

コベネフィット定量評価マニュアル

第1.0 版

平成 21 年 6 月

目 次

第1章 コベネフィット型温暖化対策・CDM 一 概 論	1
1.1 コベネフィット型温暖化対策とは？	1
1.2 コベネフィット・アプローチと気候変動枠組み条約下における国際的な議論・取組みの概観	3
1.3 コベネフィット型温暖化対策の評価手法に必要な条件	5
1.4 コベネフィット型温暖化対策の評価手法の枠組（案）の提案	8
第2章 定量評価	10
2.1 評価マニュアルの目的	10
2.2 評価実施手順	11
2.3 評価対象分野	12
2.4 評価指標	13
2.4.1 水質改善分野における評価指標	13
2.4.2 大気質改善分野における評価指標	14
2.4.3 廃棄物管理分野における評価指標	14
2.5 評価実施時期	15
2.6 水質改善分野のコベネフィット型温暖化対策・CDM プロジェクトの評価	16
2.6.1 評価計算方法	16
(1) Tier1 における評価方法	16
(2) Tier2 又は Tier3 における評価方法	17
2.6.2 モニタリング	26
(1) 環境汚染対策分野に関する効果のモニタリング	26
(2) 温室効果ガスの排出削減効果のモニタリング	27
2.6.3 評価計算事例	28
(1) プロジェクトの概要	28
(2) コベネフィットの評価	29
2.7 大気質改善分野のコベネフィット型温暖化対策・CDM プロジェクトの評価	30
2.7.1 評価計算方法	30
(1) Tier1 における評価方法	30
(2) Tier2 又は Tier3 における評価方法	30
2.7.2 モニタリング	38
(1) 環境汚染対策分野に関する効果のモニタリング	38
(2) 温室効果ガスの排出削減効果のモニタリング	39
2.7.3 評価計算事例	40
(1) プロジェクトの概要	40
(2) コベネフィットの評価	41
2.8 廃棄物管理分野のコベネフィット型温暖化対策・CDM プロジェクトの評価	42
2.8.1 評価計算方法	42
(1) Tier1 における評価方法	42

(2) Tier2 又は Tier3 における評価方法	43
2.8.2 モニタリング	51
(1) 環境汚染対策分野に関する効果のモニタリング	51
(2) 温室効果ガスの排出削減効果のモニタリング	52
2.8.3 評価計算事例	53
(1) プロジェクトの概要	53
(2) コベネフィットの評価	53

巻末資料

水質改善分野におけるコベネフィット型温暖化対策・CDM 事例一覧
 大気質改善分野におけるコベネフィット型温暖化対策・CDM 事例一覧
 廃棄物管理分野におけるコベネフィット型温暖化対策・CDM 事例一覧
 コベネフィット型温暖化対策・CDM における IRR

1.1 コベネフィット型温暖化対策とは？

コベネフィット型温暖化対策・CDMとは、温暖化対策やCDM事業を実施することが、同時に途上国の開発のニーズを満たすことを可能にする取組である¹。国や地方レベルの経済社会開発や環境問題の解決は、多くの途上国の重大な関心事である。従って、このための取組みを温暖化対策として実施していくことにより、途上国の持続可能な開発を推進することに加えて、途上国による温暖化問題への取組みをより主体的で実効性の高いものとして促進することができる。

例えば、途上国においては大気汚染・水質汚濁・廃棄物等の環境汚染が深刻化し、それらの解決が国家の優先課題となっている。その対策としては、火力発電所のエネルギー効率改善（コンバインドサイクル化）・燃料転換（石炭から天然ガス）や下水処理施設導入による未処理の生活排水の適正処理等があるが、これは同時に、CO₂やCH₄の排出抑制等温暖化対策としても有効な手段である。また、国土開発の一環として、都市間を結ぶ長距離鉄道のような公共交通の基盤施設を整備することは、人や物資、サービスが活発に移動・流通して、経済は活性化し、人々の所得向上や生活改善につながる開発の効果を生み出すが、これと同時に、自動車中心の道路交通型社会よりも運輸交通部門からの温室効果ガスの排出を抑制するという利益（ベネフィット）を生み出す²。

このように、途上国の開発ニーズの充足と地球温暖化対策への貢献という複数のベネフィットを有する事業活動は、途上国が温暖化対策について主体性を高めながらより積極的に取組むインセンティブを有する。同時に、途上国支援をする先進国にとっても、持続可能な開発支援の効果を増幅・促進することが可能となる、有益なアプローチでもある。しかし、どのような事業活動をコベネフィット型温暖化対策と呼ぶか、またその効果をどのように評価するかに関しては、国際的にも、日本においても議論が開始されたばかりである。

米国 EPA の支援により実施されている“Co-Benefits of Climate Change Mitigation: Coordinator in Asia”は、「コベネフィット・アプローチ」を以下のとおり定義している。

コベネフィットとは、一つの政策、戦略、又は行動計画の成果から生まれる、複数の分野における複数のベネフィットのこと。気候変動の緩和策におけるコベネフィット型アプローチに関しては、そのアプローチが、環境（例：大気質、健康、農業、森林、生物多様性）、エネルギー（例：再生可能エネルギー、代替燃料、エネルギー効率改善）、及び経済（例：長期的な経済の持続可能性、産業競争力、所得配分）にプラスの影響を及ぼすものである。

¹ 京都メカニズム情報プラットフォームにおける環境省の定義。

² 途上国の交通システムを、自動車中心の米国ロサンゼルスに見られる「自動車型」ではなく、東京やロンドンに見られる地下鉄やバス中心の「公共交通型」に導くことが、運輸交通部門の温暖化対策として非常に有効である。

これを見ると、アプローチを温暖化対策の緩和策に限定しているものの、非常に幅広い分野の事業を想定していることが分かる。

また、JICA³は、「気候変動に係る取り組みの方向性」において、JICA の取組に関する具体的な対応と方向性のうち、緩和策について、「排出削減と経済成長を両立させ、気候の安定化に貢献していこうとする途上国の努力を積極的に支援する一体的な協力枠組みを構築し、開発便益と温室効果ガス削減とを同時に達成しうる『コベネフィット型』の協力を展開していく。」とし、具体的な例として以下の事例を挙げている。

- 森林分野の協力：森林整備・保全、植林事業の推進
- エネルギー分野の協力：クリーン・エネルギーの活用促進
- 運輸交通分野の協力：都市計画・公共交通の利用促進
- 廃棄物処理分野の協力：総合的都市廃棄物管理の促進

さらに、OECD の Jane Ellis 氏は、日本の環境省主催の COP13 におけるサイドイベントにおいて、「コベネフィット」を理解する視点を提供しているが、以下に示すとおり、「コベネフィット」の効果が非常に幅広いものであることを紹介している。つまり、コベネフィットの質（直接か、間接か）、レベル（国、地域、地方等）、所有者（政府、コミュニティ、プロジェクト開発者等）が多様であることを示している。

- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none">① コベネフィットは、直接的な効果か、間接的な効果か？② コベネフィットは、国家、地域、地方、企業のどのレベルで生じるものか？③ コベネフィットは、誰（政府、コミュニティ、プロジェクト開発者）のものか？ |
|---|

開発途上国は、超大国と呼ばれる中国から、人口が 1 万人程度の南太平洋の小島嶼国ツバルまでさまざまである。つまり、開発途上国における持続可能な開発に関して、究極の目標は人類の福祉の向上ということができるものの、開発のための目的や手段は国ごとに異なる。従って、開発途上国における持続可能な開発の定義や目的、手段も国ごとに異なる。このことから、開発途上国がどのような効果を「コベネフィット」として捉えるか、全ての開発途上国の共通解として一義的に定義することが難しいことが明らかである。

³ <http://www.jica.go.jp/environment/pdf/info080501.pdf>

1.2 コベネフィット・アプローチと気候変動枠組み条約下における国際的な議論・取組みの概観

京都議定書第12条に規定されている CDM の目的は、先進国に課された排出削減目標の達成とともに、途上国の持続可能な開発の達成を支援することである。つまり、CDM は、途上国における温室効果ガスの削減と適切な開発ニーズの充足という複数のベネフィットを狙うことを目的としている、コベネフィット・アプローチを前提としたメカニズムといえることができる。しかし、国連登録された CDM 事業の現状をみると、HFC23 や N₂O の破壊事業など、温室効果ガス排出削減活動としては非常に大きな効果を有するものの、その効果以外のベネフィットが少ないプロジェクトからの CER が全体の半分以上を占めている。このことから、CDM に関しては、途上国及び先進国の双方から CDM におけるコベネフィット・アプローチの重要性が、あらためて指摘され始めている。

世界自然保護基金 (WWF) は、ゴールドスタンダードと称して CER 以外に環境保全などに便益をもたらす事業活動を評価するシステムを考案している⁴。本システムは、CDM 事業の貢献に関して、地域環境 (大気汚染、水質汚濁等の防止、生物多様性保全) の改善、持続可能な社会開発 (雇用確保、貧困防止、エネルギーへのアクセス、人間の能力向上)、経済及び技術の開発の3つの要素に評点をつけて評価し、最終的には一定の基準を満たした場合は、ゴールドスタンダード認定委員会が、当該 CDM 事業をゴールドスタンダード CDM 事業として認定するというものである。また、持続可能な開発に関する国際研究所 (IISD) も同様に、「開発への配当プロジェクト (The Development Dividend Project)」の評価方法を考案している⁵。この評価方法も、経済、社会、環境の3つの要素に関して評点をつける方法であり、この評価方法においては、民生レベルの省エネや太陽光利用の事業活動の得点は高く、HFC23 や N₂O の排出抑制の事業活動は最低の得点である。

しかし、HFC23 や N₂O の排出抑制の CDM 事業活動の成果を低く評価することについては、例えば「CER 売却収入を持続可能な開発の便益が高い活動に投資すれば持続可能な開発に資するものとなり得る点や、投資家を CDM 市場に呼び込むために重要である点など、すべての大型プロジェクトが非難されるべきではない」との指摘があり⁶、一部の開発途上国から異なる見解が得られている。つまり、これらの評価手法は、現状では国際的に受け入れられているとは言い難い状況である。

二つの目的を有する CDM において、GHG 排出削減に対する算定・評価手法は整備されてきた一方で、持続可能な開発の達成支援の評価が、CDM 理事会等でも検討が行われていなかったことが、これらの議論の背景に存在する。しかし、最近の CDM 制度改革に関する議論の中で、当該ホスト国の持続可能な開発の達成支援に資する CDM 事業に対してはインセンティブを与えるという議論もされつつあり、コベネフィット・アプローチの重要性が認識されてきている。また、コベネフィット・アプローチは途上国における国家行動計画の策定においても、自発的な気候変動対策を

⁴ <http://www.cdmgoldstandard.org/>

⁵ <http://www.iisd.org/climate/markets/dividend.asp>

⁶ http://www.iges.or.jp/jp/news/press/07_09_19.html

含んだ開発計画の策定に向けて重要な概念となりえると考えられる。ただし、国家行動計画に基づく行動は計測、報告、認証可能（MRV）なものであるべきとの議論がなされている現状を踏まえると、コベネフィット・アプローチによる効果も同様に MRV なものであることが望ましいと考えられる。したがって、コベネフィット型温暖化対策に関しても、途上国で用いられるよう簡便な形で効果を定量的に把握できる手法の確立が重要となってきた。

本マニュアルにおいては、次項以降においてコベネフィット型温暖化対策の定量的評価に必要な条件の整理を行い、コベネフィット型温暖化対策の評価手法の枠組（案）の提案を行うこととする。

1.3 コベネフィット型温暖化対策の評価手法に必要な条件

コベネフィット型温暖化対策の評価は、開発途上国の異なる状況を踏まえ、かつ、簡便・効率的に行える必要がある。そこで、このような状況を踏まえ、既往の取り組み例の成果を参考にすると、コベネフィット型温暖化対策の評価手法に必要な条件は、以下に示すものが考えられる。

- ① 途上国の多様性や持続可能な開発の方向性の違いを考慮して、当該国の主体性を反映することが可能な手法である。
- ② 評価手法の透明性と公平性が高く、評価結果に再現性がある。
- ③ 簡単かつ迅速に評価が実施可能である。

このような条件を鑑みると、コベネフィット型温暖化対策の評価手法については以下に示す評価方法のレベル分けが考えられる。事業実施者は、当該国の状況を考慮して以下に示す評価手法の中から適切なものを選択し対策の効果を定量的に評価していく必要がある。

表 1-1 コベネフィット型温暖化対策の評価手法のレベル (案)

評価手法 レベル	評価の仕方	説 明
Tier 1	評価のための計算などは行わず、対策の実施内容に対応した評価基準に基づいて評価を実施する	効果の定量的な算定に必要な算定式の設定、データの取得が困難であり、定量的な評価が出来ない場合に、予め設定された定性的な評価基準 ⁷ に基づいて評価を実施する方法であり、簡易的に実施できる評価方法である。
Tier 2	評価を実施する際には、できる限り取得可能な実測データなどを活用し、予め設定された算定式を用いて定量的な評価を実施する	効果の定量的な算定に必要なデータはできる限り実測データを使用し、実測データが無い場合には、デフォルト値を使用して、定量的な評価を実施する方法である。データの測定を行う必要があるため、Tier1 よりも難しい手法である。
Tier 3	評価を実施する際には、活動量やパラメーターも実測データを使用し、算定式も独自に設定して、定量的な評価を実施する	効果の定量的な算定は、原則的に実測データを用い、算定式についても独自に設定して定量的な評価を実施する方法である。データの測定や算定式の設定を行う必要があるため、評価方法の中でも一番難しい手法である。

⁷ 例えば、「地震に対する震度」のようなものを設定しておく。

また、評価の際に使用する評価指標についても、事業実施国の状況や対象指標の性質などからレベル分けが必要である。以下に、評価指標について、定量的評価の難易度によるレベル分け案を示す。

表 1-2 評価指標のレベル (案)

評価指標 レベル	評価指標の特性	指 標 の 例
レベル 1	定量評価が難しい評価指標であり、定性的にしか表現できない指標	経済の活性化、貧困の解消 など
レベル 2	測定機器によるデータ取得や、算定式による定量的な評価が簡便に行える指標	化学的酸素要求量 (COD)、硫黄酸化物、化石燃料使用量、廃棄物処分量、悪臭、停電率 など
レベル 3	測定機器によるデータ取得や、算定式による定量的な評価がレベル 2 に比べ、難しい指標	廃棄物発生量の削減、環境改善の経済的価値 など

ここで、既の実現化している CDM 事業活動を参照し、コベネフィットを有すると考えられる事例をピックアップして、コベネフィット型温暖化対策の有力分野とその評価手法を例として取りまとめたものを表 1-3 に示す。この表から、コベネフィット効果の違いにより推奨される評価手法が異なることが分かる。また、温暖化対策の具体的な内容を把握することにより、当該対策から直接的に得られるコベネフィット効果の具体的な内容を明らかにし、体系的に整理することで、温暖化対策のコベネフィット効果の種類や分野を明らかにすることが可能となる。

つまり、ボトムアップアプローチにより各温暖化対策から得られるコベネフィットを整理して体系化すれば、コベネフィット型温暖化対策の評価の枠組を構築することが可能となる。

表 1-3 コベネフィット型温暖化対策の有力分野⁸と評価手法（例）

コベネフィット型温暖化対策	GHG 削減効果の具体的内容	コベネフィット効果の具体的内容	評価指標 ⁹	推奨評価方法 ¹⁰	コベネフィットの種類	対象分野	
- 火力発電所の燃料転換 - 工場の自家発電設備の燃料転換	燃料転換（重油から、より C 含有量の少ない天然ガスへの転換）による CO ₂ 排出量の削減	燃料転換（重油から、より S 含有量の少ない天然ガスへの転換）による SO _x 排出量の削減	SO _x 化石燃料使用量	Tier2 or Tier3	大気汚染防止	環境保全	
	火力発電所や工場等の燃焼効率の改善	燃焼効率の改善による化石燃料使用量減少による CO ₂ 排出量の削減					燃焼効率の改善による化石燃料使用量減少による SO _x 排出量の削減
	工場における省エネ機器の導入	省エネに起因した化石燃料使用量減少による CO ₂ 排出量の削減					省エネに起因した化石燃料使用量減少による SO _x 排出量の削減
	セメントキルンやコークス炉等に廃熱回収・利用システムの導入 ¹¹	廃熱発電や廃熱利用が代替する、化石燃料起源の電力や熱の生成に伴う CO ₂ 排出量の削減					廃熱発電 ¹² や廃熱利用により代替される、化石燃料起源の電力や熱の生成に伴う SO _x 排出量の削減
	セメントキルンにフライアッシュや高炉スラグのセメント利用	フライアッシュや高炉スラグの利用に伴うセメント使用量の削減に伴う化石燃料使用量減少による CO ₂ 排出量の削減					フライアッシュや高炉スラグの利用に伴うセメント使用量の削減に伴う化石燃料使用量減少による SO _x 排出量の削減
- 高濃度有機性排水 ¹³ 嫌気性処理	酸化池から発生する CH ₄ の漏出回避	豪雨時の高濃度 COD 排水大量流出の防止	COD	Tier1	水質汚濁防止 悪臭防止		
	生活排水の好気性処理	未処理の生活排水から発生する CH ₄ の漏出回避	COD	Tier2 or Tier3	水質汚濁防止		
- 一般廃棄物埋立処理/メタンガス回収利用	埋立廃棄物からの CH ₄ の発生回避	廃棄物量の削減	廃棄物量	Tier2 or Tier3	廃棄物適正処理		
		悪臭発生回避	悪臭	Tier2	悪臭防止		
- 廃棄物の燃料利用（発電設備/ボイラー）	廃棄物利用が代替する化石燃料使用量減少による CO ₂ 排出量の削減	廃棄物量の削減	廃棄物量	Tier2 or Tier3	廃棄物適正処理		
		悪臭発生回避	悪臭	Tier2	悪臭防止		
- 送配電網の整備・更新・効率向上、電力ロス低減対策	電力ロス低減により電力損失量削減により、発電に使用する化石燃料使用量の抑制による CO ₂ 排出量の削減	化石燃料使用量削減による大気汚染物質排出量削減	SO _x 化石燃料使用量	Tier2 or Tier3	大気汚染防止	電力	
		電力供給の安定化	停電率	Tier2	停電率の低下		
- 公共交通基盤整備と LRT などの公共交通機関の導入	自動車からの GHG 排出量削減	化石燃料使用量削減による大気汚染物質排出量削減	NO _x 化石燃料使用量	Tier2 or Tier3	大気汚染防止	環境保全	
		人や物資、サービス活動の促進と経済の活性化	経済的指標	Tier1	地域経済の活性化	経済	

⁸ これらの分野以外にも、水資源（水道管からの漏水防止）、都市開発（省エネ型住宅の導入）等が、コベネフィット型温暖化対策として考えられるが、現時点では CDM 事業としての国連登録案件はない。

⁹ page6 の表 1-2 を参照。

¹⁰ 実施対象国や地域の事情に応じて、推奨評価方法以外の評価方法を使うことも可能である。評価手法のレベルは page5 の表 1-1 を参照。

¹¹ 再生可能エネルギーによる発電や熱生成に関しても、化石燃料起源の電力や熱の生成を代替する場合、それに伴う SO_x 排出量の削減があると考えられる。

¹² コークス炉に乾式コークス消火設備（CDQ）を装備する場合は、露天で水を用いて湿式消化している場合に比較して、粉じん等の大気汚染物質の発生を抑制する可能性がある。

¹³ パーム油工場、製糖工場からの排水や家畜糞尿等がこれに相当する。

1.4 コベネフィット型温暖化対策の評価手法の枠組（案）の提案

1.3 で述べた3つの必要な条件を満たす、ボトムアップアプローチによる評価手法の枠組に関して、評価シートのイメージを表1-4に示す。この評価シートは、個々の温暖化対策（CDM 事業活動、ODA 案件、GIS 事業等）のコベネフィット効果の評価に適用可能なものである。コベネフィットの分類の「大分類」、「中分類」に関しては、開発途上国の持続可能な開発における分類を利用しているが、この分類の適格性についても今後の議論が必要である。「具体的なコベネフィット分野」に関しては、各温暖化対策が有するコベネフィットをリストアップして整理・統合することにより設定することが可能である。「評価指標」に関しては、「具体的なコベネフィット分野」に対応するものを抽出するが、各国の状況を勘案しながら指標を幅広くリストアップしておく必要がある。「選択した評価指標」、「選択した評価手法」に関しては、コベネフィットの評価の対象とした指標および使用した評価手法を選択する。「評価結果」には、「選択した評価手法」に基づいて、Tier1 の場合には定性評価としての結果を、Tier2 および Tier3 の場合には定量評価の結果を記述する。

なお、多様な開発途上国において、解決すべき課題の優先順位や持続可能な開発の方向性が異なることを踏まえると、各国の社会経済状況や国家的な優先課題に対応した評価を行うことが有用であることから、今後、評価結果に対して当該ホスト国が独自に設定する「コベネ効果別の重み付け係数」等を掛け合わせ、定性評価も含めたコベネ効果の点数化を行う総合評価手法等についても検討していくことが望ましい。また、経済的評価指標等への変換による評価指標の一元化を図る等、コベネフィット効果を相互比較できる手法の開発の可能性を検討することも今後の課題であると考えられる。

表 1-4 コベネフィット型温暖化対策評価手法 – 評価シート案 –

コベネフィットの分類		具体的なコベネフィット分野	評価指標	選択した評価指標	選択した評価手法			評価結果
大分類	中分類				Tier1	Tier2	Tier3	
環境保全	環境汚染防止	水質汚濁防止	COD					
			臭気					
			窒素					
			リン					
		大気質改善	硫黄酸化物					
			窒素酸化物					
			煤塵					
		廃棄物管理	収集エリアカバー率					
			廃棄物収集率					
			リサイクル率					
			廃棄物量					
			COD					
			臭気					
		自然資源保護	森林資源保全、水資源保全、土地資源保全、天然資源保全 等					
	経済インフラ整備	電力・エネルギー確保	電力安定供給、地方電化、発電効率向上 等					
		運輸交通	公共交通機関の整備、移動・流通の効率化 等					
生産セクター支援	農業	農業基盤整備、畜産業基盤整備 等						
	鉱工業	鉱工業基盤整備、基幹鉱工業種の育成 等						
社会インフラ整備	教育	教育啓発基盤整備 等						
	保健・人口	医療基盤整備、生活基盤整備 等						
	水供給・衛生	上水道整備、衛生基盤整備 等						

色のセルは、今後の評価対象分野として引き続き検討していく範囲

第2章 定量評価

2.1 評価マニュアルの目的

コベネフィット型温暖化対策・CDM を途上国において推進していくためには、コベネフィット型温暖化対策・CDM の実施効果の具体的な評価手法が確立され、その効果が適切に把握できる必要がある。

プロジェクトの実施効果を適切に把握するためには、評価手法はできる限り定量的であることが望ましいが、実際に事業者がその評価手法を用いる際に、新たな資金の投入や高度な測定機器の設置、煩雑なモニタリングなど、事業者にとって追加的な負担が必要にならないよう、簡便であることも重要である。

そこで本評価マニュアルは、コベネフィット型温暖化対策・CDM の実施に際して、環境面に対するベネフィットと温暖化対策のベネフィットの2つ以上の効果をできる限り簡便な手法でありながら、かつ定量的に示す評価方法を示すことにより、事業者の積極的かつ効果的なコベネフィット型温暖化対策・CDM の導入・推進を促すことを目的としている。

本マニュアルでは、コベネフィット型温暖化対策・CDM の対象分野として、「水質改善」「大気質改善」「廃棄物管理」の3つの環境汚染対策分野に着目し、地球温暖化対策を行いながら、これらの環境汚染対策に資するプロジェクトを支援、推進するための評価の手法、用いる計算式や実際の計算事例をとりまとめている。

しかしながら、本評価マニュアルは、コベネフィット型温暖化対策・CDM に係る一般的な評価手法を示したものであり、事業者が事業の特性に応じて創意工夫し、最新の技術的知見を踏まえながら、より適切な評価を行うことを妨げるものではない。また、本マニュアルで示している技術的知見は、可能な限り最新の知見を用いているが、温室効果ガスの算定方法及び算定に用いる数値などについては、今後も変更又は更新されることが考えられる。よって、本マニュアルの内容については、最新の知見を踏まえつつ、適宜見直しを行うものとする。

2.2 評価実施手順

以下に、本評価マニュアルを用いたコベネフィットの定量評価の実施手順を示す。

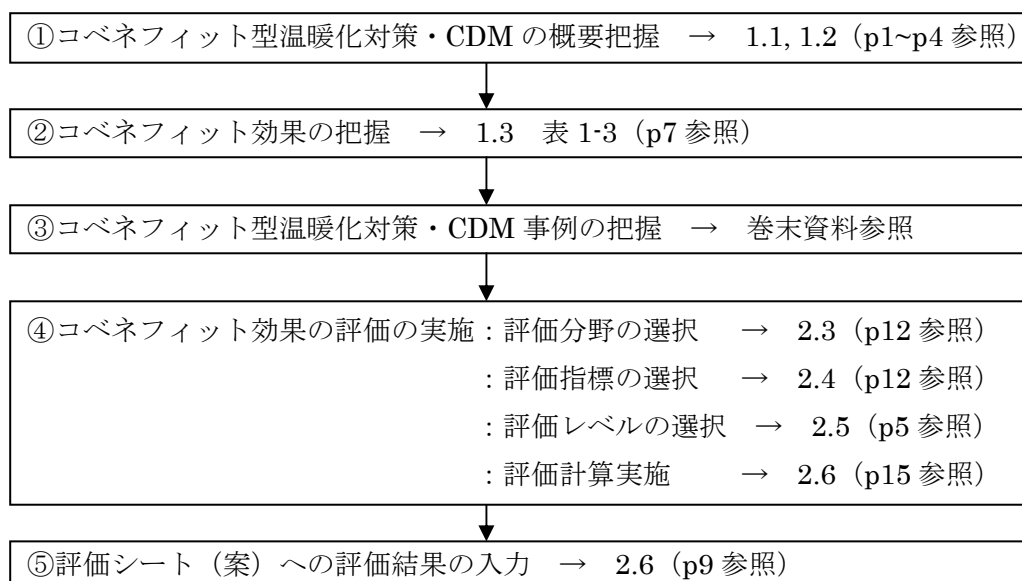


図 2-1 評価実施フロー

①コベネフィット型温暖化対策・CDMの概要把握

コベネフィット型温暖化対策・CDMの考え方、国際的議論や取り組みの概観などについて、本マニュアル第1章の記述内容をもとに把握する。

②コベネフィット効果の把握

コベネフィット型温暖化対策・CDMの効果について、表1-3に記載されている「コベネフィット効果の具体的内容」を参考にして把握する。

③コベネフィット型温暖化対策・CDM事例の把握

コベネフィット型温暖化対策・CDMの具体的な事例に関する情報を、巻末資料を参考に把握する。CDM案件として登録されているプロジェクトや、GEC-FSが実施されている事例などは、該当する資料を探し内容を参照するなどしておくが良い。

なお、京都メカニズム情報プラットフォームホームページのコベネフィット・アプローチのページに記載されている「グッドプラクティスマトリックス¹⁴」にも、コベネフィット型温暖化対策・CDM事例が掲載されているので参考にすると良い。

④コベネフィット効果の評価の実施

④-1：評価分野の選択

コベネフィット効果を検証する対象分野を選択する。現段階における本マニュアルの対象分野は、「水質改善」「大気質改善」「廃棄物管理」の3分野となる。

④-2：評価指標の選択

コベネフィット効果を検証する際に使用する評価指標について、評価指標の特性等を勘案しながら選択する。

¹⁴ <http://www.kyomecha.org/cobene/tools.html>

④-3：評価レベルの選択

コベネフィット効果を検証する際に使用する評価レベルを、プロジェクト実施国の状況やデータの入手可能性などを勘案して、Tier1～Tier3 までのレベルから適切と思われる評価レベルを選択する。

④-4：評価計算実施

選択した評価指標、評価レベルに基づいて、コベネフィット効果の評価を実施する。実施する際には、評価レベルに応じた評価計算方法を使用する。

Tier1 については、本マニュアルに記載されている評価基準案に記載されている評価基準などを元に、評価点を算出する。

Tier2 及び Tier3 については、本マニュアルに記載されている計算手法により、水質汚濁物質や大気汚染物質の排出削減量や、温室効果ガス排出削減量などを、定量的に算出する。

⑤評価シート（案）への評価結果の入力

評価計算の結果を、評価シート（案）に入力して取りまとめる。「選択した評価指標」や「選択した評価手法」および「評価結果」欄に結果を入力する。

2.3 評価対象分野

コベネフィット型温暖化対策・CDM は、温暖化対策の実施とともに途上国の持続可能な開発に資する取組みを促進することを目的としている。途上国の開発ニーズは、経済社会の発展から環境問題の解決、貧困の削減など、様々な分野にまたがっている。

本評価マニュアルでは、この幅広い途上国の開発ニーズの中から、特に経済成長の著しい途上国において喫緊の課題であり、かつ温室効果ガスの削減ポテンシャルが大きいと考えられる「環境汚染対策」に資するコベネフィット型温暖化対策・CDM に焦点をあて評価手法を示す。その中でも、今回は特に、途上国での必要性が高く、定量評価が比較的容易な以下の3つの分野を対象とする。

- ・ 水質改善
- ・ 大気質改善
- ・ 廃棄物管理

2.4 評価指標

コベネフィット型温暖化対策・CDM プロジェクトの3つの対象分野（「水質改善」「大気質改善」「廃棄物管理」）における評価指標としては、以下に示すものを評価指標とする。

2.4.1 水質改善分野における評価指標

工場や事業所などからの排水を対象とした水質改善分野におけるコベネフィット型温暖化対策・CDM プロジェクトの実施効果の評価指標を以下に示す。

表 2-1 水質改善分野における評価指標

評価指標	指標の説明	指標の使い方	対象分野
化学的酸素要求量 (COD)	水質汚濁の原因の一つである廃水中の有機物量	プロジェクトの実施による COD 排出削減量から水質汚濁の低減効果を評価する	環境汚染対策
臭気	廃水中に含まれる悪臭物質から発生する悪臭	プロジェクトの実施による臭気指数の変化から悪臭抑制効果を評価する	
メタン (CH ₄)	廃水を嫌気性条件下（例えば、オープンラグーン）で処理した場合に、廃水中の有機物が嫌気処理され発生する温室効果ガス。温室効果は CO ₂ の 21 倍	プロジェクトの実施によるメタンガス発生回避量から温室効果ガスの発生回避効果を評価する	温暖化対策
CO ₂	廃水処理施設の運転に使用される化石燃料の燃焼又は電力消費に伴う温室効果ガス	プロジェクトの実施による化石燃料（電力）使用量の減少量から温室効果ガスの削減効果を評価する	

なお、環境汚染対策における評価指標としては上記に示した以外にも、河川や湖沼、海域の富栄養化に繋がる窒素やリン、廃水中に含まれ河川や湖沼・海域に流入すると人の健康に係る被害が生じるおそれのある「有害物質」なども推計・計測できる場合には、それらの指標を使用することも可能である。

表 2-2 窒素およびリン、有害物質の指標について

評価指標	指標の説明	指標の使い方	対象分野
窒素 (N)	水域の富栄養化の原因となる物質	プロジェクトの実施による窒素排出削減量から水質汚濁の低減効果を評価する	環境汚染対策
リン (P)	水域の富栄養化の原因となる物質	プロジェクトの実施によるリン排出削減量から水質汚濁の低減効果を評価する	
有害物質	水域に流入すると人の健康に係る被害が生じるおそれのある物質	プロジェクトの実施による有害汚染物質の排出防止効果から水質汚濁防止効果を評価する	

2.4.2 大気質改善分野における評価指標

工場や事業所、自動車などからの排煙・排気を対象とした大気質改善分野におけるコベネフィット型温暖化対策・CDM プロジェクトの実施効果の評価指標を以下に示す。

表 2-3 大気質改善分野における評価指標

評価指標	指標の説明	指標の使い方	対象分野
硫黄酸化物 (SO _x)	石油や石炭などの燃料を燃やした際に、含有されている硫黄 (S) が酸化されて生成される大気汚染物質	プロジェクトの実施による化石燃料使用量の減少量から硫黄酸化物の削減効果を評価する	環境汚染対策
窒素酸化物 (NO _x)	物を燃やした際に生じる窒素と酸素の化合物であり、工場・事業所、自動車、家庭など多種多様な排出源から排出される。ほとんどが、一酸化窒素として排出されるが、大気中で酸化して二酸化窒素となる。	プロジェクトの実施による時間あたりの NO _x 排出量の減少量から窒素酸化物の削減効果を評価する	
ばいじん	石炭や石油などの燃料を燃やした際に発生するすす等の固体の粒子	プロジェクトの実施によるばいじん量の減少量から、ばいじんの削減効果を評価する	
CO ₂	施設の運転や自動車等を使用される化石燃料の燃焼もしくは電力消費に伴う温室効果ガス	プロジェクトの実施による化石燃料 (電力) 使用量の減少量から温室効果ガスの削減効果を評価する	温暖化対策

2.4.3 廃棄物管理分野における評価指標

廃棄物管理分野におけるプロジェクトは、プロジェクト対象地域の状況にあわせて、3段階のレベルに区分して実施されることが想定される。以下に想定される3段階のレベルの内容と対象地域の状況を示す。

表 2-4 廃棄物管理分野において実施されるプロジェクトの段階と対象地域の状況

段階	対象地域の状況	実施するプロジェクトの内容
1 廃棄物管理基盤システムの確立	廃棄物処理行政が確立されておらず、体系的・組織的な廃棄物処理が実施されていない	廃棄物管理基盤システム (廃棄物の収集システムや処理システムの整備など) を行い、廃棄物処理行政の確立を行う
2 廃棄物量の減容への取り組み	廃棄物の適正な処理は実施されているが、廃棄物量が増加あるいは減少していない	廃棄物の Reduce, Reuse, Recycle の 3R を促進し、廃棄物量の減容を行うとともに、温室効果ガス排出削減を行う
3 廃棄物の適正処理の実施	廃棄物処理体制は構築されているが、適正な処理がなされていないため、周辺環境への悪影響が発生している	収集した廃棄物の処理を適正に行い、周辺環境への悪影響を削減するとともに、温室効果ガス排出削減を行う

上記の各段階における廃棄物管理を対象としたコベネフィット型温暖化対策・CDM プロジェクトの実施効果の評価指標を以下に示す。

表 2-5 廃棄物管理分野における評価指標

段階	評価指標	指標の説明	指標の使い方	対象分野
廃棄物管理基盤システムの確立	収集エリアカバー率	廃棄物の収集エリアのカバー率	プロジェクトの実施により廃棄物の収集エリアのカバー率の向上から、廃棄物管理基盤システム確立の効果を評価する	環境汚染対策
	廃棄物収集率	廃棄物の収集率	プロジェクトの実施による廃棄物の収集率の向上から、廃棄物管理基盤システム確立の効果を評価する	
廃棄物の減容化への取り組み	廃棄物発生量 ¹⁵	発生する廃棄物量	プロジェクトの実施による廃棄物発生量の低減から廃棄物量の減容を評価する	
	リサイクル率	エネルギー又は原料としてのリサイクル率	プロジェクトの実施による廃棄物のリサイクル率から廃棄物量の減容を評価する	
	廃棄物処分量	最終処分する廃棄物量	プロジェクトの実施による廃棄物の最終処分量の低減から廃棄物量の減容を評価する	
廃棄物の適正処理	化学的酸素要求量(COD)	埋立処分場からの浸出水に含まれる有機物量	プロジェクトの実施による COD 濃度の減少量から水質汚濁の低減効果を評価する	
	臭気	廃棄物から発生する悪臭	プロジェクトの実施による臭気指数の変化から悪臭抑制効果を評価する	
上記の各段階	メタン(CH ₄)	埋立処分場から排出される温室効果ガス	プロジェクトの実施による埋立処分場からの温室効果ガス排出抑制量を評価する	温暖化対策
	CO ₂	施設の運転又は廃棄物収集車両に使用される化石燃料の燃焼もしくは電力消費に伴う温室効果ガス	プロジェクトの実施による化石燃料(電力)使用量の減少量から温室効果ガスの削減効果を評価する	

2.5 評価実施時期

コベネフィット型温暖化対策・CDM プロジェクトのコベネフィット評価は、プロジェクトの実施前とプロジェクト実施後に実施するものとする。

プロジェクト実施前	プロジェクトを実施しない場合の「ベースラインシナリオ」と、プロジェクトを実施する場合の「プロジェクトシナリオ」の2ケースについて推定し、その差を評価する
プロジェクト実施後	プロジェクト実施の効果を「モニタリング」を実施して評価する

¹⁵ 「廃棄物の発生量」が、プロジェクト対象地域の状況およびデータ取得可能性から考慮して利用不可能な場合は「廃棄物の収集量」を代替として使用する

2.6 水質改善分野のコベネフィット型温暖化対策・CDM プロジェクトの評価

水質改善分野のコベネフィット型温暖化対策・CDM プロジェクトの評価計算方法を、評価レベル別に示す。また、実際のプロジェクト事例を使った評価計算事例を以下に示す。また、巻末資料として、水質改善分野のコベネフィット型温暖化対策・CDM 事例の一覧を示した。

2.6.1 評価計算方法

(1) Tier1 における評価方法

効果の定量的な算定に必要な算定式の設定やデータの取得が困難であり定量的な評価が出来ない場合に、予め設定された定性的な評価基準に基づいて評価を実施する。評価のための計算などは行わず、対策の実施内容に対応した評価基準に基づいて評価を実施する。

表 2-6 Tier1 による評価基準案（水質改善）

対象分野	評価分野	評価基準	分類	適用条件	実施例	排出削減量見込み	評価点 (削減の確実性レベル)
水質改善	環境保全 (水質汚濁物質の削減)	水質汚濁物質の排出削減効果・臭気の抑制効果が確実に見込める	活動	<ul style="list-style-type: none"> 水質汚濁物質排出削減や臭気の抑制が、絶対的に実現できる直接的なプロセス等の導入される 活動実施後、稼動状況等がモニタリングされ、正常に稼動していることが把握できる 	<ul style="list-style-type: none"> 排水や冷却水などの水の循環再利用 使用する原料の転換による汚濁物質の排出削減 豪雨時における排水用貯水池からの排水の大量流出を防止する施設の導入 	大	5
						小	4
		水質汚濁物質の排出削減効果・臭気の抑制効果が上がる可能性が高い	活動	<ul style="list-style-type: none"> 水質汚濁物質排出削減や臭気の抑制の実現に資する設備の導入が実施される 活動実施後、稼動状況等がモニタリングされ、正常に稼動していることが把握できる 排出規制などの制度については、規制等への取り組み状況がモニタリングされ、排出規制が実施されていることが確認できる 	<ul style="list-style-type: none"> 凝集沈殿装置の設置 浮上分離装置の設置 清澄ろ過装置の設置 酸化還元装置の設置 活性炭吸着装置の設置 膜処理装置の設置 活性汚泥処理装置の設置 生物膜処理装置の設置 消化槽などの嫌気性処理装置の設置 合併浄化槽の設置 	大	3
		水質汚濁物質の排出削減効果・臭気の抑制効果はあると想定されるが定性的な域にある	活動	<ul style="list-style-type: none"> 水質汚濁物質や臭気が周辺環境に及ぼす影響、それらに対する対策に関する意識を高める取り組みの実施 上記取り組みに対するフォローアップ調査などが実施され、成果が上がっていることが確認できる 	<ul style="list-style-type: none"> 関係機関を通じた関連情報の提供 技術指導 教育啓発 	—	1

(2) Tier2 又は Tier3 における評価方法

Tier2 では、効果の定量的な算定に必要なデータはできる限り実測データを使用し、実測データが無い場合にはデフォルト値を使用して、予め設定された算定式を用いて定量的な評価を実施する。また、Tier2 での評価方法は、Tier3 における評価方法としても利用可能であるが、Tier3 にて計算する場合には算定式中のパラメーターを独自に設定するなどして定量評価を実施する。

ここでは、事業所などの点源から流出する高有機性廃水を対象としたコベネフィット温暖化対策・CDM を取り上げ、その評価方法を示す。

1) 環境汚染対策分野に関する効果の評価方法

環境汚染対策分野に関する効果としては、水質汚濁の原因の一つである廃水中に含まれる有機物の指標である COD の排出削減効果を定量的に、廃水から発生する臭気の抑制効果を半定量的に、評価する。

① COD 排出削減量の評価方法

プロジェクト対象施設からの廃水に含まれる COD 量进行评估する方法は、以下に示すとおりとする。

(排出削減量計算式)

$$ER_{COD,y} = BE_{COD,y} - PE_{COD,y}$$

ここで

$ER_{COD,y}$	排出される COD の削減量 (ton/year)
$BE_{COD,y}$	ベースラインシナリオでの COD 排出量 (ton/year)
$PE_{COD,y}$	プロジェクトラインシナリオでの COD 排出量 (ton/year)

(ベースラインシナリオでの COD 排出量計算式)

$$BE_{COD,y} = COD_{const,treatment} * (1 - R_{COD,BL}) * Q_{BL,y}$$

ここで

$COD_{const,treatment}$	廃水処理システムに流入する廃水の COD 濃度 (mg /m ³)
$R_{COD,BL}$	COD の除去率
$Q_{BL,y}$	排水量 (m ³ /year)

(プロジェクトラインシナリオでの COD 排出量計算式)

$$PE_{COD,y} = COD_{const,treatment} * (1 - R_{COD,PJ}) * Q_{PJ,y}$$

ここで

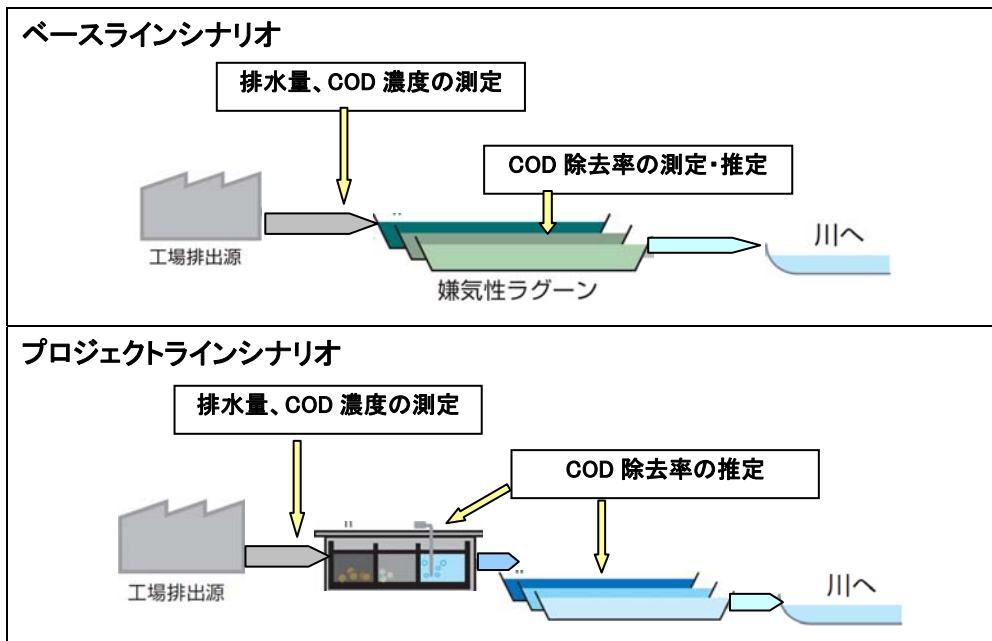
$COD_{const,treatment}$	廃水処理システムに流入する廃水の COD 濃度 (mg /m ³)
$R_{COD,PJ}$	COD の除去率
$Q_{PJ,y}$	排水量 (m ³ /year)

【定量評価に必要なデータの取得方法】

分類	データ項目	データ取得方法
ベースラインシナリオでの排出量の計算に必要なデータ	廃水処理システムに流入する年間の排水量 (m ³)	廃水処理システムに流入する排水量を計測
	廃水処理システムに流入する廃水中の COD 濃度 (mg /m ³)	廃水処理システムに流入する廃水中の COD 濃度の実測値
	処理システムによる COD 除去率	システムのスペック値や実績値を利用
プロジェクトラインシナリオでの排出量の計算に必要なデータ	廃水処理システムに流入する年間の排水量 (m ³)	廃水処理システムに流入する排水量を推計
	廃水処理システムに流入する廃水中の COD 濃度 (mg /m ³)	廃水処理システムに流入する廃水中の COD 濃度の推計
	処理システムによる COD 除去率	システムのスペック値を利用

【定量評価に必要なデータの取得場所】

定量評価に必要となるデータの取得場所は以下に示すとおりとする。なお、排水の排出箇所が複数にわたる場合には、各々の箇所で行い排出量の計算を行う。評価は、これらの排出量の合計値を用いて実施する。



② 臭気の評価方法

廃水中に含まれる悪臭物質から発生する悪臭の指標として臭気を選択し、その定量評価(半定量的)においては臭気指数もしくは対象物質の濃度を使用する。

プロジェクト実施による悪臭の抑制効果を評価するために、臭気を測定して評価を行う。臭気の測定方法としては、以下の測定方法を用いるものとする。

- 三点比較式臭袋法又はその簡易法により測定した臭気指数により評価

以下、上記の測定方法の概要および方法を示す。

(三点比較式臭袋法)

三点比較式臭袋法は、3個の容量3Lのにおい袋に無臭空気を詰め、そのうちの1つに採取試料を一定量注入した希釈試料を作成し、これと無臭空気のみのおい袋2つを被験者に嗅がせて、においの入っている袋を判定させる。なお、においが感じられなくなるまで希釈したときの希釈倍数を「臭気濃度」とよび、「臭気指数=10×log（臭気濃度）」の関係がある。

No.	項目	内容
1	パネルの選定	6名以上の被験者（パネル）を選定 ¹⁶ する
2	試料の採取	気密性があり内部を減圧したガラス容器、内部に試料採取袋を装着した試料採取容器、あるいは吸引ポンプ試料採取袋などを用いて、6～30秒の間で10リットル程度の試料を採取する
3	判定試験	① 容量3Lのポリエステル製袋（以下、におい袋）に活性炭を通した無臭空気を満たしてシリコンゴム栓で閉じる ② おい袋3個を1組として、そのうちの1つに所定の希釈倍数となるように注射器で試料を注入 ③ 各パネルににおい袋を渡し、においの入っている1つを判定させる。これを同一の希釈倍数について3回繰り返す。 ④ パネルが正しい選定をしたときには1.00点、不正解の場合は0.00点、判定が不能と回答した場合は0.33点を与える。パネルの全測定の平均値を算出し、平均正解率が0.58未満になった場合に終了。0.58以上の場合はさらに10倍に希釈して判定を継続。

臭気指数の算出は以下の式を用いて行う。

$$\text{臭気指数 } Y = 10 \log \left(M * 10^{\frac{r_i - 0.58}{r_i - r_0}} \right)$$

$$\text{臭気濃度 } Y' = M * 10^{\frac{r_i - 0.58}{r_i - r_0}}$$

ここで、

- M 最初に判定操作を行った希釈倍数（当初希釈倍数）
- r_i 最初の判定操作での平均正解率
- r_0 Mを10倍したときの平均正解率

表 2-7 臭気強度と臭気指数の関係

臭気強度	説明	対応する臭気指数
0	無臭	
1	やっと感知できる臭い	
2	何の臭いであるかわかる弱い臭い	臭気強度 2.5→10～15
3	らくに感知できる臭い	臭気強度 3.0→12～18 臭気強度 3.5→14～21
4	強い臭い	
5	強烈な臭い	

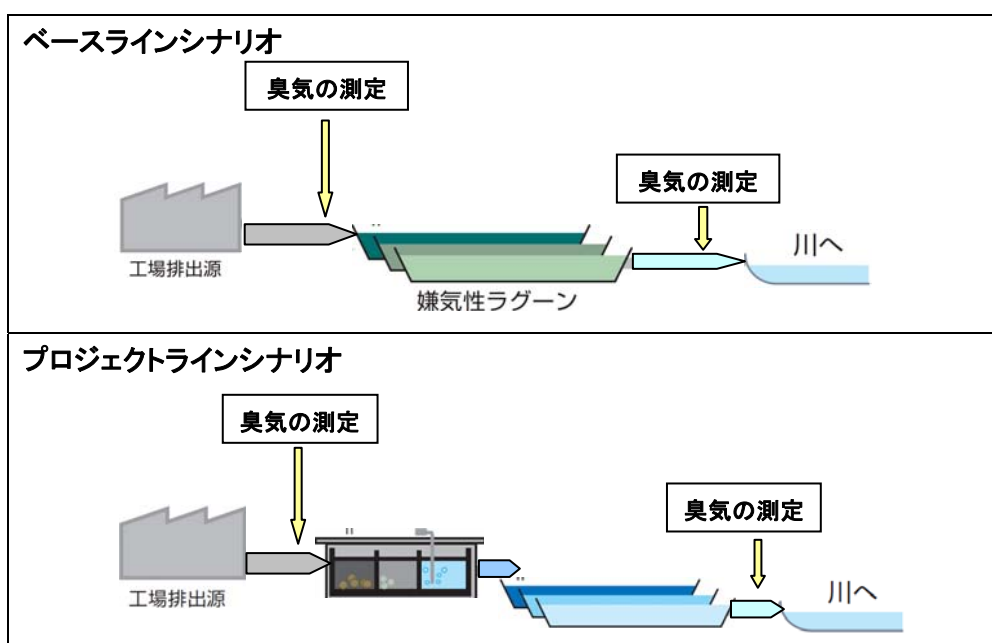
¹⁶ パネルは5種類の基準臭液を用いたパネル選定試験に合格しなければならない

(検知管式ガス測定法)

検知管式ガス測定器は、一定量の試料ガスを検知管に通して吸引すると、試料ガス中の対象ガスとの化学反応によって検知剤が変色する。一定体積の試料ガスを、一定時間をかけて吸引することによって生じる変色層の長さは、試料空気中の対象ガスの濃度と相関関係にある。この変色層の長さから、変色層の長さを検知管に印刷された目盛りで読み取り、ガス濃度として評価する。

【評価に必要なデータの取得場所】

評価に必要なデータの取得場所は以下に示すとおりとする。なお、排水の排出箇所が複数にわたる場合には、各々の箇所でデータの取得を行い臭気の評価を行う。最終的な評価は、これらの評価のなかで最大値を用いて実施する。



2) 温室効果ガスの削減効果の評価方法

温室効果ガスの削減効果は、廃水中に含まれる有機物の嫌気処理により発生する温室効果ガスであるメタンガス (CH_4) の排出削減量と、廃水処理施設の運転に使用される化石燃料の燃焼に伴い発生する温室効果ガスの排出削減 (増加) 量の合計値で評価する。

温室効果ガス排出削減量の計算は、以下に示す2通りの方法から状況に応じて選択して利用する。

(評価方法の選択肢)

評価方法-1: 廃水処理システムによる温室効果ガス排出削減量を算定する式による評価手法

評価方法-2: 廃水処理システムによる温室効果ガス排出削減量を試算する早見表による評価手法

【評価方法－1】：廃水処理システムによる温室効果ガス排出削減量を算定する式による評価手法

廃水処理システムの導入・更新に伴う GHG 排出削減量を以下に示す計算式により評価する。なお、本計算式は、小規模 CDM 方法論の AMSIII-I¹⁷を参考にしてている。また、CDM には、以下の算定式以外にも、温室効果ガス (GHG) 排出削減の計算方法が示されており、詳しくは UNFCCC のサイト¹⁸を参照されたい。

(GHG 排出削減量計算式)

$$ER_{CO_2,y} = BE_{CO_2,y} - PE_{CO_2,y}$$

ここで

$ER_{CO_2,y}$	GHG 排出削減量 (tCO ₂ e)
$BE_{CO_2,y}$	ベースラインシナリオでの GHG 排出量 (tCO ₂ e)
$PE_{CO_2,y}$	プロジェクトラインシナリオでの GHG 排出量 (tCO ₂ e)

(ベースラインシナリオでの GHG 排出量計算式)

$$BE_{CO_2,y} = BE_{CO_2,power,y} + BE_{CO_2,ww,y} + BE_{CO_2,s,treatment,y} + BE_{CO_2,sfinal,y}$$

ここで

$BE_{CO_2,power,y}$	既存の廃水処理システムで使用するエネルギーからの GHG 排出量 (tCO ₂ e)
$BE_{CO_2,ww,y}$	嫌気性の水処理システムからの GHG(メタンガス) 排出量 (tCO ₂ e)
$BE_{CO_2,s,treatment,y}$	汚泥処理システムから発生する GHG(メタンガス) 排出量 (tCO ₂ e)
$BE_{CO_2,sfinal,y}$	最終汚泥から発生する GHG(メタンガス) 排出量 (tCO ₂ e)

$$BE_{CO_2,power,y} = EG_y * OR_y * EF_y \dots\dots\dots (1)$$

ここで

EG_y	年間のエネルギー消費量 (MWh/yr)
OR_y	廃水処理システムの稼働率
EF_y	電力を購入するグリッドの排出係数 (tCO ₂ /MWh)

$$BE_{CO_2,ww,y} = \sum_{i,m} (Q_{ww,m,y} * COD_{removed,i,m,y} * MCF_{anaerobic,i}) * B_0 * UF_{BL} * GWP_{CH4} \dots\dots\dots (2)$$

ここで

$Q_{ww,m,y}$	廃水処理システムで処理する年間排水量 (m ³ /year)
i	排水処理システムのタイプ
$COD_{removed,i,m,y}$	廃水処理システムにより処理される廃水の COD 濃度 (ton/m ³)
$MCF_{anaerobic,i}$	メタン補正係数 (表 2-4 参照)
B_0	最大メタン生成能：IPCC デフォルト値：0.21(kgCH ₄ /kgCOD)
UF_{BL}	モデル補正係数：0.94
GWP_{CH4}	地球温暖化係数：IPCC デフォルト値：21

¹⁷ CDM 方法論 AMS-III.I Avoidance of methane production in wastewater treatment through replacement of anaerobic systems by aerobic systems

¹⁸ <http://cdm.unfccc.int/methodologies/index.html>

表 2-8 メタン補正係数 (MCF) IPCC デフォルト値¹⁹

廃水処理および排水の経路もしくはシステムのタイプ	MCF の値
海や河川、湖沼の廃水	0.1
好気性処理管理	0.0
非管理もしくは過負荷－好気性処理	0.3
嫌気性汚泥消化装置 (メタン回収なし)	0.8
嫌気性リアクター (メタン回収なし)	0.8
嫌気性－水深の浅いラグーン (深さ 2 m 以下)	0.2
嫌気性－水深の深いラグーン (深さ 2 m 以上)	0.8

$$BE_{CO_2,s,treatment,y} = \sum_j S_{j,BL,y} * MCF_{s,treatment,j} * DOC_s * UF_{BL} * DOC_F * F * \frac{16}{12} * GWP_{CH_4} \dots (3)$$

なお、汚泥がコンポスト化されている場合は以下の式を利用する。

$$BE_{CO_2,s,treatment,y} = \sum_j S_{j,BL,y} * EF_{composting} * GWP_{CH_4} \dots (3)'$$

- $S_{j,BL,y}$ 汚泥処理システムで処理される汚泥中の乾燥物量 (ton)
- j 汚泥処理システムのタイプ
- DOC_s 未処理の汚泥中の分解性有機物の割合：デフォルト値 (下水汚泥：0.5、工業系汚泥：0.257)
- $MCF_{s,treatment,j}$ メタン補正係数 (表 2-4 参照)
- UF_{BL} モデル補正係数 (0.94)
- DOC_F バイオガスに変化する有機物の割合：IPCC デフォルト値 0.5
- F バイオガス中のメタンガスの割合：IPCC デフォルト値 0.5
- $EF_{composting}$ 有機性廃棄物のコンポストの排出係数：IPCC デフォルト値を使用 0.01 (tCH₄/ton dry weight basis)

$$BE_{CO_2,s,final,y} = S_{final,BL,y} * DOC_s * UF_{BL} * MCF_{s,BL,final} * DOC_F * F * \frac{16}{12} * GWP_{CH_4} \dots (4)$$

- $S_{final,BL,y}$ 排水処理システムで生成される最終汚泥中の乾燥物の重量 (ton)
- DOC_s 未処理の汚泥中の分解性有機物の割合：デフォルト値 (下水汚泥：0.5、工業系汚泥：0.257)
- UF_{BL} モデル補正係数 (0.94)
- $MCF_{s,BL,final}$ メタン補正係数 (表 2-4 参照)
- DOC_F バイオガスに変化する有機物の割合：IPCC デフォルト値 0.5
- F バイオガス中のメタンガスの割合：IPCC デフォルト値 0.5
- GWP_{CH_4} 地球温暖化係数：IPCC デフォルト値：21

¹⁹ 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 5 Waste

(プロジェクトラインシナリオでの GHG 排出量計算式)

$$PE_{CO_2,y} = PE_{CO_2,power,y} + PE_{CO_2,ww,y} + PE_{CO_2,s,treatment,y} + PE_{CO_2,sfinal,y}$$

ここで

$PE_{CO_2,power,y}$	廃水処理システムで使用するエネルギーからの GHG 排出量 (tCO ₂ e)
$PE_{CO_2,ww,y}$	好気性の水処理システムからの GHG(メタンガス) 排出量 (tCO ₂ e)
$PE_{CO_2,s,treatment,y}$	汚泥処理システムから発生する GHG(メタンガス) 排出量 (tCO ₂ e)
$PE_{CO_2,sfinal,y}$	最終汚泥から発生する GHG(メタンガス) 排出量 (tCO ₂ e)

ここで、

$$PE_{CO_2,power,y} = EG_y * EF_y \dots\dots\dots (1)$$

EG_y	年間のエネルギー消費量 (MWh/yr)
EF_y	電力を購入するグリッドの排出係数 (tCO ₂ /MWh)

$$PE_{CO_2,ww,y} = \sum_k (Q_{ww,k,y} * COD_{removed,k,y} * MCF_{anaerobic,k}) * B_0 * UF_{PJ} * GWP_{CH_4} \dots\dots\dots (2)$$

$Q_{ww,m,y}$	年間の処理排水量 (m ³)
k	排水処理システムのタイプ
$COD_{removed,k,y}$	排水処理システムにより処理される廃水の COD 濃度 (ton/m ³)
$MCF_{anaerobic,k}$	メタン補正係数 (表 2-4 参照)
B_0	最大メタン生成能 : IPCC デフォルト値 0.21(kgCH ₄ /kgCOD)
UF_{PJ}	モデル補正係数 (1.06)
GWP_{CH_4}	地球温暖化係数 : IPCC デフォルト値 21

$$PE_{CO_2,s,treatment,y} = \sum_l S_{l,PJ,y} * MCF_{s,treatment,l} * DOC_s * UF_{PJ} * DOC_F * F * \frac{16}{12} * GWP_{CH_4} \dots\dots (3)$$

なお、汚泥がコンポスト化されている場合は以下の式を利用する。

$$PE_{CO_2,s,treatment,y} = \sum_l S_{l,PJ,y} * EF_{composting} * GWP_{CH_4} \dots\dots\dots (3)'$$

$S_{l,PJ,y}$	汚泥処理システムで処理される汚泥中の乾燥物質の重量 (ton)
l	汚泥処理システムのタイプ
DOC_s	未処理の汚泥中の分解性有機物の割合 : デフォルト値 (下水汚泥 : 0.5、工業系汚泥 : 0.257)
$MCF_{s,treatment,l}$	メタン補正係数 (表 2-4 参照)
UF_{PJ}	モデル補正係数 (1.06)
DOC_F	バイオガスに変化する有機物の割合 : IPCC デフォルト値 0.5
F	バイオガス中のメタンガスの割合 : IPCC デフォルト値 0.5
$EF_{composting}$	有機性廃棄物のコンポストの排出係数 : IPCC デフォルト値を使用 (tCH ₄ /ton waste treated)
GWP_{CH_4}	地球温暖化係数 : IPCC デフォルト値 21

$$PE_{CO_2, sfinal, y} = S_{final, PJ, y} * DOC_s * UF_{PJ} * MCF_{s, PJ, final} * DOC_F * F * \frac{16}{12} * GWP_{CH_4} \dots\dots\dots (4)$$

- $S_{final, PJ, y}$ 排水処理システムで生成される最終汚泥中の乾燥物質の重量 (ton)
- DOC_s 未処理の汚泥中の分解性有機物の割合：デフォルト値 (下水汚泥：0.5、工業系汚泥：0.257)
- UF_{PJ} モデル補正係数 (1.06)
- $MCF_{s, BL, final}$ メタン補正係数 (表 2-4 参照)
- DOC_F バイオガスに変化する有機物の割合：IPCC デフォルト値 0.5
- F バイオガス中のメタンガスの割合：IPCC デフォルト値 0.5
- GWP_{CH_4} 地球温暖化係数：IPCC デフォルト値：21

【評価方法－2】：廃水処理システムによる温室効果ガス排出削減量を試算する早見表を用いた評価手法

廃水処理システムによる温室効果ガス排出削減量を、COD 濃度及び排水量、排水処理施設の COD 除去率などのデータから計算する早見表を利用する方法である。ベースラインシナリオ、プロジェクトラインシナリオともに、GHG排出量を早見表より読み取り、その差からGHG排出削減量を計算する。ただし、汚泥からの温室効果ガス排出量は含まれていない。

(GHG 排出削減量計算式)

$$ER_{CO_2, y} = BE_{CO_2, y} - PE_{CO_2, y}$$

ここで

- $ER_{CO_2, y}$ GHG 排出削減量 (tCO₂e)
- $BE_{CO_2, y}$ ベースラインシナリオでの GHG 排出量 (tCO₂e)
- $PE_{CO_2, y}$ プロジェクトラインシナリオでの GHG 排出量 (tCO₂e)

表 2-9 廃水処理システムによる GHG 排出削減量算定 早見表

		COD level (mg/m ³)			
		5,000 (0.005t/m ³)	10,000 (0.01t/m ³)	30,000 (0.03t/m ³)	50,000 (0.05t/m ³)
Waste water volume (m ³ /day)	65% treatment efficiency				
	1,000	2,841	6,507	21,170	35,833
	5,000	15,404	33,733	40,911	68,386
	10,000	31,108	27,174	82,123	137,072
	75% treatment efficiency				
	1,000	2,896	6,617	21,501	36,384
	5,000	15,680	34,284	51,214	85,557
	10,000	31,659	34,043	102,729	171,414
	85% treatment efficiency				
	1,000	2,951	6,727	21,831	36,936
	5,000	15,955	34,836	61,517	102,729
	10,000	32,211	40,911	123,334	205,757
95% treatment efficiency					
1,000	3,006	6,837	22,162	37,487	
5,000	16,231	35,387	71,820	119,900	
10,000	32,762	47,780	143,940	240,100	

(出典：財団法人地球環境センター CER Estimation Toolkit)

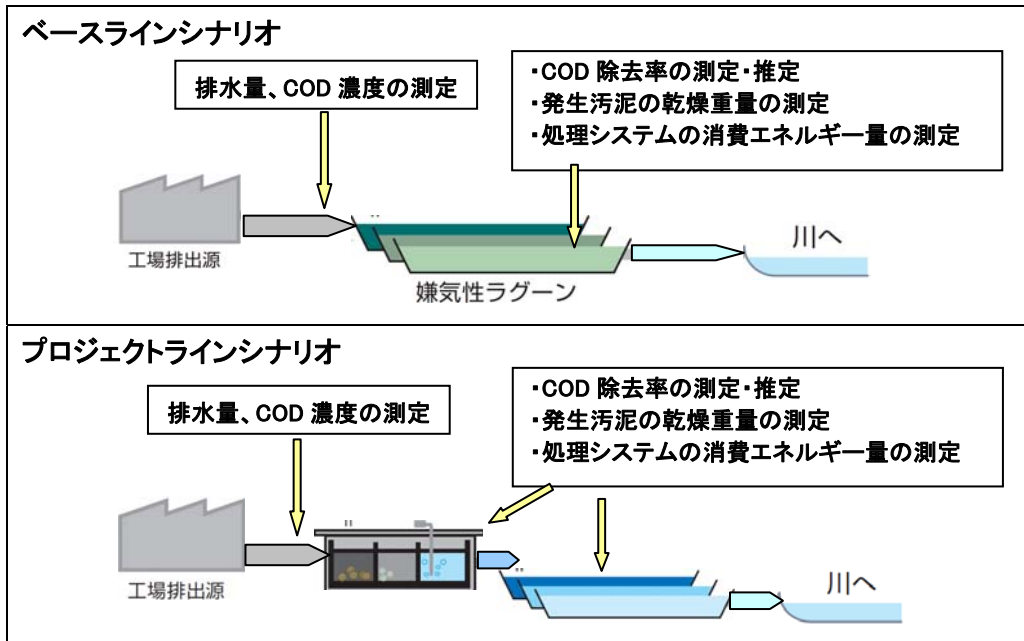
【定量評価に必要なデータの取得方法】

定量評価に必要なデータ項目、それらデータ取得方法を、以下に示す。

分類	データ項目	データ取得方法
ベースラインシナリオでの排出量計算に必要なデータ	廃水処理システムの運転に必要な年間のエネルギー量(MWh)	使用している電力・燃料使用量から算出
	廃水処理システムの年間稼働率	システムの稼働時間から算出
	電力を購入するグリッドの排出係数、もしくは使用する燃料別の排出係数	接続するグリッドもしくは使用燃料ごとの排出係数データを入手 データがない場合は、IPCC のデフォルト値を利用
	廃水処理システムに流入する年間の排水量 (m ³)	廃水処理システムに流入する廃水量を計測
	廃水処理システムにより除去されるCOD 濃度(mg/m ³)	廃水処理システムのスペック値もしくは実績値
	汚泥処理システムで処理される汚泥の乾燥重量	汚泥処理前の乾燥重量の実測値
	最終的に生成された汚泥の乾燥重量	汚泥処理後の乾燥重量の実測値
プロジェクトラインシナリオでの排出量計算に必要なデータ	廃水処システムの運転に必要な年間のエネルギー量(MWh)	使用する電力・燃料使用量を推定
	電力を購入するグリッドの排出係数、もしくは使用する燃料別の排出係数	接続するグリッドもしくは使用燃料ごとの排出係数データを入手 データがない場合は、IPCC のデフォルト値を利用
	廃水処理システムに流入する年間の排水量 (m ³)	廃水処理システムに流入する廃水量を推計
	廃水処理システムにより除去されるCOD 濃度(mg/m ³)	廃水処理システムのスペック値もしくは実績値
	汚泥処理システムで処理される汚泥の乾燥重量	汚泥処理前の乾燥重量の実測値
	最終的に生成された汚泥の乾燥重量	汚泥処理後の乾燥重量の実測値

【評価に必要なデータの取得場所】

評価に必要なデータの取得場所は以下に示すとおりとする。なお、排水の排出箇所が複数にわたる場合には、各々の箇所で行い排出量の計算を行う。評価は、これらの排出量の合計値を用いて実施する。



2.6.2 モニタリング

プロジェクト実施の効果を確認するため、プロジェクト実施後にモニタリングを行う。

(1) 環境汚染対策分野に関する効果のモニタリング

環境汚染対策分野に関する効果のモニタリングの実施内容は、以下に示すとおりとする。

1) Tier1に関するモニタリング

Tier1による評価を実施した場合には、プロジェクト実施による効果を把握するために、以下のモニタリングを実施することとする。

評価の対象	モニタリング内容
機器の導入などの「活動」に関する事業	稼動状況等をモニタリングし、正常に稼動していれば水質汚濁物質の排出削減効果があると判断できる
規制制定などの「管理・制度」に関する事業	規制等への取り組み状況をモニタリングし、規制等の遵守に向けた法規制の制定などが実施されていれば、水質汚濁物質の排出削減可能性があるかと判断できる

2) Tier2およびTier3に関するモニタリング

Tier2およびTier3による評価を実施した場合には、プロジェクト実施による効果を把握するために、以下のモニタリングを実施することとする。取得したモニタリングのデータと、前掲した計算式を用いてプロジェクト実施の効果があるかどうかを把握する。

① モニタリング項目

評価項目	モニタリング内容
廃水処理システムから排出される排水量 (m ³)	廃水処理システムから排出される排水量を計測
河川や湖沼に排出される排水中の COD 濃度	河川や湖沼などに排出される直前の COD 濃度の実測値
臭気	排水から発生する臭気をモニタリング

② モニタリング方法および頻度

データ項目	モニタリング方法	頻度
廃水処理システムから排出される排水量 (m ³)	流出排水量を直接計測	月 1 回
河川や湖沼に排出される排水中の COD 濃度	COD 濃度の測定法は、以下に示す方法から選択する。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 硫酸酸性で過マンガン酸カリウムと沸騰水浴中 (100℃) で 30 分間反応させたときの過マンガン酸カリウムの消費量を測定し、試料中の有機物の汚濁度を算出する²⁰ ・ 簡易測定法：パック測定法²¹ 	月 1 回
臭気	臭気の測定は、三点比較式臭袋法又はその簡易法で測定する。	月 1 回

(2) 温室効果ガスの排出削減効果のモニタリング

温室効果ガスの排出削減効果のモニタリングの実施内容は、以下に示すとおりとする。取得したモニタリングのデータと、前掲した計算式を用いてプロジェクト実施の効果があるかどうかを把握する。

① モニタリング項目

評価項目	モニタリング内容
廃水処理システムの運転に必要なエネルギー量(MWh)	使用する電力・燃料使用量
廃水処理システムに流入する排水量 (m ³)	廃水処理システムに流入する廃水量
廃水処理システムに流入する COD 濃度(mg/m ³)	廃水処理システムに流入する COD 濃度 (mg/m ³)
汚泥処理システムで処理される汚泥の乾燥重量	汚泥処理前の乾燥重量
最終的な生成汚泥の乾燥重量	汚泥処理後の乾燥重量

²⁰ ニクロム酸カリウムを使用する測定法もあり、ニクロム酸カリウムを使用する測定法の方が COD 値は高くなる

²¹ 試薬が入っているチューブの中に試験水を吸い込み、試薬と反応した際の色の変化によって、測定物質の大体の濃度を求める簡易測定法

② モニタリング方法および頻度

モニタリング項目	モニタリング方法	頻度
廃水処理システムの運転に必要なエネルギー量 (MWh)	燃料（電力）使用量を計測	月 1 回
廃水処理システムに流入する排水量 (m ³)	流入廃水量を直接計測	月 1 回
廃水処理システムにより除去される COD 濃度 (mg/m ³)	COD 濃度の測定法は、以下に示す方法から選択する。 ・ 硫酸酸性で過マンガン酸カリウムと沸騰水浴中（100℃）で 30 分間反応させたときの過マンガン酸カリウムの消費量を測定し、試料中の有機物の汚濁度を算出する ²² ・ 簡易測定法：パック測定法	月 1 回
汚泥処理システムで処理される汚泥の乾燥物質の重量	汚泥の乾燥物質重量を測定	月 1 回
最終的な生成汚泥の乾燥重量	汚泥の乾燥重量を測定	月 1 回

2.6.3 評価計算事例

水質改善分野におけるコベネフィットの計算事例を、国連に登録されている CDM 登録案件のデータを利用して、以下に示す。なお、温室効果ガスの削減効果の計算事例については、該当する CDM 案件の PDD を参照されたい。

(1) プロジェクトの概要

Project title

Methane recovery and utilization through organic wastewater treatment in Malaysia
(Ref No.1783)

本プロジェクトは、マレーシアにあるパーム油工場に、高有機性廃水を処理する嫌気性廃水処理装置を導入し、有機性廃水から排出されるメタンガスの発生を抑制することで温室効果ガスの削減を目的とするプロジェクトである。

このパーム油工場では、80 トンの FFB（椰子房）を処理することが出来、パーム油を含む高有機性廃水が年間平均で、288,000 m³ 発生する。この廃水は、オープンラグーンで処理されており、この過程で大量のメタンガスが大気中に放出されている。

以下に、本プロジェクトの PDD 上で記載されている廃水の諸元を示す。

- 年間排水量：288,000m³
- 処理水の COD 濃度：0.0500 (t-COD/m³)
- プロジェクト実施前の廃水処理タイプ：オープンラグーン（水深 2m 以上）

²² ニクロム酸カリウムを使用する測定法もあり、ニクロム酸カリウムを使用する測定法の方が COD 値は高くなる

➤ プロジェクト実施後の廃水処理タイプ：嫌気性廃水処理装置

(2) コベネフィットの評価

1) Tier1 を使用した場合の評価

本プロジェクトでは「嫌気性処理装置の設置」が実施されるため、廃水中の COD 濃度の低減が予想される。したがって、水質汚濁物質の排出削減に効果が上がる可能性はある。しかし、嫌気性処理装置などは、その運転条件などによって効果は大きく変動するため、プロジェクト実施後には必ずその効果をモニタリングし、水質汚濁物質の削減効果が出ているかを確認する必要がある。また本プロジェクトを実施した場合の排出削減量の見込みは大きいと想定されるため、Tier1 を用いた本プロジェクトのコベネフィット評価は、「3」となる。

2) Tier2 を使用した場合の評価

本プロジェクトのコベネフィットの評価を Tier2 で行う場合は、「嫌気性処理装置の設置」による COD の排出削減量を計算式により、定量的に評価する。

ベースラインシナリオにおける COD 量の計算式は以下に示すとおりである。

$BE_{COD,y} = COD_{const,treatment} * (1 - R_{COD,BL}) * Q_{BL,y}$	
$COD_{const,treatment}$	廃水処理システムに流入する廃水の COD 濃度 (mg/m ³)
$R_{COD,BL}$	COD の除去率
$Q_{BL,y}$	排水量 (m ³ /year)

ベースラインシナリオにおける処理装置による COD 除去率が 10%と仮定するとベースラインシナリオの COD 量は、

$$BE_{COD,y} = 0.05(t - COD / m^3) * (1 - 0.1) * 288,000(m^3) = 12,960(t - COD)$$

同様に、プロジェクトラインにおける処理装置による COD 除去率が 95%と仮定するとプロジェクトラインの COD 量は、

$$PE_{COD,y} = 0.05(t - COD / m^3) * (1 - 0.95) * 288,000(m^3) = 720(t - COD)$$

したがって、COD 量の排出削減量は、12,960 - 720 = 12,240 (t-COD)となる。

2.7 大気質改善分野のコベネフィット型温暖化対策・CDM プロジェクトの評価

大気質改善分野のコベネフィット型温暖化対策・CDM プロジェクトの評価計算方法を評価レベル (Tier1 と Tier2) 別に示すとともに、実際のプロジェクト事例の数値を用いて評価計算事例を以下に示す。また、巻末資料に、大気質改善分野のコベネフィット型温暖化対策・CDM 事例の一覧を示した。

2.7.1 評価計算方法

(1) Tier1 における評価方法

効果の定量的な算定に必要な算定式の設定やデータの取得が困難であり定量的な評価が出来ない場合に、予め設定された定性的な評価基準に基づいて評価を実施する。評価のための計算などは行わず、対策の実施内容に対応した評価基準に基づいて評価を実施する。

表 2-10 Tier1 による評価基準案 (大気質改善)

対象分野	評価分野	評価基準	分類	適用条件	実施例	排出削減量見込み	評価点 (削減の確実性レベル)
大気質改善	環境保全 (大気汚染物質の削減)	大気汚染物質の排出削減効果が確実に見込める	活動	・大気汚染物質排出削減が、絶対的に実現できる直接的なプロセス等の導入される ・活動実施後、稼動状況等がモニタリングされ、正常に稼動していることが把握できる	・燃料転換 (低硫黄、低窒素含有燃料への転換) ・燃焼装置の改造 ・高効率ボイラーへの更新 ・廃熱・廃ガスの回収利用機器の設置	大	5
						小	4
		大気汚染物質の排出削減効果が上がる可能性が高い	活動	・大気汚染物質排出削減の実現に資する設備の導入が実施される ・活動実施後、稼動状況等がモニタリングされ、正常に稼動していることが把握できる ・排出規制などの制度については、規制等への取り組み状況がモニタリングされ、排出規制が実施されていることが確認できる	・排煙脱硫装置の設置 ・排煙脱硝装置の設置 ・集塵装置の設置	大	3
			管理・制度			・大気汚染物質の排出規制 ・大気汚染物質排出削減措置の実施に必要な投資に関する低利融資や税制優遇 ・技術開発に関する補助金制度	小
大気汚染物質の排出削減効果はあると想定されるが定性的な域にある	活動	・大気汚染物質が周辺環境に及ぼす影響、それらに対する対策に関する意識を高める取り組みの実施 ・上記取り組みに対するフォローアップ調査などが実施され、成果が上がっていることが確認できる	・関係機関を通じた関連情報の提供 ・技術指導 ・教育啓発	—	1		

(2) Tier2 又は Tier3 における評価方法

Tier2 では、効果の定量的な算定に必要なデータはできる限り実測データを使用し、実測データが無い場合にはデフォルト値を使用して、予め設定された算定式を用いて定量的な評価を実施する。また、Tier2 での評価方法は、Tier3 における評価方法としても利用可能であるが、Tier3 にて計算する場合には算定式中のパラメーターを独自に設定するなどして定量評価を実施する。

ここでは、事業所などの固定発生源や自動車などの移動発生源を対象としたコベネフィット温暖化対策・CDM を取り上げ、その評価方法を示す。

1) 環境汚染対策分野に関する効果の評価方法

環境汚染対策分野に関する効果としては、大気汚染の原因の一つである硫黄酸化物、窒素酸化物の排出削減効果を定量的に評価する。

① 硫黄酸化物の排出削減量の評価方法

プロジェクト対象施設（固定発生源）から排出される排煙等に含まれる硫黄酸化物量を評価する方法は、以下に示すとおりとする。

(硫黄酸化物の排出削減量計算式)

$$ER_{SO_x,y} = BE_{SO_x,y} - PE_{SO_x,y}$$

ここで

$ER_{SO_x,y}$	排出される硫黄酸化物の削減量 (ton/year)
$BE_{SO_x,y}$	ベースラインシナリオでの硫黄酸化物排出量 (ton/year)
$PE_{SO_x,y}$	プロジェクトラインシナリオでの硫黄酸化物排出量 (ton/year)

(ベースラインシナリオでの硫黄酸化物排出量計算式：重量ベース)

$$BE_{SO_x,y} = BFC_y * CR_{sulphur,fuel} / 100 * 64 / 32 * (1 - BDR / 100) * 10^{-3}$$

ここで

BFC_y	年間の燃料使用量 (kg / year)
$CR_{sulphur,fuel}$	燃料中の硫黄成分割合 (重量%)
BDR	施設による脱硫率

(プロジェクトラインシナリオでの硫黄酸化物排出量計算式：重量ベース)

$$PE_{SO_x,y} = PFC_y * CR_{sulphur,fuel} / 100 * 64 / 32 * (1 - PDR / 100) * 10^{-3}$$

ここで

PFC_y	年間の燃料使用量 (kg / year)
$CR_{sulphur,fuel}$	燃料中の硫黄成分割合 (重量%)
PDR	施設による脱硫率

(ベースラインシナリオでの硫黄酸化物排出量計算式：容量ベース)

$$BE_{SO_x,y} = BFC_y * CR_{sulphur,fuel} / 100 * 64 / 22.4 * (1 - BDR / 100) * 10^{-3}$$

ここで

BFC_y	年間の燃料使用量 (Nm ³ / year)
CR_{unit}	燃料中の硫黄成分割合 (容量%)
BDR	施設による脱硫率

(プロジェクトラインシナリオでの硫黄酸化物排出量計算式：容量ベース)

$$PE_{SO_x,y} = PFC_y * CR_{sulphur,fuel} / 100 * 64 / 22.4 * (1 - PDR / 100) * 10^{-3}$$

ここで

PFC _y	年間の燃料使用量 (Nm ³ /year)
CR _{unit}	燃料中の硫黄成分割合 (容量%)
PDR	施設による脱硫率

【定量評価に必要なデータの取得方法】

定量評価に必要なデータ項目、およびそれらデータ取得方法は、以下に示す方法とする。

分類	データ項目	データ取得方法
ベースラインシナリオでの排出量計算に必要なデータ	燃料使用量	燃料使用量を計測
	燃料中の硫黄成分割合	燃料中の硫黄成分の割合データを入手
	施設による脱硫率	脱硫装置のスペック値を取得
プロジェクトラインシナリオ排出量計算に必要なデータ	燃料使用量	燃料使用量を推計
	燃料中の硫黄成分割合	燃料中の硫黄成分の割合データを入手
	施設による脱硫率	脱硫装置のスペック値を想定

② 窒素酸化物の排出削減量の評価方法

(i) 固定発生源

プロジェクト対象施設から排出される排出ガス等に含まれる窒素酸化物量を評価する方法は、以下に示すとおりとする。

(窒素酸化物の排出削減量計算式)

$$ER_{NO_x,y} = BE_{NO_x,y} - PE_{NO_x,y}$$

ここで

ER _{NO_x,y}	排出される窒素酸化物の削減量 (ton/year)
BE _{NO_x,y}	ベースラインシナリオでの窒素酸化物排出量 (ton/year)
PE _{NO_x,y}	プロジェクトラインシナリオでの窒素酸化物排出量 (ton/year)

(ベースラインシナリオでの窒素酸化物排出量計算式)

$$BE_{NO_x,y} = BE_{NO_x,const} * 10^{-6} * BE_{volume,h} * h * 46 / 22.4 * 10^{-3}$$

ここで

BE _{NO_x,const}	NO _x 濃度(ppm)
BE _{volume,h}	乾き排出ガス量 (Nm ³ /h) ²³
h	施設の年間稼働時間 (h)

²³ 排出ガスを測定し、乾きガス量に換算した値を使用する

(プロジェクトラインシナリオでの窒素酸化物排出量計算式)

$$PE_{NO_x,y} = PE_{NO_x,const} * 10^{-6} * PE_{volume,h} * h * 46 / 22.4 * 10^{-3}$$

ここで

$PE_{NO_x,const}$ NOx 濃度(ppm)
 $PE_{volume,h}$ 乾き排出ガス量 (Nm³/h)
 h 施設の年間稼働時間 (h)

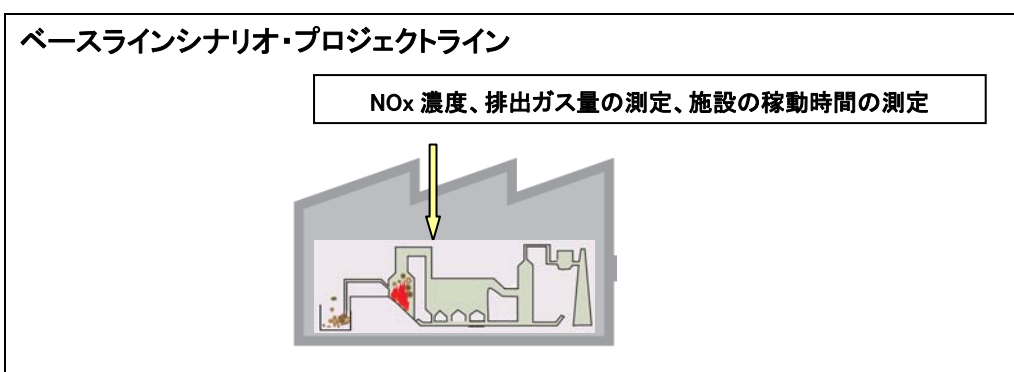
【定量評価に必要なデータの取得方法】

定量評価に必要なデータ項目、およびそれらデータ取得方法は、以下に示す方法とする。

分類	データ項目	データ取得方法
ベースラインシナリオでの排出量計算に必要なデータ	NOx 濃度	排出される NOx 濃度を測定
	時間あたりの乾き排出ガス量	時間あたりの乾き排出ガス量を測定
	施設の年間稼働時間	施設の年間稼働時間を集計
プロジェクトラインシナリオでの排出量計算に必要なデータ	NOx 濃度	排出される NOx 濃度を推定
	時間あたりの乾き排出ガス量	時間あたりの乾き排出ガス量を推定
	施設の年間稼働時間	施設の年間稼働時間を推計

【評価に必要なデータの取得場所】

評価に必要なデータの取得場所は以下に示すとおりとする。なお、排ガスの排出箇所が複数にわたる場合には、各々の箇所にてデータの取得を行い排出量の計算を行う。評価は、これらの排出量の合計値を用いて実施する。



(ii) 移動発生源

プロジェクト対象となる移動発生源から排出される排出ガス等に含まれる窒素酸化物量を評価する方法は、以下に示すとおりとする。

(窒素酸化物の排出削減量計算式)

$$ER_{NOx} = BE_{NOx} - PE_{NOx}$$

ここで

$ER_{NOx,y}$	排出される窒素酸化物の削減量 (ton/year)
$BE_{NOx,y}$	ベースラインシナリオでの排出量 (ton/year)
$PE_{NOx,y}$	プロジェクトラインシナリオでの排出量 (ton/year)

(ベースラインシナリオでの窒素酸化物の排出量計算式)

$$BE_{NOx,y} = \sum_{i,j,t} (N_{Car,BL} * D_{car,BL} * EF_{NOx,km})$$

ここで

$N_{car,BL}$	車種 i 燃料種 j 道路種 t の 台数(台)
$D_{Car,BL}$	車種 i 燃料種 j 道路種 t の年間旅程距離(km)
$EF_{NOx,km}$	走行距離あたりの NOx 排出量 (Nm ³ / km)

(プロジェクトラインシナリオでの窒素酸化物の排出量計算式)

$$PE_{NOx,y} = \sum_{i,j,t} (N_{Car,BL} * D_{car,BL} * EF_{NOx,km})$$

ここで

$N_{car,PJ}$	車種 i 燃料種 j 道路種 t の 台数(台)
$D_{Car,PJ}$	車種 i 燃料種 j 道路種 t の年間旅程距離(km)
$EF_{NOx,km}$	走行距離あたりの NOx 排出量 (Nm ³ / km)

【定量評価に必要なデータの取得方法】

定量評価に必要なデータ項目、およびそれらデータ取得方法は、以下に示す方法とする。

分類	データ項目	データ取得方法
ベースラインシナリオでの排出量計算に必要なデータ	ベースラインシナリオでの対象車両台数	ベースラインの車両の台数を、車種別、燃料種別、道路種別にカウント
	ベースラインシナリオでの対象車両の旅程距離	ベースラインの車両の旅程距離を、車種別、燃料種別、道路種別にカウント
	走行距離あたりの NOx 排出量	ベースラインの車両の走行距離あたりの NOx 排出量を調査
プロジェクトラインシナリオでの排出量計算に必要なデータ	プロジェクトシナリオでの車両台数	プロジェクトシナリオでの車両の台数を、車種別、燃料種別、道路種別にカウント
	ベースラインシナリオでの車両の旅程距離	プロジェクトシナリオでの車両の旅程距離を、車種別、燃料種別、道路種別にカウント
	走行距離あたりの NOx 排出量	プロジェクトシナリオでの車両の走行距離あたりの NOx 排出量を調査 (カタログ値など)

③ ばいじんの排出削減量の評価方法

プロジェクト対象施設（固定発生源）から排出される排出ガス等に含まれるばいじん量を評価する方法は、以下に示すとおりとする。

(ばいじんの排出削減量計算式)

$$ER_{Dust,y} = BE_{Dust,y} - PE_{Dust,y}$$

ここで

$ER_{Dust,y}$	排出されるばいじんの削減量 (ton/year)
$BE_{Dust,y}$	ベースラインシナリオでのばいじん排出量 (ton/year)
$PE_{Dust,y}$	プロジェクトラインシナリオでのばいじん排出量 (ton/year)

(ベースラインシナリオでのばいじん排出量計算式)

$$BE_{Dust,y} = BE_{Dust,const} * BE_{volume,h} * h$$

ここで

$BE_{Dust,const}$	ばいじん濃度(g/m ³)
$BE_{volume,h}$	乾き排出ガス量 (Nm ³ /h)
h	施設の年間稼動時間 (h)

(プロジェクトラインシナリオでのばいじん排出量計算式)

$$PE_{Dust,y} = PE_{Dust,const} * PE_{volume,h} * h$$

ここで

$PE_{Dust,const}$	ばいじん濃度(g/m ³)
$PE_{volume,h}$	乾き排出ガス量 (Nm ³ /h)
h	施設の年間稼動時間 (h)

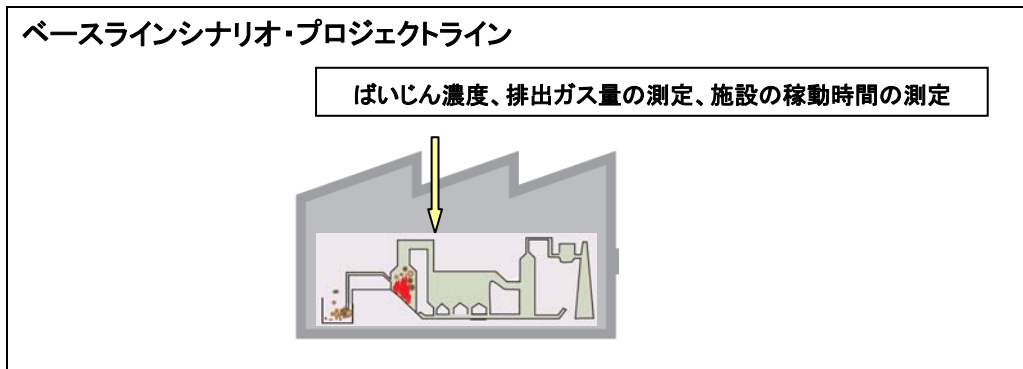
【定量評価に必要なデータの取得方法】

定量評価に必要となるデータ項目、およびそれらデータ取得方法は、以下に示す方法とする。

分類	データ項目	データ取得方法
ベースラインシナリオでの排出量計算に必要なデータ	ばいじん濃度	排出されるばいじん濃度を測定
	時間あたりの乾き排出ガス量	時間あたりの乾き排出ガス量を測定
	施設の年間稼動時間	施設の年間稼動時間を集計
プロジェクトラインシナリオでの排出量計算に必要なデータ	ばいじん濃度	排出されるばいじん濃度を推定
	時間あたりの乾き排出ガス量	時間あたりの乾き排出ガス量を推定
	施設の年間稼動時間	施設の年間稼動時間を推計

【評価に必要なデータの取得場所】

評価に必要なデータの取得場所は以下に示すとおりとする。なお、排ガスの排出箇所が複数にわたる場合には、各々の箇所でデータの取得を行い排出量の計算を行う。評価は、これらの排出量の合計値を用いて実施する。



2) 温室効果ガスの削減効果の評価方法

温室効果ガスの削減効果としては、施設（固定発生源）の運転や車両（移動発生源）の運転に使用される化石燃料の燃焼に伴い発生する温室効果ガスの排出削減量で評価する。

① 固定発生源

施設の更新・高効率化や使用燃料の転換に伴う GHG 排出削減量は、以下に示す計算式により評価する。

(GHG 排出削減量計算式)

$$ER_{CO_2,y} = BE_{CO_2,y} - PE_{CO_2,y}$$

ここで

$ER_{CO_2,y}$	GHG 排出削減量 (tCO ₂ e/year)
$BE_{CO_2,y}$	ベースラインシナリオでの GHG 排出量 (tCO ₂ e/year)
$PE_{CO_2,y}$	プロジェクトラインシナリオでの GHG 排出量 (tCO ₂ e/year)

(ベースラインシナリオでの GHG 排出量計算式)

$$BE_{CO_2,y} = BFC_y * NCV_{unit} * EF_y$$

ここで

BFC_y	年間の燃料使用量 (kg or l or Nm ³ / year)
NCV_{unit}	燃料の単位発熱量 (MJ / kg or l or Nm ³) : IPCC デフォルト値
EF_y	燃料別の CO ₂ 排出係数 (kgCO ₂ /MJ) : IPCC デフォルト値

(プロジェクトラインシナリオでの GHG 排出量計算式)

$$PE_{CO_2,y} = PFC_y * NCV_{unit} * EF_y$$

ここで

PFC _y	年間の燃料使用量 (kg or l or Nm ³ / year)
NCV _{unit}	燃料の単位発熱量 (MJ / kg or l or Nm ³) : IPCC デフォルト値
EF _y	燃料別の CO ₂ 排出係数 (kgCO ₂ /MJ) : IPCC デフォルト値

【定量評価に必要なデータの取得方法】

定量評価に必要なデータ項目、およびそれらデータ取得方法は、以下に示す方法とする。

分類	データ項目	データ取得方法
ベースラインシナリオでの排出量計算に必要なデータ	燃料使用量	年間の燃料使用量データを計測
	燃料の単位発熱量	IPCC のデフォルト値を使用
	燃料の CO ₂ 排出係数	IPCC のデフォルト値を使用
プロジェクトラインシナリオでの排出量計算に必要なデータ	燃料使用量	年間の燃料使用量を推計
	燃料の単位発熱量	IPCC のデフォルト値を使用
	燃料の CO ₂ 排出係数	IPCC のデフォルト値を使用

② 移動発生源

プロジェクト対象となる移動発生源から排出される排出ガス等に含まれる温室効果ガス排出量を評価する方法は、以下に示すとおりとする。

(GHG 排出削減量計算式)

$$ER_{CO_2,y} = BE_{CO_2,y} - PE_{CO_2,y}$$

ここで

ER _{CO₂,y}	GHG 排出削減量 (tCO ₂ e/year)
BE _{CO₂,y}	ベースラインシナリオでの GHG 排出量 (tCO ₂ e/year)
PE _{CO₂,y}	プロジェクトラインシナリオでの GHG 排出量 (tCO ₂ e/year)

(ベースラインシナリオでの GHG 排出量計算式)

$$BE_{CO_2,y} = \sum_{i,j,t} (N_{Car,BL} * D_{car,BL} * FC_{Car,BL} * NCV_{unit}) * EF_{CO_2}$$

ここで

N _{car,BL}	車種 i 燃料種 j 道路種 t の 台数(台)
D _{Car,BL}	車種 i 燃料種 j 道路種 t の旅程距離(km)
FC _{Car,y}	車種 i 燃料種 j 道路種 t の平均燃料使用量 (kg or l or Nm ³ / km)
NCV _{unit}	燃料の単位発熱量 (MJ / kg or l or Nm ³) : IPCC デフォルト値
EF _{CO₂}	燃料別の CO ₂ 排出係数 (kgCO ₂ /MJ) : IPCC デフォルト値

(プロジェクトラインシナリオでの GHG 排出量計算式)

$$PE_{CO_2,y} = \sum_{i,j,t} (N_{Car,PJ} * D_{car,PJ} * FC_{Car,PJ} * NCV_{unit}) * EF_{CO_2}$$

ここで

$N_{Car,PJ}$	プロジェクトシナリオでの車種 i 燃料種 j 道路種 t の 台数(台)
$D_{Car,PJ}$	プロジェクトシナリオでの車種 i 燃料種 j 道路種 t の旅程距離(km)
$FC_{Car,y}$	車種 i 燃料種 j 道路種 t の平均燃料使用量 (kg or l or Nm ³ / km)
NCV_{unit}	燃料の単位発熱量 (MJ / kg or l or Nm ³) : IPCC デフォルト値
EF_{CO_2}	燃料別の CO ₂ 排出係数 (kgCO ₂ /MJ) : IPCC デフォルト値

【定量評価に必要なデータの取得方法】

定量評価に必要なデータ項目、およびそれらデータ取得方法は、以下に示す方法とする。

分類	データ項目	データ取得方法
ベースラインシナリオでの排出量計算に必要なデータ	ベースラインシナリオでの車両台数	ベースラインの車両の台数を、車種別、燃料種別、道路種別にカウント
	ベースラインシナリオでの車両の旅程距離	ベースラインの車両の旅程距離を、車種別、燃料種別、道路種別にカウント
	燃料消費量	ベースラインの車両の平均燃料使用量(燃費)に調査
プロジェクトラインシナリオでの排出量計算に必要なデータ	プロジェクトシナリオでの車両台数	プロジェクトシナリオでの車両の台数を、車種別、燃料種別、道路種別にカウント
	ベースラインシナリオでの車両の旅程距離	プロジェクトシナリオでの車両の旅程距離を、車種別、燃料種別、道路種別にカウント
	燃料消費量	プロジェクトシナリオでの車両の平均燃料使用量(燃費)に調査(カタログ値など)

2.7.2 モニタリング

プロジェクト実施の効果を確認するため、プロジェクト実施後にモニタリングを行う。

(1) 環境汚染対策分野に関する効果のモニタリング

環境汚染対策分野に関する効果のモニタリングの実施内容は、以下に示すとおりとする。

1) Tier1 に関するモニタリング

Tier1 による評価を実施した場合には、プロジェクト実施による効果を把握するために、以下のモニタリングを実施することとする。

評価の対象	モニタリング内容
機器の導入などの「活動」に関する事業	稼動状況等をモニタリングし、正常に稼動していれば大気汚染物質の排出削減効果があると判断できる
規制制定などの「管理・制度」に関する事業	規制等への取り組み状況をモニタリングし、規制等の遵守に向けた法規制の制定などが実施されていれば、大気汚染物質の排出削減可能性があると判断できる

2) Tier2 および Tier3 に関するモニタリング

Tier2 および Tier3 による評価を実施した場合には、プロジェクト実施による効果を把握するために、以下のモニタリングを実施することとする。取得したモニタリングのデータと、前掲した計算式を用いてプロジェクト実施の効果があるかどうかを把握する。

① モニタリング項目

対象物質	区分	評価項目	モニタリング内容
硫黄酸化物	固定発生源	燃料使用量	燃料使用量
窒素酸化物	固定発生源	NOx 濃度	排ガス中の NOx 濃度
		排出ガス量	排出ガスの乾きガス量
		施設の年間稼働時間	施設の年間稼働時間データ
	移動発生源	車両台数	車両の台数
		車両の旅程距離	車両の旅程距離
走行距離あたりの NOx 排出量		車両の走行距離あたりの NOx 排出量	

② モニタリング方法および頻度

対象物質	区分	モニタリング項目	モニタリング方法	頻度
硫黄酸化物	固定発生源	燃料使用量	燃料使用量を計測	月1回
窒素酸化物	固定発生源	排ガス中の NOx 濃度	排ガス中の NOx 濃度を測定する。測定方法は以下に示す方法から選択する。 ・亜鉛還元ナフチルエチレンジアミン吸光度法 ²⁴ ・ナフチルエチレンジアミン法 ²⁵	月1回
		排出ガス量	排出されるガス量を測定し乾きガス量に換算 ²⁶	月1回
		施設の年間稼働時間	施設の年間稼働時間データを取得	年1回
	移動発生源	車両の台数	交通量調査などを実施し、車両台数を調査	年1回
		車両の旅程距離	交通量調査などを実施し、車両の旅程距離を調査	年1回
		車両の走行距離あたりの NOx 排出量	車両の走行距離あたりの NOx 排出量を計測	プロジェクト開始時

(2) 温室効果ガスの排出削減効果のモニタリング

温室効果ガスの排出削減効果のモニタリングの実施内容は、以下に示すとおりとする。取得したモニタリングのデータと、前掲した計算式を用いてプロジェクト実施の効果があるかどうかを把握する。

²⁴ 亜鉛還元ナフチルエチレンジアミン吸光度法 (Zn-NEDA 法) : JIS K 0104 参照

²⁵ ナフチルエチレンジアミン法 (NEDA 法) : JIS K 0104 参照

²⁶ 排出ガス量を測定し、乾きガス量に換算した値を使用する

1) モニタリング項目

区分	評価項目	モニタリング内容
固定発生源	燃料使用量	燃料使用量データ
移動発生源	車両台数	車両の台数
	車両の旅程距離	車両の旅程距離
	燃料消費量	平均燃料消費量 (燃費)

2) モニタリング方法

区分	モニタリング項目	モニタリング方法	頻度
固定発生源	燃料使用量	施設で使用している燃料使用量データを取得する	月 1 回
移動発生源	車両の台数	交通量調査などを実施し、車両台数を調査	年 1 回
	車両の旅程距離	交通量調査などを実施し、車両の旅程距離を調査	年 1 回
	燃焼消費量	車両の平均燃料消費量を測定	プロジェクト開始時

2.7.3 評価計算事例

大気質改善分野におけるコベネフィットの計算事例を、国連に登録されている CDM 登録案件のデータを利用して、以下に示す。なお、温室効果ガスの削減効果の計算事例については、該当する CDM 案件の PDD を参照されたい。

(1) プロジェクトの概要

Project title

Switching of fuel from Low Sulphur Waxy Residue fuel oil to natural gas at Gangnam branch Korea District Heating Corporation Project
(Ref No.0835)

本プロジェクトは、地域暖房用の 4 つの Low Sulphur Waxy Residue fuel oil (LSWR) ボイラーを、3 つの天然ガスボイラーに変更するプロジェクトである。

現在 4 基の地域暖房用のボイラーが使用されており運転燃料として重油を使用している。このボイラーを天然ガスボイラーに変更し使用する燃料の転換を行うことにより、化石燃料から発生する硫黄酸化物などの大気汚染物質を削減するとともに、温室効果ガスの削減も目的とする。

既存ボイラーの能力は、2 機が 51Gcal/h、残り 2 機が 102 Gcal/h であり、燃料使用量は 4 基で合計して 113,040kL/year の重油を消費している。使用している石油燃料に含まれる硫黄分の濃度は約 0.3%以下である。

そこに、新しい天然ガスボイラーを 3 機導入することとし、その能力は、103.2 Gcal/h であり、天然ガスの使用量は 112,810,463m³/year である。

以下に、本プロジェクトの PDD 上で記載されているボイラーの諸元をまとめる。

- ▶ 既存ボイラー：(重油焚き) 51Gcal/h × 2 基、102 Gcal/h × 2 基

- 使用燃料量：113,040kL/year の重油（硫黄分濃度：0.3%以下）
- プロジェクト実施内容：天然ガスボイラー3機へ更新、天然ガス使用量は112,810,463m³/year
- 施設の脱硫率：約90%

(2) コベネフィットの評価

1) Tier1 を使用した場合の評価

本プロジェクトのコベネフィットの評価を Tier1 で実施した場合は、「ボイラーの変更による燃料転換」が実施されるため、硫黄酸化物の排出削減が見込める。「ボイラーの変更による燃料転換」の場合は、施設が稼動しており、重油焚きボイラーが完全に撤去されていれば、大気汚染物質の排出削減効果は確実にある。したがって、プロジェクト実施後には施設が稼動しているかどうかのチェックを実施する必要がある。また、本プロジェクトの実施による排出削減量見込みは大きいと想定されることから、Tier1 を用いた本プロジェクトのコベネフィット評価は、「3」となる。

2) Tier2 を使用した場合の評価

本プロジェクトのコベネフィットの評価を Tier2 で実施した場合は、「ボイラーの変更による燃料転換」による硫黄酸化物の排出削減量を計算式により、定量的に評価する。

ベースラインシナリオにおける硫黄酸化物排出量の計算式は以下に示すとおりである。

(ベースラインシナリオでの排出量計算式：容量ベース)

$$BE_{SO_x,y} = BFC_y * CR_{sulphur,fuel} / 100 * 64 / 22.4 * (1 - BDR / 100) * 10^{-3}$$

ここで

BFC _y	年間の燃料使用量 (kl / year)
CR _{sulphur,fuel}	燃料中の硫黄成分割合 (容量%)
BDR	施設による脱硫率

よって、ベースラインシナリオでの硫黄酸化物排出量は、

$$BE_{SO_x,y} = 113,040(kl) * 0.3 / 100 * 64 / 22.4 * (1 - 90 / 100) = 96.9 t / year$$

天然ガスには、ほとんど硫黄分が含まれていないと仮定すると、プロジェクト実施により硫黄酸化物の排出はなくなると考えられる。

硫黄酸化物の排出削減量は、96.9 t/year²⁷である。

²⁷ PDD 上の記載では、硫黄酸化物の削減は、95t

2.8 廃棄物管理分野のコベネフィット型温暖化対策・CDM プロジェクトの評価

廃棄物管理分野のコベネフィット型温暖化対策・CDM プロジェクトとして想定されるプロジェクト例などを示すとともに、その評価計算方法及び評価計算事例を以下に示す。また、巻末資料に、廃棄物管理分野のコベネフィット型温暖化対策・CDM 事例の一覧を示した。

2.8.1 評価計算方法

(1) Tier1 における評価方法

効果の定量的な算定に必要な算定式の設定やデータの取得が困難であり定量的な評価が出来ない場合に、予め設定された定性的な評価基準に基づいて評価を実施する。評価のための計算などは行わず、対策の実施内容に対応した評価基準に基づいて評価を実施する。

表 2-11 Tier1 による評価基準案（廃棄物管理）

対象分野	評価分野	評価基準	分類	適用条件	実施例	排出削減量見込み	評価点 (削減の確実性レベル)
廃棄物管理	環境保全 (廃棄物管理に関する問題の解消)	廃棄物管理に関する問題(悪臭問題を含む)低減が確実に見込める	活動	<ul style="list-style-type: none"> ・廃棄物量削減や周辺環境への悪影響の削減が、絶対的に実現できる直接的なプロセス等の導入される ・活動実施後、稼動状況等がモニタリングされ、正常に稼動していることが把握できる 	<ul style="list-style-type: none"> 【廃棄物管理基盤システム整備】 ・廃棄物の処理設備、処分場の整備の実施 【廃棄物の適正処理の実施】 ・中間処理としての焼却処理の実施 ・最終処分場における新しい埋立処理管理方法の採用 【廃棄物の減容化を実施】 ・廃棄物をコンポスト化しリサイクル ・廃棄物をエネルギー及び原材料としてのリサイクル ・畜糞・バイオマスバイオマス燃料源としてリサイクル 	大	5
					<ul style="list-style-type: none"> 【廃棄物管理基盤システム整備】 ・廃棄物収集システムや収集車両の整備 【廃棄物処理の適正化の実施】 ・最終処分場における新しい埋立処理管理方法の採用 	大	3
		廃棄物管理に関する問題(悪臭問題を含む)低減につながる可能性が高い	管理・制度	<ul style="list-style-type: none"> ・廃棄物量削減や周辺環境への悪影響削減の実現に資する設備の導入が実施される ・活動実施後、稼動状況等がモニタリングされ、正常に稼動していることが把握できる ・廃棄物減量への取り組み(3Rなど)については、取り組み状況がモニタリングされ、取り組みが実施されていることが確認できる 	<ul style="list-style-type: none"> ・廃棄物の処理に関する規制 ・廃棄物処理に関するマニフェスト制度 ・廃棄物問題の低減措置の実施に必要な投資に関する低利融資や税制優遇 ・技術開発に関する補助金制度 	小	2
					<ul style="list-style-type: none"> ・廃棄物の不法投棄や放置、臭気が周辺環境に及ぼす影響、それらに対する対策に関する意識を高める取り組みの実施 ・上記取り組みに対するフォローアップ調査などが実施され、成果が上がっていることが確認できる 	—	1
		廃棄物管理に関する問題(悪臭問題を含む)の解消に効果があると想定されるが定性的な域にある	活動	<ul style="list-style-type: none"> ・廃棄物の不法投棄や放置、臭気が周辺環境に及ぼす影響、それらに対する対策に関する意識を高める取り組みの実施 ・上記取り組みに対するフォローアップ調査などが実施され、成果が上がっていることが確認できる 	<ul style="list-style-type: none"> ・関係機関を通じた関連情報の提供 ・技術指導 ・教育啓発 	—	1

(2) Tier2 又は Tier3 における評価方法

Tier2 では、効果の定量的な算定に必要なデータはできる限り実測データを使用し、実測データが無い場合にはデフォルト値を使用して、予め設定された算定式を用いて定量的な評価を実施する。また、Tier2 での評価方法は、Tier3 における評価方法としても利用可能であるが、Tier3 にて計算する場合には算定式中のパラメーターを独自に設定するなどして定量評価を実施する。

廃棄物管理分野における評価については、プロジェクトを実施する対象地域における廃棄物管理の状況にあわせて、実施するプロジェクトの内容が異なってくる。以下に、想定される廃棄物処理の段階と対象地域の状況、実施内容を示すとともに、各々の段階におけるコベネフィットの評価方法を示す。

段階	実施する内容	使用する評価指標
1	廃棄物管理基盤システムの確立 廃棄物管理基盤システム（廃棄物の収集システムや処理システムの整備など）を行い、廃棄物処理行政の確立を行う	収集エリアカバー率 廃棄物収集率
2	廃棄物量の減容への取り組み 廃棄物の Reduce, Reuse, Recycle を原則としてこの優先順位で促進し、廃棄物量の減容を行うとともに、温室効果ガス排出削減を行う	廃棄物量（発生量、収集量、処分量） リサイクル率
3	廃棄物の適正処理の実施 収集した廃棄物の処理を適正に行い、周辺環境への悪影響を削減するとともに、温室効果ガス排出削減を行う	浸出水の COD 濃度 悪臭

1) 段階 1：廃棄物管理基盤システムの確立

① 環境汚染対策分野に関する効果の評価方法

環境汚染対策分野に関する効果としては、廃棄物収集エリアのカバー率向上、廃棄物収集率の向上を定量的に評価する。

(i) 収集エリアカバー率の向上の評価方法

プロジェクトの実施に伴い体系的・組織的な廃棄物の収集が実施されることによる、廃棄物収集対象エリアにおける収集エリアカバー率の向上を評価する手法は、以下に示すとおりとする。

(収集エリアカバー率向上の計算式)

$$R_{Area} = R_{Area,PJ} - R_{Area,BL}$$

ここで

R_{Area}	収集エリアカバー率の向上 (%)
$R_{Area,PJ}$	プロジェクト実施後の収集エリアカバー率 (%)
$R_{Area,BL}$	プロジェクト実施前の収集エリアカバー率 (%)

なお、収集エリアカバー率（プロジェクト実施前、実施後共）は、以下の算定式により計算する。

$$\text{収集エリアカバー率} = \frac{\text{実際に収集したエリア面積（もしくは人口）}}{\text{収集対象エリア面積（もしくは人口）の計画値}}$$

【定量評価に必要なデータの取得方法】

定量評価に必要となるデータ項目、およびそれらデータ取得方法は、以下に示す方法とする。

データ項目	データ取得方法
実際に収集しているエリア面積（人口）	実際に廃棄物の収集が実施されているエリアの面積（人口）を地図（管理データ）などから計測
収集対象エリア面積（人口）の計画値	廃棄物の収集対象計画エリアの面積（人口）を地図（統計値）などから計測

(ii) 廃棄物収集率の評価方法

プロジェクトの実施に伴い体系的・組織的な廃棄物の収集が実施されることによる、廃棄物収集率の向上を評価する手法は、以下に示すとおりとする。

(廃棄物収集率向上の計算式)

$$R_{Collection} = R_{Collection,PJ} - R_{Collection,BL}$$

ここで

$R_{Collection}$	廃棄物収集率の向上（%）
$R_{Collection,PJ}$	プロジェクト実施後の廃棄物収集率（%）
$R_{Collection,BL}$	プロジェクト実施前の廃棄物収集率（%）

なお、廃棄物収集率は、以下の算定式により計算する。

$$\text{収集率} = \frac{\text{実際に収集された廃棄物量（重量又は体積）}}{\text{想定される収集対象廃棄物量の計画値（重量又は体積）}}$$

【定量評価に必要なデータの取得方法】

定量評価に必要となるデータ項目、およびそれらデータ取得方法は、以下に示す方法とする。

データ項目	データ取得方法
実際に収集された廃棄物量	実際に収集された廃棄物量を、廃棄物処分場などにトラックスケールなど設置して計測
想定される収集対象廃棄物量の計画値	廃棄物管理基盤システム整備計画などで設定する収集対象廃棄物量の計画値

② 温室効果ガスの削減効果の評価方法

温室効果ガスの削減効果は、廃棄物収集車両からの温室効果ガスの排出量の合計値により評価する。なお、中間処理として廃棄物を焼却処理した場合には焼却処理に伴い発生する温室効果ガスも考慮に入れることとする。

(i) 廃棄物収集車両からの温室効果ガスの排出量

廃棄物収集車両から発生する温室効果ガスの排出量については、「大気質改善分野」における「温室効果ガスの削減効果 ②移動発生源」の評価方法を参照されたい。

2) 段階2：廃棄物の減容化への取り組み

① 環境汚染対策分野に関する効果の評価方法

環境汚染対策分野に関する効果としては、廃棄物の減容による廃棄物発生量（もしくは廃棄物収集量）の削減や、廃棄物をエネルギーや原料としてリサイクルする事によるリサイクル率の向上、最終処分される廃棄物の削減量を、定量的に評価する

(i) 廃棄物発生量の削減の評価方法

プロジェクト対策を実施することによる廃棄物発生量の削減の評価手法は、以下に示すとおりとする。なお、廃棄物発生量のデータの取得が困難な場合には、廃棄物を収集した段階での「収集量」を使用して定量的な評価を行う。

(廃棄物発生量の削減量計算式)

$$W_{\text{volume}} = W_{\text{volume,PJ}} - W_{\text{volume,BL}}$$

ここで

W_{volume}	廃棄物発生量の削減量 (ton)
$W_{\text{volume,PJ}}$	プロジェクト実施後の廃棄物発生量 (ton)
$W_{\text{volume,BL}}$	プロジェクト実施前の廃棄物発生量 (ton)

【定量評価に必要なデータの取得方法】

定量評価に必要なデータ項目、およびそれらデータ取得方法は、以下に示す方法とする。

データ項目	データ取得方法
廃棄物発生量 (ton)	廃棄物の発生段階における廃棄物量を、発生源別にヒアリング等により調査する。 なお、廃棄物発生量のデータ取得が困難な場合は、廃棄物の収集を行った後の廃棄物収集量のデータで代用する

(ii) リサイクル率向上の評価方法

プロジェクト対策実施により、廃棄物をエネルギー源や原料としてリサイクルすることによる、リサイクル率向上を評価する手法は、以下に示すとおりとする。

(リサイクル率向上の計算式)

$$R_{\text{Recycle}} = R_{\text{Recycle,PJ}} - R_{\text{Recycle,BL}}$$

ここで

R_{Recycle}	リサイクル率の向上 (%)
$R_{\text{Recycle,PJ}}$	プロジェクト実施後のリサイクル率 (%)
$R_{\text{Recycle,BL}}$	プロジェクト実施前のリサイクル率 (%)

なお、リサイクル率は、以下の算定式により計算する。

$$\text{リサイクル率} = \text{リサイクルされた廃棄物量} / \text{廃棄物総量}$$

【定量評価に必要なデータの取得方法】

定量評価に必要となるデータ項目、およびそれらデータ取得方法は、以下に示す方法とする。

データ項目	データ取得方法
リサイクルされた廃棄物量(ton)	収集された後、最終処分されるまでに、リサイクルされた廃棄物量を計量する
廃棄物総量(ton)	収集された廃棄物総量

(iii) 廃棄物処分量の削減の評価方法

プロジェクト対策を実施することによる廃棄物処分量の削減の評価手法は、以下に示すとおりにする。

(廃棄物処分量の削減量計算式)

$$D_{\text{volume}} = D_{\text{volume,PJ}} - D_{\text{volume,BL}}$$

ここで

D_{volume}	廃棄物処分量の削減量 (ton)
$D_{\text{volume,PJ}}$	プロジェクト実施後の廃棄物処分量 (ton)
$D_{\text{volume,BL}}$	プロジェクト実施前の廃棄物処分量 (ton)

【定量評価に必要なデータの取得方法】

定量評価に必要となるデータ項目、およびそれらデータ取得方法は、以下に示す方法とする。

データ項目	データ取得方法
廃棄物処分量 (ton)	最終処分場に運び込まれる廃棄物量を、処分場に設置してあるトラックスケール等により計量する

② 温室効果ガスの削減効果の評価方法

温室効果ガスの削減効果は、実施したプロジェクト内容に対応した評価対象を以下に示す項目から選択して、評価を実施する。

評価対象	評価する内容および評価方法
廃棄物発生量の削減に伴う温室効果ガス(CO ₂)の排出削減	廃棄物発生量(もしくは収集量)の削減に伴う、廃棄物収集車両の使用量の削減および中間処理として実施する廃棄物の焼却処理量の削減による、廃棄物収集車両から発生する温室効果ガス(CO ₂)の排出削減量および焼却処理する廃棄物量が減ることによる温室効果ガス(CO ₂)の排出削減量により評価する。 具体的な評価方法については、「大気質改善分野(2.7)」における「温室効果ガスの削減効果 ②移動発生源」および「廃棄物の適正処理の実施」における「廃棄物を焼却処理した際に発生するCO ₂ 排出量」を参照
エネルギー源および原料として廃棄物をリサイクルしたことによる、温室効果ガス(CO ₂)の排出削減	施設や設備(固定発生源)など運転に使用される化石燃料の代替として、廃棄物由来のエネルギー及び原料を使用することによる、化石燃料の燃焼に伴い発生する温室効果ガス(CO ₂)の排出削減量により評価する。 具体的な評価方法については、「大気質改善分野(2.7)」における「温室効果ガスの削減効果の評価方法 ①固定発生源」を参照

廃棄物の最終処分量の削減による温室効果ガス (CH ₄) の削減	埋立処分される廃棄物の最終処分量の削減に伴う、埋立処分場から発生する温室効果ガス (CH ₄) の排出削減量により評価する。具体的な評価方法については、「廃棄物の適正処理の実施」における「廃棄物処分場から発生する CH ₄ の排出削減量」を参照
--	---

3) 段階3：廃棄物の適正処理の実施

① 環境汚染対策分野に関する効果の評価方法

環境汚染対策分野に関する効果としては、廃棄物処分場からの浸出水中の有機物の指標である COD 濃度の減少量を定量的に、悪臭の指標である臭気の抑制効果を半定量的に、評価する。

(i) 廃棄物処分場からの浸出水中の有機物の指標である COD 濃度の減少

廃棄物処分場からの浸出水に含まれる COD 濃度を評価する方法は、以下に示すとおりとする。

(COD 濃度低減の計算式)

$$ER_{COD} = BE_{COD} - PE_{COD}$$

ここで

ER _{COD}	排出される COD 濃度の低減量 (mg/m ³)
BE _{COD}	ベースラインシナリオでの COD 濃度 (mg/m ³)
PE _{COD}	プロジェクトラインシナリオでの COD 濃度 (mg/m ³)

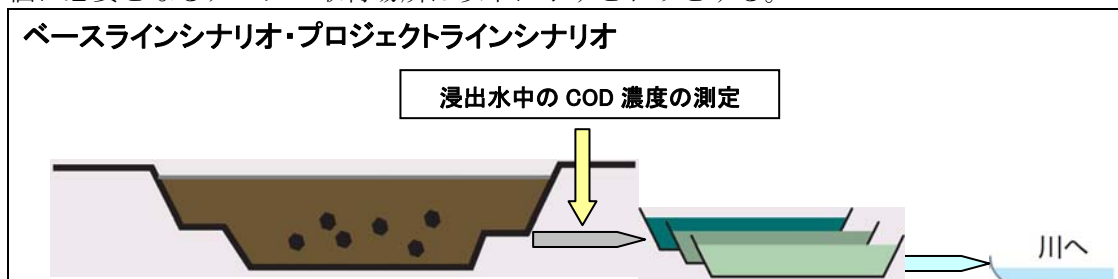
【定量評価に必要なデータの取得方法】

定量評価に必要なデータ項目、およびそれらデータ取得方法は、以下に示す方法とする。

データ項目	データ取得方法
浸出水中の COD 濃度 (mg/m ³)	処分場から浸出してくる浸出水の濃度を測定する

【評価に必要なデータの取得場所】

評価に必要なデータの取得場所は以下に示すとおりとする。



(ii) 悪臭の抑制効果の評価方法

廃水中に含まれる悪臭物質から発生する悪臭の指標として臭気を選択し、その定量評価 (半定量的) においては臭気指数を使用する。なお、具体的な評価方法については、「水質改善分野」における「悪臭の抑制効果の評価方法」を参照されたい。

② 温室効果ガスの削減効果の評価方法

温室効果ガスの削減効果は、廃棄物処分場から発生する温室効果ガスであるメタンガス（CH₄）の排出削減量と、中間処理として廃棄物を焼却処理した場合には焼却処理に伴い発生する温室効果ガスも考慮に入れた合計値により評価するものとする。

(i) 廃棄物処分場から発生する CH₄ の排出削減量

廃棄物処分場から発生する CH₄ の排出削減量の計算方法は、以下に示す 2 通りの方法から状況に応じて選択する。

(評価方法の選択肢)

評価方法－1：廃棄物処分場での CH₄ 排出回避量の計算ツール²⁸を用いた評価手法

評価方法－2：廃棄物処分場に持ち込まれる廃棄物を排出する人口、廃棄物処分場の管理形態などのデータを用いて廃棄物処分場から排出される温室効果ガス量を試算する早見表を用いた評価手法

【評価方法－1】：廃棄物処分場でのメタン排出回避量の計算ツールを用いた評価手法

廃棄物処分場から発生する CH₄ 排出量については、IPCC で規定している廃棄物処分場でのメタン排出回避量の計算ツール (Tool to determine methane emissions avoided from dumping waste at a solid waste disposal site) による FOD (First Order Decay) モデルを用いて計算する。

$$BE_{CH_4,SWDS,y} = \phi * (1 - f) * GWP_{CH_4} * (1 - OX) * \frac{16}{12} * F * DOC_f * MCF * \sum_{x=1}^y \sum_j W_{j,x} * DOC_j * e^{-k_j(y-x)} * (1 - e^{-k_j})$$

ここで

BE _{CH₄,SWDS,y}	廃棄物処分場から発生する GHG 排出量 (tCO ₂ e)
φ	モデルの不確定要素を計算するためのモデル補正係数
f	回収されたメタンの内、フレアリング/燃焼/利用されるメタンの割合
GWP _{CH₄}	メタンの地球温暖化係数：21
OX	酸化係数 (管理型埋立処分場：0.1、その他：0)
F	廃棄物処分場からのガス中に占めるメタンの割合 (体積分率) デフォルト値：0.5
DOC _f	分解可能な有機性炭素 (DOC) の割合 デフォルト値：0.5
MCF	メタン補正係数
W _{j,x}	x 年に廃棄物処分場に埋め立てられた有機性廃棄物タイプ j の量 (ton)
DOC _j	廃棄物タイプ j 中の分解可能な有機性炭素 (DOC) の割合 (重量比)
k _j	廃棄物タイプ j の腐敗率
j	廃棄物タイプ
x	廃棄物が埋め立てられた年 (x の値は、埋め立てが開始された年(x=1)から、メタン排出量を計算する年(x=y)までの値をとる)
y	メタン排出量算定対象年

²⁸ Tool to determine methane emissions avoided from dumping waste at a solid waste disposal site

表 2-12 DOC_i の設定値²⁹

Waste type j	DOC _j (% dry waste)	DOC _j (% dry waste)
Wood and wood products	43	50
Pulp, paper and cardboard (other than sludge)	40	44
Food, food waste, beverages and tobacco (other than sludge)	15	38
Textiles	24	30
Garden, yard and park waste	20	49
Glass, plastic, metal, other inert waste	0	0

表 2-13 k_j の設定値³⁰

Waste type j		Boreal and temperate (MAT < 20°C)		Tropical (MAT > 20°C)	
		Dry(MAP/P ET<1)	Wet(MAP/ PET>1)	Dry(MAP<1 000mm)	Wet(MAP>1 000mm)
Slowly degrading	Pulp, paper, cardboard (other than sludge), textiles	0.04	0.06	0.045	0.07
Moderately degrading	Wood and wood products	0.02	0.03	0.025	0.035
	Other (non-food) organic putrescible garden and park waste	0.05	0.10	0.065	0.17
Rapidly degrading	Food, food waste, beverages and tobacco	0.06	0.185	0.085	0.40

【評価方法-2】: 早見表による評価方法

廃棄物処分場に持ち込まれる廃棄物を排出する人口、廃棄物処分場の管理形態などのデータを用いて、廃棄物処分場から排出される温室効果ガス量を算定する方法である。

表 2-14 廃棄物処分場からの温室効果ガス排出量算定 早見表

		Landfill Management Level								
		1.Managed			2.Unmanaged (Deep)			3.Unmanaged (shallow)		
		1 st year	7 th year	Average of 1 st – 7 th year	1 st year	7 th year	Average of 1 st – 7 th year	1 st year	7 th year	Average of 1 st – 7 th year
South-Eastern Asia										
Population whose waste is disposed at landfill site (,000 cap.)	100	10,519	3,990	6,527	8,415	3,192	5,222	4,208	1,596	2,611
	300	31,558	11,969	19,581	25,246	9,575	15,665	12,623	4,787	7,832
	1,000	105,193	38,896	65,271	84,155	31,916	52,217	42,077	15,958	26,108
	3,000	315,580	119,687	195,812	252,464	95,749	156,650	126,232	47,875	78,325
	10,000	1,051,933	398,956	652,706	841,546	319,165	522,165	420,773	159,582	261,083
Eastern Europe										
Population whose waste is disposed at landfill site (,000 cap.)	100	14,444	11,010	12,658	11,555	8,808	10,127	5,778	4,404	5,063
	300	43,332	33,031	37,975	34,666	26,425	30,380	17,333	13,212	15,190
	1,000	144,440	110,103	126,582	115,552	88,082	101,266	57,776	44,041	50,633
	3,000	433,319	330,309	379,747	346,655	264,247	303,797	173,328	132,124	151,899
	10,000	1,444,397	1,101,029	1,265,822	1,155,517	880,823	1,012,658	577,759	440,412	506,329
South America										
Population whose waste is disposed at landfill site (,000 cap.)	100	8,743	4,430	6,328	6,994	3,544	5,063	2,497	1,772	2,531
	300	26,229	13,289	18,985	20,983	10,631	15,188	10,491	5,316	7,594
	1,000	87,429	44,298	63,285	69,943	35,438	50,628	34,972	17,719	25,314
	3,000	262,287	132,893	189,854	209,830	106,314	151,883	104,915	53,157	75,941
	10,000	874,290	442,976	632,846	699,432	354,381	506,276	349,716	177,190	253,138

(出典：財団法人地球環境センター CER Estimation Toolkit)

²⁹ 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories

³⁰ 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories

【定量評価に必要なデータの取得方法】

定量評価に必要なデータ項目、およびそれらデータ取得方法は、以下に示す方法とする。

分類	データ項目	データ取得方法
廃棄物処分場から発生するメタンガス排出量の計算に必要なデータ	埋め立てる有機性廃棄物の量	埋め立てる有機性廃棄物量データの統計値（推計値）を取得
	廃棄物タイプごとの分解可能な有機性炭素の割合	ツールに示されている値から該当するデータを採用
	廃棄物タイプごとの腐敗率	ツールに示されている値から該当するデータを採用
	人口	廃棄物を排出する地域の人口

(ii) 廃棄物を焼却処理した際に発生する CO₂ 排出量

廃棄物を焼却処分した際に発生する CO₂ 排出量については、IPCC にて公表されている廃棄物の焼却処理における CO₂ 発生量の計算式³¹を用いて計算する。

$$CO_2 \text{ emissions} = \sum_i (SW_i * dmi * CF_i * FCF_i * OF_i) * \frac{44}{12}$$

ここで

- SW_i 焼却処理される固形廃棄物の総量 (Gg/ year)
- dmi 焼却処理される廃棄物中の乾燥成分の割合
- CF_i 乾燥成分中の炭素含有率
- FCF_i 含有されている炭素の化石燃料由来率
- OX 酸化係数 (1.0)

表 2-15 係数の設定値

Parameters	Management practice	MSW	Industrial Waste (%)	Clinical Waste (%)	Sewage Sludge (%)	Fossil Liquid Waste (%)
Dry matter content in % of wet weight (dmi)	-	-	NA	NA	NA	NA
Total carbon content in % of dry weight	-	-	50	60	40-50	80
Fossil carbon fraction in % of total carbon content	-	-	90	40	0	100
Oxidation factor in % of carbon input	incineration	100	100	100	100	100

【定量評価に必要なデータの取得方法】

定量評価に必要なデータ項目、およびそれらデータ取得方法は、以下に示す方法とする。

分類	データ項目	データ取得方法
廃棄物を焼却処理した際に発生する CO ₂ 排出量の計算に必要なデータ	焼却処理される固形廃棄物の総量	焼却処理される固形廃棄物の総量を計測

³¹ 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 5

2.8.2 モニタリング

プロジェクトの実施の効果を確認するため、プロジェクト実施後にモニタリングを実施する。

(1) 環境汚染対策分野に関する効果のモニタリング

環境汚染対策分野に関する効果のモニタリングの実施内容は、以下に示すとおりとする。

1) Tier1 に関するモニタリング

Tier1 による評価を実施した場合には、プロジェクト実施による効果を把握するために、以下のモニタリングを実施することとする。

評価の対象	モニタリング内容
機器の導入などの「活動」に関する事業	稼動状況等をモニタリングし、正常に稼動していれば廃棄物管理に関する問題の低減に効果があると判断できる
規制制定などの「管理・制度」に関する事業	規制等への取り組み状況をモニタリングし、規制等の遵守に向けた法規制の制定などが実施されていれば、廃棄物問題の解消に繋がる可能性があるかと判断できる

2) Tier2 および Tier3 に関するモニタリング

Tier2 および Tier3 による評価を実施した場合には、プロジェクト実施による効果を把握するために、以下のモニタリングを実施することとする。

① モニタリング項目

段階	評価項目	モニタリング内容
1	廃棄物収集エリア面積	収集エリアの拡大状況（面積データ）
	廃棄物収集量	廃棄物の収集量
2	廃棄物発生量（廃棄物収集量）	廃棄物の発生量もしくは収集量
	リサイクル率	廃棄物のリサイクル率
	廃棄物処分量	最終処分される廃棄物の量
3	COD 濃度	廃棄物処分場から浸出する廃水中の COD 濃度(mg/m ³)
	臭気	廃棄物処分場から浸出する廃水、および廃棄物処分場周辺の臭気

② モニタリング方法および頻度

モニタリング項目	モニタリング方法	頻度
廃棄物収集エリア	収集実施面積を地図上などから計測	月 1 回
廃棄物収集量	廃棄物処分場に搬入される廃棄物量を測定	都度
廃棄物発生量（廃棄物収集量）	廃棄物の発生段階における廃棄物量を、発生源別にヒアリング等により調査する。 なお、廃棄物発生量のデータ取得が困難な場合は、廃棄物の収集を行った後の廃棄物収集量をトラックゲージなどで計測して代用	月 1 回

リサイクル率	リサイクルされた廃棄物量と、廃棄物総量を、中間処理施設に搬入された廃棄物量と、最終処分場に搬出された廃棄物量のデータより算出	月1回
廃棄物処分量	最終処分場に搬入される廃棄物の量をトラックゲージで計測して集計する	都度
COD 濃度(mg/m ³)	COD 濃度の測定法は、以下に示す方法から選択する。 <ul style="list-style-type: none"> 硫酸酸性で過マンガン酸カリウムと沸騰水浴中（100℃）で 30 分間反応させたときの過マンガン酸カリウムの消費量を測定し、試料中の有機物の汚濁度を算出する³² 簡易測定法：パック測定法 	月1回
臭気	臭気の測定は、三点比較式臭袋法又はその簡易法で測定する。	月1回

(2) 温室効果ガスの排出削減効果のモニタリング

温室効果ガスの排出削減効果のモニタリングの実施内容は、以下に示すとおりとする。

1) モニタリング項目

段階	評価項目	モニタリング内容
1	廃棄物収集車両台数	廃棄物収集車両台数
	廃棄物収集車両旅程距離	廃棄物収集車両の旅程距離
	廃棄物収集車両の平均燃料消費量	廃棄物収集車両で使用する燃料量
2	廃棄物収集車両台数	廃棄物収集車両台数
	廃棄物収集車両旅程距離	廃棄物収集車両の旅程距離
	廃棄物収集車両の平均燃料消費量	廃棄物収集車両で使用する燃料量
	焼却処分する廃棄物の量	焼却処理をする廃棄物の量
	化石燃料使用量	施設で使用する化石燃料使用量データ
	発生するメタンガスの量	埋立処分場から発生するメタンガスの量
3	発生するメタンガスの量	埋立処分場から発生するメタンガスの量
	焼却処分する廃棄物の量	焼却処理をする廃棄物の量

2) モニタリング方法および頻度

段階	モニタリング項目	モニタリング方法	頻度
1	廃棄物収集車両台数	廃棄物収集車両の台数を調査	月1回
	廃棄物収集車両旅程距離	廃棄物収集車両旅程距離を調査	月1回
	廃棄物収集車両の燃料消費量	平均燃料消費量データを調査	月1回
2	廃棄物収集車両台数	廃棄物収集車両の台数を調査	月1回
	廃棄物収集車両旅程距離	廃棄物収集車両旅程距離を調査	月1回
	廃棄物収集車両の燃料消費量	平均燃料消費量データを調査	月1回
	焼却処分する廃棄物の量	焼却処理をする廃棄物の量を計量し集約する	月1回
	化石燃料使用量	化石燃料使用量のデータを記録し集約する	月1回
	発生するメタンガスの量	埋立処分場から発生するメタンガス	月1回

³²ニクロム酸カリウムを使用する測定法もあり、ニクロム酸カリウムを使用する測定法の方が COD 値は高くなる

		の量を、計測機器を設置してモニタリングする	
3	発生するメタンガスの量	埋立処分場から発生するメタンガスの量を、計測機器を設置してモニタリングする	月1回
	焼却処分する廃棄物の量	焼却処理をする廃棄物の量を計量し集約する	月1回

2.8.3 評価計算事例

廃棄物管理分野におけるコベネフィットの計算事例としては、過去に途上国で実施された廃棄物の総合管理計画における事例を参考として、推計データとして以下に示す。なお、温室効果ガスの削減効果の計算事例については、国連に登録されている CDM 案件の PDD を参照されたい。

(1) プロジェクトの概要

ある途上国において廃棄物統合管理計画の策定を行い、当該国当該地域におけるの廃棄物管理の実情を把握し、その改善に向けた長期的な方策を検討している。

このプロジェクトでは、以下に示す基本戦略を策定している。

1. 法的基盤の整備など廃棄物管理に関する基本的ルールの確立
2. 廃棄物管理に関連する組織の強化
3. 体系的な収集サービスの確立（収集ルートおよびサービス体制の確立、データ管理、市民とのコミュニケーションなど）
4. 自治体間でのコンセンサスの形成（処分場の運営改善、中継基地の建設と運営など）
5. 3Rs の着手（リデュース、リユース、リサイクル）
6. 汚染者負担の原則と貧困層への配慮

(2) コベネフィットの評価

1) Tier1 を使用した場合の評価

本プロジェクトのコベネフィットの評価を Tier1 で実施した場合は、「産業廃棄物管理の総合計画に基づいた法制度の整備や収集サービスの確立」が実施されるため、不法投棄の削減などが見込める。これらの「法制度の整備」や「収集サービスの確立」の場合は、関連する法律の施行や収集サービスの体制整備が実施されていることが確認できれば、廃棄物問題の解消に繋がる可能性があり、その低減見込み効果も大きいと想定される。

したがって、Tier1 を用いた本プロジェクトのコベネフィット評価は、「3」となる。

2) Tier2 を使用した場合の評価

本プロジェクトのコベネフィットの評価を Tier2 で実施した場合は、「タイプ I：廃棄物処理システムの全体最適化および埋立処分場の管理システムの改善」による、廃棄物の収集エリアカバー率の向上、収集廃棄物量の増加、処分場での処理方式の変更による浸出水中の COD 濃度の低減を、定量的に評価する。なお、以下に示す数値は、上記プロジェク

トを参考として設定した仮定の数値である。

① 廃棄物の収集エリアカバー率の向上

現状での廃棄物の収集対象エリアにおけるカバー率は、70%程度である。

プロジェクト実施により、廃棄物の収集エリアカバー率が、82%程度まで上昇した場合、その収集エリアカバー率の向上は、

$$\text{収集エリアカバー率向上} = 82\% - 70\% = 12\%$$

② 廃棄物処分場からの浸出水のCOD濃度の減少

現状での廃棄物処分場からの浸出水のCOD濃度が、1,500mg/m³である。

プロジェクトの実施により、廃棄物処分場に持ち込まれる有機性廃棄物量の減少や埋立中に有機物が分解されるなどにより、浸出水のCOD濃度が、1,000mg/m³まで低減した場合、そのCOD濃度の減少は、

$$\text{COD濃度の減少} = 1,500 \text{ mg/m}^3 - 1,000 \text{ mg/m}^3 = 500 \text{ mg/m}^3$$

卷末資料

表 2-16 水質改善分野におけるコベネフィット型温暖化対策・CDM 事例一覧

コベネ指標	コベネフィットの効果	対象分野	発生源	コベネ指標以外の主な汚濁物質	CDMとして登録承認されているなど、関連するプロジェクト例	GEC-FS
・COD ・臭気 ・CH4 ・CO2	・未処理の生活排水による水質汚濁物質(COD)の排出削減 ・排水から発生する温室効果ガス(メタンガス)排出削減 ・省エネ設備導入による、化石燃料もしくはエネルギー消費量の低減	下水処理	事業所や飲食店、住宅からのし尿・生活雑排水	・SS ・大腸菌群	【CDM登録案件】0件 ・登録CDMプロジェクトはないが、自治体の水道施設におけるエンドユーザーへの水供給に必要なエネルギー量を、揚水のエネルギー効率改善により削減し、GHGの排出を削減する方法論がある(AM0020)。 【ODA案件等】 ・JICAによるODA案件では、円借款で、下水処理場の建設や、排水・下水道システムの整備、排水ポンプ場の拡張、下水処理水(中水)の利用施設整備等の案件あり。また、実施機関等の職員の研修もあわせて実施されている。 ・下水処理事業計画や下水処理施設の運営管理に関するキャパビル等が実施されている。	・下水汚泥(2件) ・下水処理場(1件)
・COD ・臭気 ・CH4 ・CO2	・廃水処理の高効率化による水質汚濁物質の排出削減 ・排水から発生する温室効果ガス(メタンガス)排出削減 ・省エネ設備導入による、化石燃料もしくはエネルギー消費量の低減 ・排水の再利用による資源の有効活用	製紙業	パルプ、製紙等における洗浄工程 パルプ、製紙等の総合排水	・黒液 ・SS ・SS	・登録CDMプロジェクトはないが、黒液から苛性ソーダを回収することで、伝統的なソーダ製造プロセスで消費されるエネルギーを削減し、GHGの排出を削減する方法論がある(AMS-III.M)。 ・登録済みCDMプロジェクトは2件(高濃度有機性排水処理) -AM0013:1件(新聞印刷用紙製造業) -AMS-III.H:1件(製紙工場)	・タピオカ澱粉加工工場廃水(1件) ・製麺工場廃水(1件)
		食品	でん粉、製糖等の工場排水 飲料水(ビール・醸造酒・清涼飲料水)製造工場の工場排水 水産加工の工場排水 と畜場の排水 寒天製造業の排水 みそ、醤油、食用アミノ酸、食酢などの製造工場の排水	・廃糖蜜 ・色素物質 ・SS ・SS ・油分 ・SS ・油分 ・植物性残渣(SS) ・SS	・登録済みCDMプロジェクトは2件(高濃度有機性排水処理) -AM0022:1件(澱粉工場) -AMS-III.H:1件(トウモロコシ製品製造工場) ・登録済みCDMプロジェクトは8件(重複あり)(高濃度有機性排水処理) -AM0013:2件(単糖からのアルコール製造、エタノールプラント) -AMS-III.H:5件(糖蜜からのアルコール製造、蒸留酒製造所(3)、ビール・ソーダ製造) -AMS-III.I:1件(蒸留酒醸造所)	・JICAでは、環境汚染改善や環境保全に関するツーステップブローン、クリーンアッププロジェクトに関する研修や関連する開発調査等が実施されている。
		繊維工業	繊維工場の排水	・色素物質	・登録済みCDMプロジェクトは16件(高濃度有機性排水処理) -AM0013:2件(有機廃水処理からのメタン排出回避) -AM0022:4件(産業部門における廃水及び工場内エネルギー利用からの排出回避) -AM0039:1件(有機廃水及び生物有機固形廃棄物の混合コンポスト化によるメタン排出削減) -AMS-III.H:9件(排水処理でのメタン回収)	・POME(10件)
		コークス製造業	コークス製造工場からの排水	・油分 ・安水 ・コールタール		
		石油化学業	石油精製工場からの排水(事業所排水含む)	・油分 ・硫化水素 ・アンモニア ・フェノール		
		ゴム製品製造	天然ゴム製造工場の排水	・残渣(SS)		
		なめし革製造業	なめし革工場の排水	・SS ・n-ヘキサン抽出物質 ・クロム		
・COD ・臭気 ・CH4 ・CO2	・未処理の排水による水質汚濁物質の排出削減 ・排水から発生する温室効果ガス(メタンガス)排出削減	畜舎	畜産排水	・SS ・大腸菌	・家畜糞尿メタン排出削減・回収に係る登録CDMプロジェクトは数多い。 -AM0006(→ACM0010):多数(糞尿管理システムからのGHG排出削減) -AM0016(→ACM0010):多数(畜舎内家畜飼養における家畜糞尿処理システム改善によるGHG排出削減) -ACM0010:1件(家畜糞尿処理システムからのGHG排出削減のための統合方法論) -AMS-III.D:多数(家畜糞尿処理システムによるメタン回収)	・養豚場(5件)
・COD ・臭気 ・CH4 ・CO2	・底質や水質の改善 ・底質や水質の改善により温室効果ガス(メタンガス)の排出削減	山林、裸地	河川・用水路・湖沼	・SS ・窒素 ・リン		

表 2-17 大気汚染改善分野におけるコベネフィット型温暖化対策・CDM 事例一覧

区分	コベネフィット型温暖化対策・CDM の内容	コベネ指標	コベネフィットの効果	対象分野	発生源	コベネ指標以外の主な汚濁物質	CDMとして登録承認されているなど、関連するプロジェクト例	GEC-FS
移動発生源	<p>【プロジェクトベース】</p> <ul style="list-style-type: none"> 燃料を、ガソリンからバイオ燃料へ転換する 低公害車 (GHG及び大気汚染物質低排出) の導入 <p>【政策ベース】</p> <ul style="list-style-type: none"> 車検制度の導入・強化 交通網の改善による渋滞緩和 ITSの導入 エコドライブ促進 公共交通 (鉄道等) の利用促進 	<ul style="list-style-type: none"> 窒素酸化物 (NOx) CO2 	<ul style="list-style-type: none"> 化石燃料使用量削減による大気汚染物質排出量削減 	自動車		<ul style="list-style-type: none"> PM CO 炭化水素類 	<p>【CDM登録案件】</p> <ul style="list-style-type: none"> 登録済みCDMプロジェクト <ul style="list-style-type: none"> AM0031: 1件 (バス高速輸送システム (BRT)) AM0047: 燃料として利用するための廃食用油からのバイオディーゼル製造 AMS-III.C: GHG低排出自動車による排出削減 <p>【ODA案件】</p> <ul style="list-style-type: none"> 渋滞緩和等に資するプロジェクト、総合交通計画策定等のプロジェクトが実施されている。 	<ul style="list-style-type: none"> バイオディーゼル、エタノール関連 (10件)
固定発生源	<ul style="list-style-type: none"> バイオブリケットの利用 バイオガスの利用 改良型かまどの導入 ソーラークッカーの導入 地域暖房の改善 			民生系	家庭		<p>【CDM登録案件】</p> <ul style="list-style-type: none"> 登録CDMプロジェクトは1件 <ul style="list-style-type: none"> AM0044: ボイラーの改修・交換によるエネルギー効率改善 AMS-I.C: 1件 (ソーラークッカー) <p>【ODA案件】</p> <ul style="list-style-type: none"> 豆炭製造設備に対する投資計画策定支援、改良型かまど導入も含む農村開発プロジェクトがある。 	<ul style="list-style-type: none"> バイオブリケット (1件) 地中熱利用ヒートポンプによる地域暖房 (1件)
	<ul style="list-style-type: none"> ボイラーの改修 高効率ボイラーへの更新 シングルサイクルからコンバインドサイクルへの転換 リパワリング 送配電網のリハビリ 硫黄分及び窒素分の少ない燃料への転換 旧型の排煙脱硫装置を、省エネ型の排煙脱硫装置に変更 		<ul style="list-style-type: none"> 省エネに起因した化石燃料使用量減少によるSOx排出量の削減 燃焼効率の改善による化石燃料使用量減少によるSOx排出量の削減 廃熱発電や廃熱利用により代替される、化石燃料起源の電力や熱の生成に伴うSOx排出量の削減 処理方式の変更による粉塵飛散の防止 	産業系	ボイラー (火力発電所)	<ul style="list-style-type: none"> CO 炭化水素類 	<p>【CDM登録案件】</p> <ul style="list-style-type: none"> 登録CDMプロジェクトは9件 <ul style="list-style-type: none"> AMS-II.A: 供給側省エネ (送配電) AMS-II.B: 9件 (供給側省エネ (発電)) 燃料転換プロジェクトの方法論は多数ある <p>【ODA案件等】</p> <ul style="list-style-type: none"> 火力発電所のリハビリ事業、配電網の効率改善事業、重油焚き火力発電所の高効率化プロジェクトなどがある。 NEDOによるモデル事業等が実施されている。 	<ul style="list-style-type: none"> 熱電供給プラントにおける燃料転換 (2件)
	<ul style="list-style-type: none"> 硫黄分及び窒素分の少ない燃料への転換 高効率ボイラーへの転換 廃熱回収による化石燃料の代替 エネルギー使用量を削減するようなプロセスへの変更等 	<ul style="list-style-type: none"> 硫黄酸化物 (SOx) 窒素酸化物 (NOx) 煤塵 CO2 		産業系	ボイラー (その他)	<ul style="list-style-type: none"> CO 炭化水素類 	<ul style="list-style-type: none"> 登録CDMプロジェクトは1件 <ul style="list-style-type: none"> AM0017: 蒸気トラップ置換及び凝縮液還流による蒸気システムの効率改善 AM0018: 蒸気最適化システムのための方法論 (登録件数多数) AMS-II.C: 需要側での特定技術を用いたエネルギー効率化活動 (登録件数多数) 燃料転換プロジェクトの方法論は多数ある NEDOによる廃熱回収のモデル事業等が実施されている。 	<ul style="list-style-type: none"> バイオブリケット (1件)
	<ul style="list-style-type: none"> コークス乾式消火設備 (CDQ) の導入による粉じんの飛散防止 (密閉した冷却塔内で消火するため) と廃熱利用によるGHG排出削減 			産業系	コークス炉	<ul style="list-style-type: none"> CO ベンゼンなどの揮発性有機化合物 (VOC) 	<ul style="list-style-type: none"> CDM承認方法論では、廃熱等の利用によるGHG排出削減に係るACM0012がある。 NEDOによるモデル事業等が実施されている。 	
	<ul style="list-style-type: none"> フレアガスの回収・利用 			産業系	石油精製所等		<ul style="list-style-type: none"> CDM承認方法論では、AM0009、AM0037等がある。 	
	<ul style="list-style-type: none"> 流動床焼成方式の導入 セメント製造において、フライアッシュ等の副産物をクリンカの代替として使用することにより、クリンカ製造量が削減される。 		<ul style="list-style-type: none"> フライアッシュや高炉スラグの利用に伴うセメント使用量の削減に伴う化石燃料使用量減少によるSOx排出量の削減 	産業系	焼成炉		<ul style="list-style-type: none"> CDM承認方法論では、ACM0005等がある。 NEDOによる流動床セメントキルン (FAKS) 実証事業が実施されている。 	<ul style="list-style-type: none"> 未利用資源を有効利用した無焼成レンガ製造 (1件)
その他	<ul style="list-style-type: none"> 電力需要側における省エネ 未利用エネルギーを利用した発電 再生可能エネルギーによる発電シェアの拡大 (ただし、大気汚染物質の排出量が低下するケースに限る) 	<ul style="list-style-type: none"> 硫黄酸化物 (SOx) 窒素酸化物 (NOx) 煤塵 CO2 	<ul style="list-style-type: none"> 省エネに起因した化石燃料使用量減少によるSOx排出量の削減 	電力に関連する間接的な排出		<ul style="list-style-type: none"> CO 炭化水素類 	<ul style="list-style-type: none"> 省エネ関連のCDM承認方法論 (AMS-II.C、AMS-II.D等) がある。 バイオマス、水力等のCDM承認方法論は多数ある。 ODAでは再生可能エネルギーに関する事業が実施されている。 NEDOにより再生可能エネルギーに関するモデル事業等が実施されている。 	<ul style="list-style-type: none"> 高温廃ガス等を利用した発電案件 風力 (4件)、その他再生可能エネルギー発電関連の案件

表 2-18 廃棄物管理分野におけるコベネフィット型温暖化対策・CDM 事例一覧

区分	対策	コベネフィット型温暖化対策・CDMの内容	コベネ指標	コベネ効果	CDMとして登録承認されているなど、関連するプロジェクト例	GEC-FS
・事業所や飲食店、住宅からのごみ・尿 ・下水処理施設からの汚泥 (その他、工場等から排出される有機系廃棄物も含む)	廃棄物管理基盤システムの確立	■廃棄物の収集・運搬システムの整備 ・収集エリア拡大や収集効率向上に資する、廃棄物収集車の新規導入/改修等を実施し、体系的・組織的な廃棄物収集・処理体制を構築する	・収集エリアカバー率 ・廃棄物収集率	廃棄物管理基盤システムの確立による、体系的・組織的な廃棄物管理行政の実施	【ODA案件】 ・ODAでは、ごみ処理システム全体の整備(ごみ収集車等の調達、中継基地の建設、車両修理工場の整備、最終処分場の整備など)の事業が実施されている。	
	廃棄物の減容	・コンポスト導入や廃棄物の分別回収により、廃棄物の排出量を削減する。 ・廃棄物をエネルギーや原料としてリサイクル利用して、廃棄物処分量を削減する。	・廃棄物発生(収集)量 ・リサイクル率 ・廃棄物所分量	廃棄物の減容促進		
	廃棄物の適正処理の実施	・準好気処理などの廃棄物処理手法を導入し、廃棄物の埋め立て処分段階で発生するメタンガスの排出削減/回収を行う。 ・準好気性処理方法などにより、廃棄物から発生するメタンガスの排出抑制をおこなうとともに、浸出水の水質向上を行う。	・臭気 ・COD	廃棄物の適正処理が実施されることによる周辺環境への悪影響の低減	【CDM案件】 ・ACM0001:埋立処分場メタンガス回収利用:登録数多数 ・AM0025:コンポスト、ガス化、嫌気性消化、RDF/SB、焼却:登録数6件 ・AMS-III.G:小規模埋立処分場メタンガス回収利用:登録数4件 ・AMS-III.D:小規模農業廃棄物:登録数多数 ・AMS-III.E:小規模RDF/SB:登録数多数 ・AMS-III.F:小規模コンポスト ・AMS-III.L:廃棄物熱処理安定化 ・AMS-III.R:農家レベルのバイオガスビット:登録件数1件 ・準好気性処理方法を使ったモデル事業調査実施中	・メタン発電関連案件が多数
・食品製造工場、飲料水(ビール・醸造酒・清涼飲料水)製造工場などからの動植物性残渣 ・パルプ・紙・紙加工工場からの木質系くず(おがくず、バーク) ・動植物油脂製造(パーム油、ラード、サラダオイル等)からの油滓、廃白土、EFB ・工場などから排出される廃プラスチック ・焼却処理施設に搬入される廃棄物	エネルギー源としてのリサイクル	・残渣由来の汚泥を嫌気性消化してメタンガスを回収してエネルギーとしてリサイクル利用する。 ・発生する副産物(籾殻、バガス等残渣、油滓、EFBなど)を、バイオマスエネルギーとして再使用する。 ・廃プラスチックを固形燃料化し、燃焼用燃料としてリサイクル使用することで、化石燃料の使用量を削減する。 ・廃棄物の焼却処理時の熱をエネルギーとして利用する。	・硫酸化物(SOx) ・CO2	・廃棄物から発生する温室効果ガス(メタンガス)の排出削減 ・化石燃料の代替燃料として使用することで、温室効果ガスの排出削減 ・化石燃料の代替燃料として使用することで大気汚染物質の排出削減	【CDM案件】 ・ACM0006:木質バイオマス廃棄物利用(発電・コージェネ等):登録数多数 ・AM0042:木質バイオマス新規栽培・残渣利用(発電) ・AMS-I.A.B.C.D.:バイオマス廃棄物発電・熱利用:登録数多数	・廃棄物を利用したバイオマス発電関連案件が多数
・石炭火力発電所からの石炭灰 (・製鉄所からの高炉スラグ)	原材料としてのリサイクル	・石炭灰をセメントに混合して、廃棄物の有効利用を行うとともに、クリンカ製造に必要な化石燃料使用量を削減する。	・CO2	・廃棄物を原料として再利用することで、化石燃料使用量の削減	【CDM案件】 ・ACM0003:バイオマスのセメント原料代替:登録数多数 ・ACM0005:混合セメント:登録数多数 ・AM0033:スラグ等セメント原料代替 ・AM0040:セメントクリンカ原料代替 ・AM0057:EFBの紙パ原料利用 ・AMS-III.J.:化石燃料起源の飲料用CO2のバイオマスによる代替	・未利用資源を有効利用した無焼成レンガ製造(1件)

参考資料：コベネフィット型温暖化対策・CDMにおけるIRR

コベネフィット型温暖化対策・CDMを推進する際に、そのプロジェクトの実現可能性を的確に見極め、実現可能性の高いプロジェクトの発掘・推進を行う必要がある。その際に使用する判断基準として、前述した水質や大気、廃棄物問題などに関するコベネフィット及び温室効果ガスの削減量を重要な判断基準とするとともに、当該プロジェクトの経済的な実現可能性を判断する基準として内部収益率（IRR）が上げられるが、コベネフィット型温暖化対策・CDMにおいては、この内部収益率（IRR）に対して水質や大気、廃棄物問題などに関するコベネフィット（環境便益）の効果を計上するという手法も検討していく必要がある。

以下に、今までに実施されたODAプロジェクトなどでEIRRに環境便益を計上した事例を示す。

内部収益率（IRR）は、銀行、民間企業財務部、公共投資、ODA等において以下のような判断を行う際の指標として最も広く使われている。

- ▶ 川底からのヘドロ回収は投資に見合うメリットがあるのか
- ▶ 製鉄所で高価なCDQ（乾式）と従来型のCWQ（湿式）のどちらを設置すべきか
- ▶ プロジェクト総事業費のうち環境設備に充当できる費用の上限はいくらか

IRR（内部収益率）：プロジェクト期間中の投資に対するリターンを因る指標（プロジェクト期間中に発生する純便益総額をプラスマイナスゼロとする割引率）

$$\text{内部収益率の定義式 (r)} \equiv \sum_{t=1,2,\dots,n} \{(B-C)_t \div (1+r)^t\} = 0 \quad \text{where } t=1,2,\dots,n$$

(IRRは設備耐用年数等に基づきプロジェクト期間を設定し、30年なら30次方程式となる。)

	区別	Outflow	Inflow	リターンの形	判断基準
FIRR：財務的 内部収益率	現金収入 が有る	支出 (Expenditure)	収入 (Revenue)	現金	当該地域の金利水準と比較
EIRR：経済的 内部収益率	現金収入 が無い	費用 (Cost)	便益 (Benefit)	有形・無形の 便益	日本4%、途上国 12%等

- ・ FIRRは収入・支出共に貨幣価値で測る。一方、EIRRはセクター・サブセクター、国情等により「便益」の貨幣価値換算方法が異なる。
- ・ 世銀、ADB等国際金融機関ではEIRR12%以下の候補案件は原則として審査対象とならない。事後評価においてEIRRは再計算され、ADBでは8%以上は「概ね成功」、6-7%は「部分的成功」、4%未満は「失敗」と評価される。
- ・ 民間の投資判断においてFIRRは必ず算出する。EIRRは国家経済の観点から経済効果と費用を見るもので、主に公共事業やODAのために使われる指標であるが、一部のセ

クターで算出されないケースもある。

- ・略称 (ERR,FRR) も一般的である。また、CDM の PDD のように FIRR であることが自明である場合には “IRR” と記載することも多い。

事業の例	FIRR	EIRR	EIRR に計上した便益
WB 中国：惠州 CCGT 火力発電	5.3%(CER 無), 6.0%(有)	12.7%	電力、大気汚染物質排出削減、CO2 排出削減
WB マダガスカル：電力・水セクターリハビリ	コンポーネントにより 24.8-51.0%	14.4%	電力、ディーゼルオイル代替の経費節減効果
WB コソボ：エネルギーセクターリハビリ	算出せず	27%	石炭灰撤去による健康便益 (Disability Adjusted Life Years: DALY) (*疫学に基づくもの)
ADB 中国：安徽省都市環境改善	算出せず	コンポーネントにより 12.7-35.8%	地価の上昇
ADB 中国：炭鉱メタン開発	コンポーネントにより 6.2-7.2%	コンポーネントにより 21.1-27.5%。地球環境便益を入れると 30.9-42.1%	ガス、電力、地球環境便益
ADB ベトナム：中部地域中小都市開発	コンポーネントにより 3.9-11.7%	コンポーネントにより 14.2-24.4%	上水供給 (水汲み時間節約、ユーザー支払意欲等)、 汚水処理 (健康、土地被害軽減)

注) WB: World Bank, ADB: Asia Development Bank