

開発途上国の都市廃棄物管理へのクリーン開発 メカニズム導入における持続可能性評価

平松 あい¹・花木 啓祐²・荒巻 俊也³

¹学生会員 東京大学 工学系研究科都市工学専攻 (〒113-8656 東京都文京区本郷七丁目3-1)
hiramatu@plum.freemail.ne.jp

²正会員 工博 東京大学教授 工学系研究科都市工学専攻 (〒113-8656 東京都文京区本郷七丁目3-1)

³正会員 博(工) 東京大学助教授 工学系研究科都市工学専攻

京都議定書のクリーン開発メカニズム (CDM) は、先進国が開発途上国に資金と技術を移転し温室効果ガス削減プロジェクトを行って排出削減量の一部を獲得する制度である。要件の一つである“途上国の持続可能な発展”の判断は、非常に重要であるにもかかわらず途上国に一任されている。一方持続可能性の評価については未だその手法が確立していない。本研究は廃棄物分野にCDMを導入する場合に、異なる特徴を持つ途上国の都市において持続可能性にどのような差が生じるかを明らかにすることを目的とする。また途上国の持続可能な発展が達成されるために考慮すべき事項を網羅的に取り上げ、それを基にして持続可能性を評価する手法を提案する。

Key Words : Clean Development Mechanism (CDM), greenhouse gas (GHG), sustainable development, sustainability indicator, solid waste management

1. はじめに

京都議定書に経済的手段として定められている京都メカニズムの中のクリーン開発メカニズム (Clean Development Mechanism: CDM) ^{1), 2)} は、先進国と数値目標を持たない途上国とが協力して削減対策を行うことのできる唯一の制度とされる。CDMプロジェクトは温室効果ガスの削減を主眼に置いているため、まず「追加性」が厳密に評価される。

CDMにはまた「持続可能性」の要件がある。京都議定書に「開発途上国の持続可能な発展に寄与する事業であること」とあり、CDMプロジェクトは途上国の持続可能な発展に貢献するものでなければならない(第12条)。CDMの本来の目的であるGHG削減とクレジット獲得を最重要視するあまり、プロジェクトがその国の持続可能性の向上に合致しないものが出てくる場合もあるためこの要件は非常に重要である。しかし、それを担保する具体的な基準は国際的に公式には取り決められていない。CDMを受け入れるために途上国政府が担当機関として設置する国家指定機関 (DNA) のうち、いくつかでは持続性の基準を打ち出しているが、「国家戦略に従っていること」「プロジェクトの優先分野の列举」といった概念的なものに留まっている。DNA

自体 Learning by doing の段階で、基準やガイドラインといったものはほとんど存在しない。プロジェクトを受け入れる途上国自身が自国に責任を持ち持続可能性に関する判断を行うのが望ましいが、途上国はCDMに関する知識、認識を広げている段階でありその能力は先進国に比べ万全とは言いがたい。このような中でCDMプロジェクトを行った場合、CDMは民間投資で進められるので、プロジェクトによって持続可能性についての配慮が統一されず精粗まちまちになる恐れがある。また経験数を重ねると取引費用が安くなってくるため、同様なプロジェクトを先例に従って別の場所ですのまま安易に行うといったことも考えられる。従って、途上国の持続可能な発展に資するという要件を満たすため、CDMプロジェクトの持続可能性についてももれなく考慮する必要がある。

多くの開発途上国では、都市廃棄物は適切に処理されないまま開放投棄 (オープンダンプ) によって廃棄されている。それによって引き起こされる環境汚染や健康被害は深刻である。また、開発途上国の生活系の廃棄物はおよそ半分が有機ごみであるため、埋立地から発生するメタンガスは顕著なGHG発生源となっている。途上国政府はこの状況を改善しようとしているものの、未熟な法整備と資金不足、技術

不足のために対策が遅れている³⁾。そのため、進んだ廃棄物処理・処分技術をCDMプロジェクトとして実施することによって、GHG削減と他の環境面の改善の両方の効果が期待でき、それだけで途上国の持続可能な発展に大きく寄与することになるとされている。

「持続可能性」は環境に負の影響を与えないことや、あるいは一面だけを見た正の影響があることを見るだけでなく、他の側面を含めた総合的な判断が必要となる。技術を選ぶ段階、技術を導入する段階で多面的な影響を考慮する必要がある。本研究は、今後開発途上国の都市が持続可能な発展を遂げるために、CDMプロジェクトを廃棄物管理に導入した場合の持続可能性評価のための手法を提案することを目的とする。そして特にホスト国の政策決定者の判断材料となるようにし、プロジェクトを企画する側、認証機関のツールとしても活用できるようにする。

2. 持続可能性の評価と指標についての課題

持続可能性についての指標は、いくつかの機関で研究されているものの、世界的に統一されたものは存在しない。これは持続可能性の概念自体が非常に複雑で多様であり世界的に一つにまとまるものではないという理由もある。これまで持続可能性の評価や指標について行われた研究を見てみると、世界銀行の炭素基金（PCF）がまとめた“Sustainable Development Criteria”や、コロンビア大学とエール大学が中心になって行った“Environmental Sustainability Index”，Sustainable研究所が出しているIndicatorなどいくつか提案されている。

PCFが行ってきたプロジェクトをもとにまとめたものを見ると、持続可能性の視点は大きく経済的、環境的、社会的な分野に分けられプロジェクトベースでその分野ごとに項目をあげチェックするように提案している⁴⁾。PCFではプロジェクトのSustainability Indicatorsとして、地球規模の気候変動の緩和、地域環境の持続可能性、雇用創出、国際収支の持続可能性、マクロ経済的な持続可能性、費用対効果、技術的自立、天然資源の持続的利用があげられており、これらの項目ごとに正負1～3の数字で評価するとしている。コロンビア大学とエール大学が中心となって行って作成した“Environmental Sustainability Index”では、環境システム、環境へのストレスの削減、人類の脆弱性の削減、社会的制度的キャパシティ、国際的な監督と報告の責務（Global stewardship）の5つに大きく分けられて評

価されている⁵⁾。これは各国の持続可能性を数値で表したものであり、CDMプロジェクトが扱う地域レベルのプロジェクトには適さない。しかも国レベルでデータを扱うので数値の厳密性は低くなっており、地域レベルである廃棄物に関係する部分は省かれている。Sustainable研究所のIndicatorでは持続可能性の指標がどうあるべきかということに焦点をおいており、具体的なプロジェクト評価につながるものではない⁶⁾。

これまでの政府開発援助（ODA）や国際機関等による経済援助においても持続可能性の評価に関連すると思われる環境配慮ガイドライン等が存在する。これらは大体、経済協力機構（OECD）の開発援助委員会（DAC）が提案しているガイドラインに沿って定められている。廃棄物事業は環境アセスメント（EIA）を行うべき重点プロジェクトの一つである。JICAでは1992年に社会環境配慮ガイドラインが作られ、廃棄物処理・処分計画についてチェック項目があげられている。しかしこれまで内部評価、個別評価のみで十分に議論されずほとんどフィードバックがなかった。現在、事前評価、事後評価、外部評価など評価方法の見直しが検討されている段階である。JBICは円借款事業であるため回収率のよくない廃棄物分野は単独ではなく、環境総合対策事業の中に一部組み込まれることが多い。これはアジア開発銀行（ADB）についても同じくいえる。評価については環境配慮ガイドライン、チェックリストがあるがこの適用は2003年10月からまだ蓄積はない。総合的に見ると、環境汚染に関するものは定量的に算出し、社会・経済的な効果は事業者が定性的に記述し、技術面、能力向上面ではアンケート評価などを行っている。いずれにしても一プロジェクトずつの内部評価にとどまっており、他と比較できるものになっていない。

国際的な環境NGOであるWWFは、CDMとして行われるプロジェクトの中でも特にエネルギープロジェクトに関して「ゴールドスタンダード」を提案している。これは持続可能性をチェックする項目をCDMのプロジェクト・デザイン・ドキュメント（PDD）（注1）に加え、事業者が自主的に用いるものとしている⁷⁾。

以上から、廃棄物分野のプロジェクトの持続可能性を評価するために確立された方法や指標はほとんどない。提案されている方法も、プロジェクト実施において活用できるものは限られている。また既成の援助の枠組みの中で行われている持続可能性評価は直接的な環境影響に対する配慮がほとんどで、それもフィードバックがなく適切に機能しているとは

言いがたい。よってCDMプロジェクトを実施する場合の持続可能性評価として用いることは難しい。本研究では、廃棄物分野のCDMプロジェクトを実施する場合の持続可能性評価として必要な指標を網羅的に取り上げ、その手順や評価内容についても提案する。

3. 持続可能性の評価手段の提案

本研究では、CDMプロジェクトがホスト国あるいはその都市の持続可能な発展を促すものであるかをいくつかの視点に分けて見ていく。事業分野の状況や途上国の制度と体制を把握した上で、環境、経済、社会・文化、技術に分類して提案されるCDMの持続可能性への効果を検討し、運用段階でのフォローアップ計画を立てる。CDMプロジェクトを行う際に関連する持続可能性の評価項目を網羅的に挙げ、表1に示す。

本研究の持続可能性評価の手順を図1に示す。CDMプロジェクトの持続可能性を評価し、ある途上国都市におけるプロジェクトを決定、実施するまでの手順を段階別に分けて考える。

概況把握段階では、検討前の大前提として途上国都市の当該事業分野の状況を把握しておく。その後、都市の特徴による検討と導入技術の特徴による検討をそれぞれ独立して行う。これは後で述べる持続可能性評価リストを用いて行う。都市の特徴については制度や体制の現状、都市の地域性による特徴を項目別に検討する。また技術の特徴による検討では、その技術を導入する場合の環境影響や社会的影響等を項目別に検討する。都市と技術の特徴の検討を踏

表-1 CDMプロジェクトに関わる持続可能性の項目

分類	評価項目
当該事業の分野の状況	現状と計画
制度と体制	EIAの制度、環境規制、社会の体制
環境	大気質、水質（川・湖・灌漑・飲用水）、水量、廃棄物（固形）、土壌汚染、騒音・振動、悪臭、保護区、生態系、天然資源、跡地管理、衛生、景観
経済	セクターの開発、技術革新、経済成長、投資
社会・文化	環境教育・スキルの向上、雇用（質・量）、健康・生活・生計、地域住民の参画、情報共有、住民移転、貧困の軽減、文化遺産、少数民族・先住民族、公平性
技術	技術革新、技術的能力構築
プロジェクト運用段階	モニタリング体制、キャパシティビルディング、地域住民の参画

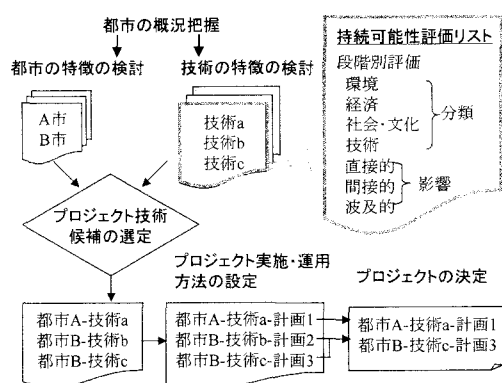


図-1 CDMプロジェクトの持続可能性評価手順

まえてそれらをつきあわせ、都市に導入するプロジェクトの技術候補を選定する（あるいは導入技術に適合する都市を選択する）。暫定的にプロジェクト候補を選定後、プロジェクト運用・実施方法の設定段階でプロジェクトがさらに持続可能な発展に寄与するようフォローアップ計画を組みこむ。その後、途上国都市でのプロジェクトを正式に決定する。

この持続可能性の評価手順は、使用者の立場によって複数の使われ方が可能である。途上国の政策決定者であれば、その国のある都市に適合した技術の選択に用いることができる。ある技術を保有する先進国の企業は、その適用先を選定するために用いることができる。また先進国の政府やコンサルタントは、数ある途上国の都市にどの技術が適合しそうかということ調査・把握するために用いることができる。

本研究では環境改善のニーズが高くGHG削減対策にもつながりうるプロジェクトとして廃棄物分野を取り上げ、CDMとしての導入する際の持続可能性の評価について具体的に考える。廃棄物問題が深刻である開発途上国では、開放投棄から嫌氣的衛生埋立（注2）に転換するだけでもかなり持続可能な発展に寄与するとされるが、さらに将来まで各都市がその持続可能性を追求する場合にどのようなCDMプロジェクトが求められるかを考える。開発途上国都市の中から、モデル対象都市として北京（中国）、バンコク（タイ）、サンパウロ（ブラジル）を選定した。また導入する廃棄物処理・処分技術オプションとしては、改良型嫌氣的衛生埋立でのメタン回収・発電、準好気性または好気性埋立、廃棄物発電、コンポスト、メタン発酵を取り上げた。

留意したいのは、どのプロジェクトを実施するのが一番よい（正しい）のかを本研究で割り出すのではなく、複数考えられる中でまずそれぞれの影響の違

いを認識するという点に重点を置いている点である。それを踏まえ、その都市に最も適切だと考えられるプロジェクトを特に途上国自身が選ぶことが大切であるということが本研究の前提である。

4. 廃棄物分野におけるCDMプロジェクトの持続可能性評価リストによる検討

(1) 持続可能性評価リスト

ここでは第3章に述べた方法に従って、廃棄物分野におけるCDMプロジェクトを実施する際の持続可能性評価項目を持続可能性評価リストとして表2に表した。左に番号をつけ25の評価項目を挙げている。プロジェクト検討の前段階にある当該事業分野の状況の把握では、プロジェクトを導入することを考えている都市の廃棄物管理の現状と計画を把握する。また制度と体制の項目において、その都市（国）における関連制度と社会の体制について把握する。その後の都市の特徴の検討と処理・処分技術の特徴の検討では、環境、経済、社会、文化、技術に大きく分類し、さらに各評価項目を具体的に主な検討内容について記述している。

環境影響評価や経済効果などは色々な場面で行われているが、CDMとして特に必要だと思われる部分を以下に挙げると、「1. 廃棄物管理」（対象都市の廃棄物管理の現状だけでなく計画を知ること）「2-4. 制度と体制」（法制度や基礎データの整備、政策決定プロセス、実行能力）「12. 天然資源」（再生可能エネルギーの利用の増加）「13. 跡地管理」（プロジェクト後のサイトの管理）「18. 環境教育・スキルの向上」（技術移転の際における現地の人々の教育、研修）「19. 雇用（質・量）」（それまでの廃棄物管理システムでの仕事との変化）などである。民間主導で行われ、CDMのPDDに必ずしも入っていないが持続可能性を考える上で重要だと思われる部分である。

また、事業者がプロジェクトの運用・実施方法を設定する段階で、持続可能性をより向上させる方向に工夫することが必要になってくる項目をフォローアップとして示した。「24. モニタリング」（事業者のプロジェクト実施におけるモニタリング計画・体制・予算）「25. 地域住民の参画」（プロジェクト内容と影響に関する情報公開を地域住民に行うことやステイクホルダー協議・パブリックコメントを行うことについて）があげられる。これは逆にいうとおおざなりに済まされがちな部分でもある。特に途上国に対して直近の課題に対する解決策の提供だけでなく、彼らが自ら課題を見つけ出しそれに対処し

ていくという面でのキャパシティビルディングが重要でありそのような支援を重視する。

項目ごとにプロジェクトを実施することによる影響の受け方に注目し、評価項目の中に直接的・間接的影響を表す欄を設けた。直接的影響というのは、そのプロジェクトを実施することで直接的に影響があることを指す。間接的影響は、そのプロジェクトの実施により、交通、物流、社会システムなどが変化して環境に波及的な影響を与えることを言う。ただしある程度の波及効果を持つものの、他に多くの要因が絡んでおりその中のわずかな部分を占めるにとどまる場合は除外した。これはCDMがある都市、地域といった狭い範囲に限定されるからである。ただし、類似したCDMプロジェクトを国内で多数やるならば影響は大きくなるので状況は変わってくる。

次節以降では、この持続可能性評価リストを用いて具体的に都市の特徴の検討、技術の検討を行う。

(2) モデル対象都市の特徴の検討

まず当該事業分野の概況把握段階として途上国の都市の廃棄物管理の現状と計画について調査する。その後都市の特徴の検討では、法整備状況、環境保全状況、土地利用、経済状況、社会的状況などについて項目ごとに検討する。利用できるデータの関係上、その都市だけのものだけでなく国としてのデータも用いた⁸⁾。各都市の特徴による検討を表3に示し、これをもとに議論する。表3の左端の番号は表2の評価項目の番号に対応している。

a) 北京

「1. 廃棄物管理」から、北京の廃棄物への取組みはほとんど国際援助に頼っており、比較的大規模な改良型嫌気的衛生埋立が主流である。廃棄物処分の方針に関する将来計画でもこの方式の変更は特に考えていない。北京市では昔の習慣から、排出前にごみの有価物を取り出して仲買人に売するというシステムでリサイクルが行われている（「19. 雇用」）。ただしこれらはインフォーマルセクターによって行われている。中国では全般的に埋立の水準が低く非衛生的であり、計画通りに処理が行われず、無害化技術も不完全であるところが多い。そこでは雨水排除もなく浸出水も処理されずに流出し水質汚濁、土

表-2 廃棄物分野のCDMプロジェクトの持続可能性評価リスト

No.	分類	評価項目	主な検討内容とチェック事項	影響範囲	評価段階
1	当該事業分野の状況	廃棄物管理	①廃棄物管理（処理・処分）の現状とプロジェクト実施による改善。 ②廃棄物管理における将来計画の有無と計画への貢献。	直接	概況把握
2	制度と体制	EIAの制度	①環境影響評価（EIA）制度等の有無。 ②EIAレポートの作成と政府の承認の条件。 ③EIAに必要な基礎データ整備。	直接 間接	都市現状把握、技術別把握
3	制度と体制	環境規制	①環境基準や排出基準の設定。 ②履行状況（Enforcement）。	直接	都市現状把握
4	制度と体制	社会の体制	①地域の制度や政策決定プロセスに対する地域住民のアクセス、参加。 ②住民の権利保護に関する法律。 ③主要なルールと所有権の明確化、土地分配。 ④住民参加型の意志決定手順の確立。	直接 間接	都市現状把握
5	環境	大気質	①放出される大気汚染物質濃度が当該国の基準に適合。 ②焼却施設、収集・運搬車両等から排出される大気汚染物質（SOx、NOx、煤塵、ダイオキシン、VOC等）。	直接	都市と技術の特徴の検討
6	環境	水質（川・湖・飲用水）	①排水による水質汚濁影響とそれを許容範囲内に抑制する汚濁防止対策の確保 ②プロジェクトからの排水、浸出水等による地域住民の水利用への悪影響の有無。 ③排水が当該地域の排水基準に適合。	直接	都市と技術の特徴の検討
7	環境	廃棄物（固形）	①有害廃棄物、危険物の有無。 ②上記を他の廃棄物と区別、無害化の上適切に処理・処分。 ③ゴミ破碎、選別工程で発生する処理残渣、焼却灰、コンポスト施設から発生する不適物等の廃棄物量。	直接	都市と技術の特徴の検討
8	環境	土壌汚染	①土壌、地下水の汚染の可能性と防止対策の有無。 ②廃棄物処分場から発生する浸出水、汚染物質等（濃度、原単位、物理的・経済的被害）。	直接	都市と技術の特徴の検討
9	環境	騒音・振動	①施設稼働（特に焼却施設、廃棄物選別・破碎施設）、廃棄物収集・運搬を行う車両の通行による騒音・振動が当該国の基準に適合。 ②施設稼働、ゴミ運搬車両による騒音・振動。	直接	都市と技術の特徴の検討
10	環境	悪臭	①悪臭源の有無。 ②悪臭防止の対策。	直接	都市と技術の特徴の検討
11	環境	衛生	①害虫、害鳥、伝染病などの発生の増加や軽減。	直接	都市と技術の特徴の検討
12	環境	天然資源	①天然資源の持続的利用。 ②天然資源利用の節約、回避された資源量。 ③天然資源、再生可能エネルギーの利用の増加量。	直接 間接	都市と技術の特徴の検討
13	環境	跡地管理	①埋立後の跡地の有効利用の見通し。 ②処分場の操業終了後のガスや浸出水の将来予測と環境保全対策（ガス対策、浸出水対策、不法投棄対策、緑化等）。	直接	都市と技術の特徴の検討
14	環境	景観	①特に配慮すべき景観への悪影響の有無、対策。	直接	都市の特徴の検討
15	環境	保護区	①当該国の法律・国際条約等に定められた保護区内のサイトの有無。 ②保護区に影響を与えないこと。 ③影響を与える保護区の範囲（面積）。	直接	都市の特徴の検討
16	環境	生態系	①サイト内において、法律・国際条約等で保護が必要な貴重種の生息地、自然林等生態学的に重要な生息地の有無。種の数の変化で把握。 ②処分場等の建設に伴う自然植生の喪失（大規模な森林伐採等の有無）または喪失回避面積。一次生産量で把握。 ③生態系（植生・野生動物・水生生物等）への影響を減らす対策。	直接 間接	都市の特徴の検討
17	技術	技術革新	①長期的技術開発効果。 ②普及促進（技術の数、技術価格と維持費用）。 ③技術面のキャパシティビルディング ④費用対効果の向上、コスト削減。	間接	技術の特徴の検討

の持続的な維持管理、財政的人的制約、収集効率の

18	社会・文化	環境教育・スキルの向上	①環境教育、研修の有無。 ②地域スキルの向上。 ③作業員等プロジェクト関係者への安全教育（交通安全・公衆衛生）。	直接 間接	都市と技術の 特徴の検討
19	社会・文化	雇用（質・量）	①プロジェクト活動に由来する仕事の質の向上（生産性、安全性、賃金、一時的なものか恒常的なものか、やりがい）。 ②雇用数、総賃金の変化。	直接	都市と技術の 特徴の検討
20	社会・文化	生活・生計	①プロジェクトによる住民の生活への悪影響の有無とその対策。 ②Waste Pickers等を含めた既存の資源再回収システムへの影響と配慮。 ③廃棄物運搬等による地域交通への影響の有無。 ④失業率（就業割合）の変化。	直接 間接	都市と技術の 特徴の検討
21	社会・文化	地域住民の参画の素地	①公共プロジェクトの実施にあたり住民の意向を尊重する社会であるかの確認。 ②計画段階で住民が参画するような社会の素地の有無。 ③プロジェクト内容や影響に関する情報公開と地域住民への説明責任。	直接	都市の特徴の 検討
22	社会・文化	住民移転	①住民移転のための調査、正当な保障、移転後の生活基盤の回復を含む十分な移転計画と予算措置（移転面積、移転人数、予算等）。 ②移転住民のうち特に社会的弱者（女子供、老人、貧困層、少数民族等）への配慮。 ③移転住民の移転前の合意。 ④移転による影響の十分な予測とフォローアップ。 ⑤プロジェクト実施に伴う非自発的住民移転の有無。	直接 間接	都市と技術の 特徴の検討
23	社会・文化	貧困の軽減	①不可欠なサービスへのアクセス（食物、教育、健康、選択の自由の制限など）の変化。 ②貧困層の収入、能力の創出、エネルギー供給増加。 ③貧困水準下の人口割合の変化。	間接	都市と技術の 特徴の検討
24	フォローアップ	モニタリング体制	①環境項目に関する事業者のモニタリング計画・体制（組織、人員、機材、予算等とそれらの継続性）。 ②当該計画の項目、方法、頻度等の適格性（専門家の判断）。 ③事業者から所管官庁等への報告の方法、頻度。	直接	プロジェクト運用・実施方法の 設定
25	フォローアップ	地域住民の参画	①プロジェクト内容・影響に関する情報公開と地域住民への適切な説明。 ②住民及び所管官庁からのコメント。 ③ステイクホルダー協議、パブリックコメント。	直接	プロジェクト運用・実施方法の 設定

壤汚染の汚染源となっている（「6. 水質」「8. 土壌汚染」）。大気にはメタンガスをはじめその他大気汚染物質が排出され、悪臭がある（「5. 大気質」「10. 悪臭」）。中国では全体のメタン排出量のうち廃棄物源のメタンが54%を占めるとされる⁸⁾。

環境や廃棄物の関連機関や政策等は、外国の援助を借りながら作成され存在しているものもある。環境影響評価（EIA）についても中国独自のものがある。ただし十分な機能を発揮するまでに至っていないものも多い（「2. EIA制度」「3. 環境規制」）。

中国の電源構成⁹⁾については、ほとんどを石炭火力発電に頼っており、87%を占める。次いで水力発電が5.7%となり、石油は5.5%である。天然ガスは0.6%と少ない。エネルギー資源は乏しく、再生エネルギー源はまだ発展途上にある（「12. 天然資源利用」）。北京の電力供給に関する将来計画は、既存の石炭火力発電の効率改善をしていくことである。（以下、評価項目について欄番号のみ表す）

b) バンコク

欄1から、バンコクでは主な廃棄物処理・処分方法は嫌気的な埋立処分¹⁰⁾で、廃棄物はバンコク周辺の2大埋立地に運ばれ処分されている。しかし処分場

悪さなど問題は多い。一般廃棄物の収集率は発生量の70%程度であり、非衛生的な方法で処理されているため、メタン排出のほか、大気汚染、水質汚濁、公衆衛生に関わる問題が発生している（欄5, 10）。浸出水は70%が処理、30%が漏洩とされるが、廃棄物増加に伴って表流水や地下水の汚染が進んでいる。近年では埋立の適正化を行いメタン回収を行う動きもある。最終処分場の適地選定の問題はバンコク首都圏やその他大都市での一般廃棄物管理の最大の課題となっており、廃棄物発生量の増加と土地不足から将来計画においては焼却プラントの導入も考えられている（欄1, 13）。バンコク以外の都市・農村では、廃棄物処理やリサイクルはほとんど実施されていない⁸⁾。

タイには廃棄物関連法、固形廃棄物関係省庁が存在する。EIAを必要とする事業が規定されているが廃棄物事業は含まれていない。データ整備もまだ未熟である（欄2）。

タイでは電源構成⁹⁾については、ほとんどすべてを化石燃料で供給しているが、その中でも天然ガスが50%を占め、石炭、石油が各24%という割合になっている（欄12）。将来計画も特に定めておらず、

大幅な変更はなく継続していくと考えられる。

c) サンパウロ

欄1から、都市では廃棄物は主に嫌氣的な埋立処分、その他の地域は主に開放投棄となっている。従ってメタン排出をはじめ様々な環境汚染が発生している。浸出水は固形物を除くだけで放流するところもあり有害物質の問題が発生している（欄5-8, 10）。廃棄物処分の方針に関する公式的な将来計画はほとんど存在しない。しかし近年、改良型嫌氣的衛生埋立への移行や、メタンを回収して燃焼させるところも出てきた。サンパウロなどの大きな都市では埋立処分場の残余容量が逼迫して来ている⁸⁾。

ブラジルの電源構成⁹⁾については、83%を水力発電で供給しており、化石燃料の割合は小さい。ただし化石燃料の割合は石油、石炭、天然ガスの順となる（欄12）。将来は人口増加が予測され、水力発電で不足する分を天然ガスで補うという計画もある。

(3) 廃棄物処理・処分技術の特徴の検討

技術の特徴の検討では、都市において将来導入されそうな廃棄物処理・処分技術あるいはプロジェクトになりうる技術について考察する。これらの技術特性によって、地域性とは関係なく大気質や水質、土壌などへの環境影響をはじめ何らかの影響を与える。そこで、持続可能性の項目の中で、技術特性に大きく影響を受ける項目を取り上げ表4に示す。表4の左端の番号も表1の評価項目の番号に対応している。

a) 改良型嫌氣的衛生埋立でのメタン回収・発電

この事業では埋め立てることが前提となりメタン発生後での対策となるので後追的ではあるが、即時に行える対策であり、また他の技術に比べると比較的費用は安い（欄17）。現在廃棄物が主に開放投棄によって処分されている地域や汚染対策が不十分な嫌氣的な埋立地に適しているといえる。化石燃料での発電を行っている、あるいは今後行われるであろう地域においてはさらに有効である。埋立サイトの規模は直接的にGHG排出削減量の計算には関係ないが、メタン回収を行う場合にはある程度の規模が必要となるので、新たに埋立地を選定して事業を行う場合には土地に余裕があるところでなければならない。ただしメタンの回収率は50～80%であるので、残りのメタンは埋立地から大気中に放出されることになる。メタン回収を行う場合には、メタンの回収量を多くするために埋立層内をより嫌氣的に保ってメタン発生量を増やそうとするため、回収できない分のメタン排出量も増加する恐れがあることに注意が必要である。また嫌氣的な埋立処分はメタン

の排出が長期にわたって続く。埋立が終わり、閉鎖後も長い期間に渡りメタン発生、浸出水の管理が必要になる¹⁰⁾（欄13）。

埋立を行う際には、事前の資源回収、有害物質の処理、浸出水の処理などが大切になる。途上国の廃棄物に対する経済援助では改良型などの衛生的な埋立の推進が主に行われているが、現地へ引き渡し後の維持が難しく、途中で廃止されたり処理が滞ったりすることも多いので研修やソフト面でのサポートも必要である。

b) 準好気性または好気性埋立

準好気性埋立は基本的な技術であり費用対効果が高いが、好気性になるとかなり高価な技術になるので今のところ実用化にいたるのは難しいかもしれない（欄17）。準好気性または好気性埋立では嫌氣的埋立に対して80%程度浸出水を減少させることができる（欄6）。土地利用の面から見ると、準好気または好気性埋立では埋立地内が活性化され早期安定となるので、その後の跡地利用が可能となる（欄13）。

c) 廃棄物発電

廃棄物の焼却によって得られる熱を用いて発電することで、天然資源の節約が可能になる。（欄12）。

廃棄物発電は高度技術でコストがかかるが、特に初期費用が高い（欄17）。CDMプロジェクトとしての導入ならば可能であると考えられる。焼却処理により最終的に埋立に要する面積が小さくすむため、廃棄物処分量に対して土地が逼迫しているような地域には適していると考えられる（欄13）。ただし持続可能性の観点からすると、焼却自体に多く議論があるところである。その他、大気汚染物質、ダイオキシンの問題を解決する必要がある（欄5）。

d) コンポスト

コンポスト自体は既に途上国の多くの場所で行われているので、CDMとして成立するかどうかは難しいが、メタン排出量の削減につながるので今後ベースラインとなってくる技術オプションである。

厨芥などの易分解性の有機廃棄物の分別が必要である。費用は安く、化学肥料を代替することができるが、堆肥の需要がない地域では難しい（欄12, 17）。

e) メタン発酵

ゴミ質が一定で、ある程度規模が大きい方が有利である（スケールメリット）ため有機性廃棄物を大

表-3 都市の特徴の検討

No.	評価項目	北京	バンコク	サンパウロ
1	廃棄物管理	・対策不十分な機能的埋立処分→衛生的な埋立の計画。 ・水運が低く非衛生的、無害化技術不完全、非安全、大規模、リサイクル(ごみ仲買人、厨芥回収者):市には有価物の回収に従事する廃旧物資回収会社があり、各区、県に支社(会社)が設置されている。 ・廃棄物組成:食品廃棄物(42%)、プラスチック(13%)、紙類(12%)、繊維・木材・ゴム(7%)、ガラス・金属(6%)、その他(20%) ・[中国]衛生埋立とコンポストが主流、焼却は1%未満、南部では今後焼却を重要視]	・機能的な埋立処分→メタン回収、廃却処理の計画。 ・バンコクの廃棄物は周辺の2大埋立地に運ばれ処分。多雨のため浸出水が多く、メタン回収を行う場合にはその影響が少ないタイプ方式水レベルが用いられる。 ・一般廃棄物は収集率は70%程度(それ以外の地域は廃棄物処理やリサイクルはほとんど実施されていない) ・非衛生的で大気汚染、水質汚濁、公衆衛生の問題が大きい。 ・廃棄物発生量増加のため、埋立地が逼迫している。 ・廃棄物組成:食品廃棄物(52%)、プラスチック(22%)、紙類(15%)、繊維・木材・ゴム(5%)、ガラス・金属(6%)	・機能的な埋立→メタン回収・フレア(計画は特になし) ・NGOや民間団体がリサイクル活動を行っているところもあるが、それ程大きくない。 ・廃棄物組成:食品廃棄物(50%)、プラスチック(23%)、紙類(19%)、繊維・木材・ゴム(4%)、ガラス・金属(4%) ・人口の多い都市では埋立処分場が逼迫。 ・サンパウロには、廃棄物管理に関する公式的な計画はない。
2	EIAの制度	・中国独自のEIAシステムが存在、一般管理機関は国家環境保護総局、地方開発計画では各都市計画担当部署の審査と承認が必要。	・EIAが必要な事業の中に、廃棄物管理は入っていない。	
3	環境規制	・第9 次五ヵ年環境計画(2010 年長期計画) ・第10次五ヵ年環境計画 ・国家法:環境保護法、水・土壌保全法、水質汚濁防除法、大気汚染防除法、固形廃棄物防除法、水質汚濁防除法実施細則、他 ・国务院基準:自然保護区に関する条例、他 ・部規則:水生動物及び水生植物に関する自然保護区管理規則、他 ・部基準:廃棄物輸入に対する環境保護に関する暫定管理規則、他	・科学技術環境省の下に関連する局がある。汚染対策局では有害物質、廃棄物部で一般廃棄物を担当、環境政策計画局では政策、計画、環境管理、環境影響評価等を扱う。環境保全推進局では環境教育、情報整備、技術移転等を扱う。汚染対策局が大気、水質、騒音等のモニタリングと環境報告書の作成を行う。 ・国家環境保全促進政策および将来計画 ・国家環境管理計画 ・国家環境保全法、公衆衛生法、排水水質基準、廃棄物関連法、有害廃棄物関連法	・連邦政府レベルでは環境省が環境保護に関する政策立案から行政まで所轄。ブラジル環境・再生可能天然資源院(IBAMA)は法律や規則に即って具体的な環境保護や公害取り締まり行政を主軸とする機関。 (Cf.リオ・デ・ジANEIROでは州立環境工芸財団が大気汚染物質をモニタリング。)
4	社会の体制	・計画経済		・ブラジルは連邦共和国であるため、各州の政府が実質的な行政権限を握っている。
5	大気質	・埋立地からの大気汚染物質:CH₄(埋立ガスの約60%)、PM、CO、NO₂、HCl、HF、VOC ・ディーゼルトラック:CO₂、PM、CO、NO₂、SO₂ ・浸出水:N₂O、H₂S	・埋立地からの大気汚染物質:CH₄(埋立ガスの約60%)、PM、CO、NO₂、HCl、HF、VOC ・ディーゼルトラック:CO₂、PM、CO、NO₂、SO₂ ・浸出水:N₂O、H₂S	・埋立地からの大気汚染物質:CH₄(埋立ガスの約60%)、PM、CO、NO₂、HCl、HF、VOC ・ディーゼルトラック:CO₂、PM、CO、NO₂、SO₂ ・浸出水:N₂O、H₂S

表-3 都市の特徴の検討（続き）

No.	評価項目	北京	バンコク	サンパウロ
6	水質	・浸出水:COD、窒素 ・ほとんど未処理。雨水排除されず帯水。浸出処理層の汚濁物除去は効果なし。 【中国全体では、有機物による表流水汚染は一般的。北部の方が南部より汚染の程度は大きい。未処理で汚水が排水されることが多い。浸出水はわずか5-10%が無害化処理。】 【中国全体では水不足国家。北部は水質が劣るが、南部では水質汚濁の進行による水不足が深刻。】	・浸出水:COD、窒素 ・70%処理、30%漏洩 ・生活系廃棄物の増加により、表流水、地下水の環境汚染が進んでいる。 ・廃棄物最終処分場付近の地下水水質調査で、重金属汚染。有害化学物質の使用増加。 ・水質汚濁の原因でもあり、水資源は不足。	・浸出水:COD、窒素 ・下水処理が不十分で汚染されている。固形物を除くのみで放流、など。 【ブラジルは降雨量も多く水資源に恵まれているが、人口の多い都市や河川によっては、水質汚濁や水不足が生じている】
7	廃棄物（固形）	・埋立 ・重金属、有害物質、汚泥等（ごみ、水処理過程等）	・埋立 ・重金属、有害物質、汚泥等（ごみ、水処理過程等）	・埋立 ・重金属、有害物質、汚泥等（ごみ、水処理過程等）
8	土壌汚染	・雨水排除がなされず浸出水が埋立層内に帯水しているの、埋立面が軟弱。 ・重金属汚染。	・重金属汚染。	・重金属汚染（水銀）
10	悪臭	・埋立地からの悪臭。	・埋立地からの悪臭。	・埋立地からの悪臭。
12	天然資源	【中国の発電の熱源は、石炭87%、石油5%、天然ガス1%】 ・水力、太陽エネルギー、風力、地熱、バイオマス等の再生エネルギー源は豊富だとされるがまだ発展途上の段階	【タイの発電の熱源は、天然ガス49%、石油24%、石炭25%。（総エネルギー消費量の5.7%は輸入。） ・政府はエネルギー保全と効率的利用の促進プログラムを勧めている。 ・天然ガスと石油の開発ポテンシャルは高い。	- ブラジルの発電の熱源は、石油8%、石炭4%、天然ガス1%（水力83%） ・プロアルコールはブラジルが発明したバイオマスエネルギー ・水力は重要なエネルギー源。
13	跡地管理		・人口増加、廃棄物量増加により埋立地の選定は深刻。	・サンパウロも含め人口の多い都市では埋立処分場が逼迫。
18	環境教育・スキル	・環境教育ガイドライン策定。 【中国の環境教育には、基礎教育、専門教育、成人教育、社会教育の4つがある。（基礎教育、専門教育は、環境保護総局の積極協力ののもとで、一方成人教育、社会教育は、国家教育人事部の積極協力を受けて、国家の教育行政の責任においてそれぞれ実施される。）	・環境政策計画局(OEPP)は全県に環境教育センターの設置を進めている。 ・基礎データの不足は、意識啓蒙上根本的な課題	・環境教育プログラムは学校や大学の課程に織り込まれている。これらのプログラムは連邦、州あるいは郡レベルのものがある。
19	雇用	・衛生埋立場の操作、運営のための人手 ・リサイクル（ごみ仲買人、厨芥回収者）:インフォーマルセクター		

〔〕は国全体の状況

表-4 廃棄物処理・処分技術の特徴の検討

No	評価項目	a) 改良型嫌気的衛生埋立 メタン回収・発電	b) 堆好気性または 好気性埋立	c) 廃棄物発電	d) コンポスト	e) メタン発酵
1	廃棄物管理	しゃ木工、雨水集排水施設、浸出水施設を整備し、廃棄物を地中に埋めて覆土する。埋立層内を嫌気的にし、メタンを回収して発電に用いる。	a)と同様に廃棄物を地中に埋め覆土する。堆好気性では浸出水を底部から排除する際に、空気が埋立層内部に入り込むようにし、好気的にメタンを分解させる。好気性では強制的にポンプで空気を送り込む。	廃棄物を焼却処理し、その熱を利用して発電や熱利用を行う。	有機ごみを好氣的に発酵させ、堆肥化する。	有機物を微生物により嫌氣的に発酵させ、メタンガスを取り出しエネルギー源として用いる。
2	EIA制度	埋立地建設でEIAを行うのが望ましい	埋立地建設でEIAを行うのが望ましい	施設建設でEIAを行うのが望ましい	EIAは不必要	場合によってEIAが必要
5	大気質	・埋立地 (20-50%CH ₄ (埋立ガスの約60%)、PM、CO、NO ₂ 、HCl、HF、VOC) ・浸出水処理 (N ₂ O、H ₂ S) ・トラック (CO ₂ 、PM、CO、NO ₂ 、SO ₂)	・埋立地 (CH ₄ (埋立ガスの約20%)、PM、CO、NO ₂ 、HCl、HF、VOC) ・浸出水処理 (N ₂ O、H ₂ S) ・トラック (CO ₂ 、PM、CO、NO ₂ 、SO ₂)	・焼却 (CO ₂ 、NO ₂ 、SO ₂ 、HCl、HF、CO、N ₂ O、PM、ダイオキシン) ・トラック (CO ₂ 、PM、CO、NO ₂ 、SO ₂)	・排出 (NH ₃ 、N ₂ O) ・トラック (CO ₂ 、PM、CO、NO ₂ 、SO ₂)	・排出 (NO ₂ 、HCl、HF、H ₂ S) ・トラック (CO ₂ 、PM、CO、NO ₂ 、SO ₂)
6	水質	・浸出水 (COD、窒素) ・浸出水量は多い	・浸出水 (COD、窒素)の濃度はa)の約70%減。 ・浸出水量はa)の約50-80%減	・浸出水なし	・水分除去、汚水処理 ・浸出水(→循環)	・浸出水(窒素) ・排出水(→循環、スラッジ化、散布)
7	廃棄物(固形)	・不活性ごみ(→埋立) ・水処理(金属(S)、汚泥) ・重金属、有害物質等	・不活性ごみ(→埋立) ・水処理(金属(S)、汚泥) ・重金属、有害物質等	・灰(ボイラー灰、集塵灰、重金属汚泥、石膏、ボトムアッシュ)	・非分解性ごみ(→埋立)	・固形廃棄物(→コンポストor焼ガス化or埋立)
8	土壌汚染	・浸出水中の汚染物質、有害物質(重金属)、他上記と重なる	・浸出水中の汚染物質、有害物質(重金属)、他上記と重なる	・浸出水中の汚染物質、有害物質(重金属)、他上記と重なる	・浸出水中の汚染物質、有害物質(重金属)、他上記と重なる	・浸出水中の汚染物質、有害物質(重金属)、他上記と重なる
9	騒音・振動	建設・運用中にあり	建設・運用中にあり	建設・運用中にあり		建設・運用中にあり
10	悪臭	埋立地から強い悪臭	埋立地からの悪臭(a)より弱い)	弱い悪臭あり	悪臭あり	悪臭あり
12	天然資源	エネルギー回収	特になし	エネルギー回収	エネルギー回収	エネルギー回収
13	跡地管理	跡地利用まで長期管理が必要(ガス、浸出液、不法投棄対策)	・跡地利用がa)より早期に可能	・埋立地に比べ必要な土地面積が小さい	・早期跡地利用可能	・埋立地に比べ必要な土地面積が小さい
17	技術革新	基本的な技術。	堆好気性は基本的な技術、好気性は高度で高額な技術。	高額、高度技術。	基本的な技術。	高額、高度技術。
18	環境教育・スキル	運転・操作に関する研修 ・廃棄物管理に関する教育	・運転・操作に関する研修 ・廃棄物管理に関する教育	・運転・操作に関する研修 ・廃棄物管理に関する教育	・運転・操作に関する研修 ・廃棄物管理に関する教育	・運転・操作に関する研修 ・廃棄物管理に関する教育
19	雇用	・運用スタッフ、管理者(分別段階を入れると増加)	・運用スタッフ、管理者(分別段階を入れると増加)	・運転スタッフ、管理者	・運転スタッフ、管理者	・運転スタッフ、管理者
24	モニタリング	・埋立地からのLFGサンプリング ・LFG中のCH ₄ 計測 ・浸出水量 ・エネルギー回収により回避される資源量	・埋立地からのLFGサンプリング ・LFG中のCH ₄ 計測 ・浸出水量 ・エネルギー回収により回避される資源量	・廃棄物組成 ・排気 ・発電により回避される資源量	・CH ₄ 、N ₂ O排出	・CH ₄ 発生、回収量 ・発電により回避される資源量

量に発生する産業では行われやすい（欄1）。

メタンガスがエネルギー源になるので、天然資源の節約になる（欄12）。より高度で高価な技術であるので、途上国自ら行うあるいは経済援助により行うというよりCDMで行う方が現実的である（欄17）。

（4）CDMプロジェクトとして実施する際の都市と技術の両面から見た総合評価

次に、（2）、（3）に基づいて都市の地域性と廃棄物処理・処分オプションの技術特性を見ながら、どのようなプロジェクトがその都市の持続可能な発展にとって適切であるのかを考え、都市に導入するプロジェクトの技術候補を選定する。そしてプロジェクトの運用・実施方法の設定段階で、さらに持続可能性に貢献するために配慮すべき項目について考える。これは主に社会・文化的持続可能性や技術的自立に関して必要で、例えば地域参加促進や技術研修などのキャパシティビルディングの充実などがこれにあたる。そして最終的にプロジェクトを決定し実施するという手順になる。

北京では処理が不十分なままの嫌気的な埋立処分が行われている状態である。CDMのポテンシャルからすると、北京では埋立地からのメタン発生回避と化石燃料代替を見込んで、メタン回収あるいは廃棄物発電が有望である。追加性の評価を行った研究においても廃棄物発電が他の都市に比べ大きなポテンシャルを持っていた。しかし持続可能性評価リストから、今後新たに埋立地を確保する場合には、浸出水処理が少なく、埋立層内がより安定しており土地利用もしやすい準好気性または好気性埋立の方が持続可能性が高いプロジェクトであると考えられる（欄6、10、13）。ところが、中国で既存の技術であるコンポストと比べて追加的なGHG削減量が小さいので、こちらは選ばれにくくなる可能性がある。このように、追加性と持続可能性のそれぞれの視点で見たときに選定されうるプロジェクトが変わってくる恐れがあり、片方だけ見て決めるのではなくバランスの取れた見方をすることが重要である。その上でCDMプロジェクトとするのがよいのかどうかという判断もされるべきである。

バンコクでは土地が逼迫しているために、新たに広い土地を確保して長期にわたって他の用途に土地が使えなくなる嫌気的な埋立処分を行うことは考えにくい（欄1、13）。次に準好気性または好気性埋立だが、嫌気性に比較して土地の再生が早いもののやはり広い土地を必要とする。そこで焼却プラントを入れた廃棄物発電が優先的に考えられる。CDM

のGHG削減という観点からは、メタンの排出削減量と化石燃料での発電分の二酸化炭素排出削減量が見込める（欄12）。既に埋立が進んでいるところに関しては、メタン回収を行うことも考えられる。

ブラジルではエネルギー源が水力であるために、発電をしたとしてもその分が化石燃料分の代替として排出削減量にはならない（欄12）ため、発電を含むプロジェクトがCDMとして魅力的になるわけではない。この場合は追加性と持続可能性がぶつかりあうことは他の都市に比べ少ないと思われる。

今回は、北京、バンコク、サンパウロと比較的大きな都市を選んだが、より小規模な都市や村になると開放投棄が主であり、そこに住みついて有価物を拾って生計をたてているWaste pickersと呼ばれる人たちの生活の問題がある（欄19、20）。

プロジェクトを選定したら、CDMプロジェクトの運用・実施方法の設定について、その土地に固有の景観や生態系に対する配慮のほか、地域住民の協力が必要になる。また適切に技術移転を行い、技術的に自立していくための研修や教育といったキャパシティビルディングも組み込む必要がある。さらに導入技術に応じたモニタリングを継続的に行って持続可能性が確保されるようにしなければならない（欄24）

（欄24）廃棄物管理における法律、環境基準や排出基準、3Rの考え方などの啓蒙といったようなソフト面のサポートも重要である（欄18、25）。これらはCDMプロジェクトとして成立するために必ずしも追加性ほど重視されない。しかし持続可能性の観点からはこのようなフォローアップを組み込むことが必要である。

今回の持続可能性評価リストではあえて指標の統合化は行っていない。それぞれの項目においてどの程度の差が生じるのかを把握し、その地域における各項目の優先順位を勘案してプロジェクトが決定されることが望ましい。この優先順位というのは、ホスト国自身が決めるものである。

5. まとめ

CDMプロジェクトを行う際には、GHG排出削減という評価軸だけでなく持続可能性評価が必要である。本研究では廃棄物分野のCDMにおける適切な持続可能性評価のための評価項目とその手順を、持続可能性評価リストを用いて提案した。以下にそのまとめを述べる。

- 持続可能性評価の前提として、当該事業分野の現状と計画、制度と体制について把握する。
- 持続可能性の評価項目は、環境、経済、社会・文

化、技術に分類して考え、直接的影響・間接的影響を明確化しその重要度を考慮する。

- プロジェクト選定前には、都市の特徴による検討、導入される廃棄物処理・処分技術の特徴による検討を独立して行い、持続可能性評価リストに表す。
- 都市の地域性と技術特性の持続可能性評価リストを照らして持続可能性の高いプロジェクトを選定し、その都市（国）の持続可能性を高めるためにさらに運用・実施方法の設定において盛り込むべき評価項目について考慮する。

(注-1) PDD : CDMプロジェクトを実施しようとする事業者は、その概要、ベースライン設定、モニタリング・プラン、GHG削減量の推定などを盛り込んだフォームをCDM理事会が認可した指定運営機関に提出しなければならない。

(注-2) 嫌氣的な埋立処分の構造の種類を記す¹⁾「嫌氣性埋立」は土を掘って廃棄物を入れておくのみで、「嫌氣的衛生埋立」ではそれに即日覆土を施す。これら2つは層内に浸出水が溜まり、土壌汚染や他の場所への汚染の可能性がある「改良型嫌氣的衛生埋立」ではしゃ水工を施し、雨水排除、集排水施設を整備して廃棄物を埋め、即日覆土を行う。3つをあわせて本論文では、「嫌氣的な埋立処分」と呼ぶ。

- 1) 気候変動枠組み条約 (UNFCCC) サイト ; <http://unfccc.int/>, <http://maindb.unfccc.int/library/>
- 2) S.オーバーテュアー・H.E.オット (岩間徹・磯崎博司監訳) : 京都議定書 21世紀の国際気候政策, シュプリンガーフェアラーク東京, 2001
- 3) IGES : Kitakyushu Initiative Seminar on Solid Waste Management, Proceeding, 1st Thematic Seminar, United nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific, Ministry of Environment of Japan, Institute for Global Environmental Strategies, 2002
- 4) World Bank : Applying Sustainable Development Criteria to CDM Projects: PCF Experience, PCFplus report 10, Prepared for PCFplus Research by Dr. Saleemul Huq., PCFplus Fellow, 2002
- 5) Yale University・Columbia University : 2002 Environmental Sustainability Index, An Initiative of the Global Leaders of Tomorrow Environment Task Force, World Economic Forum, Annual Meeting , 2002
- 6) Bosse, H : Indicators for Sustainable Development: Theory, Method, Applications, A Report to the Balaton Group, International Institute for Sustainable Development(IISD), 1999
- 7) WWF : The Gold Standard Clean Development Mechanism Project Design Document, 2003 (http://www.panda.org/downloads/climate_change/gspddfinal120703.doc)
- 8) JICA : 国別環境情報整備調査報告書 (中国・タイ・ブラジル), 各2002・2002・1999
- 9) EDMC : エネルギー・経済統計要覧1998年版, 省エネルギーセンター, 1999
- 10) Tchobanoglous, G., Theisen, H. and Vigil, S : Integrated Solid Waste Management - Engineering Principles and Management Issues, McGraw-Hill, Inc.
- 11) 新環境管理設備事典編集委員会 : 廃棄物処理・リサイクル事典, 産調出版, 1995

参考文献

EVALUATION OF SUSTAINABILITY IN APPLICATION OF CLEAN DEVELOPMENT MECHANISM TO SOLID WASTE MANAGEMENT IN DEVELOPING COUNTRIES

Ai HIRAMATSU, Keisuke HANAKI and Toshiya ARAMAKI

Sustainable development of developing countries is one of the key requirements of Clean Development Mechanism designated in the Kyoto Protocol. The methodology for the evaluation of sustainable development of CDM is proposed with the case study of the solid waste management in Beijing, Bangkok and Sao Paulo. Current situation, future plan, regulations and its enforcement in that sector in the city are examined first. Indicators for sustainability are taken up to cover all aspects and categorized into environment, economy, society and culture, and technology. They are also divided into direct and indirect effects and examined its level of importance. Before a project is selected, features of the city and of the alternative technologies are separately considered with sustainability evaluation list. Based on its comparison, more sustainable project can be selected. Method to enhance sustainability in implementation stage are also considered.