

新規鉄軌道整備の CDM 事業成立可能性の LCA 手法を用いた検討^{*1}An Evaluation for Applicability of Railway Infrastructure Project
as CDM by Using Life Cycle Assessment^{*1}栗山 和之^{*2}, 田中 浩介^{*3}, 柴原 尚希^{*4}, 加藤 博和^{*5}, 林 良嗣^{*6}by Kazuyuki KURIYAMA^{*2}, Kosuke TANAKA^{*3}, Naoki SHIBAHARA^{*4}, Hirokazu KATO^{*5}, Yoshitsugu HAYASHI^{*6},

1. はじめに

～ 運輸交通部門における CDM 検討状況 ～

二酸化炭素(CO₂)などの温室効果ガス(GHG: Green House Gas)排出削減目標を定めた京都議定書では, その削減目標を達成するための柔軟化措置として, クリーン開発メカニズム(CDM: Clean Development Mechanism), 共同実施(JI: Joint Implementation), 排出量取引(ET: Emission Trading)という3種類の国間資金メカニズムが盛り込まれた。このうち CDM は, 先進国が途上国において行う地球温暖化対策事業による GHG 削減量を, CER(Certified Emission Reduction)と呼ばれるクレジットとして先進国の削減量とすることができる制度である。

運輸交通分野における途上国支援事業のウエイトは年々増加傾向にあり, CDM の適用ニーズも大きいと考えられる。実際, 日本でも 2003 年 3 月に国土交通省によるワークショップが開催されるなど, 運輸交通分野での CDM に対する関心は高まりつつある。一方, 平成 11 年度から実施されている環境省による「CDM/JI の対象事業実現可能性の検討・評価調査」¹⁾において運輸交通分野の採用はないなど, CDM/JI の適用の検討は遅れている。特に鉄軌道整備事業は運輸交通分野における主要な途上国支援事業でありながら, CDM として登録されるには至っていない。この原因の一つとして, CDM 事業として登録されるために必要な事業実施の際の

GHG 排出削減効果算出が困難であるという問題があげられる。中でも事業実施による GHG 排出量の変化する範囲(システムバウンダリー)が不明確であることは解決すべき重要な問題であるといえる。

そこで本研究では, 鉄軌道整備事業を対象に CDM 事業としての登録を得るための GHG 排出削減効果推計手法として, LCA の導入を提案する。

さらに, ケーススタディとして, 現在日本で建設が進められている都市近郊鉄道を取り上げ, その整備に伴う CO₂ 排出削減量の算定に本研究の方法を適用し, CDM 事業としての成立可能性の検討を行う。

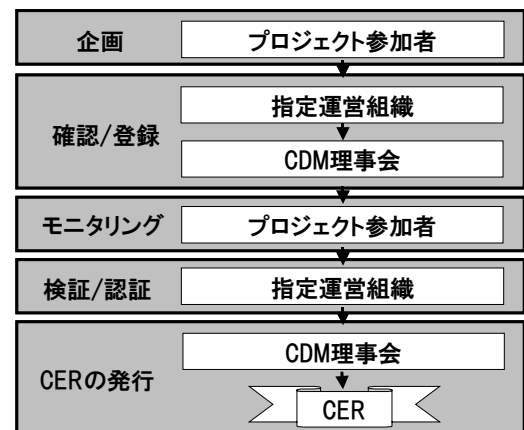
2. CDM 登録にあたっての問題点²⁾

図1 CDM事業の企画からCER発行までの流れ

京都メカニズムの実施に関する詳細な規定については現在も国際協議が続いているが, その骨格は2001年にモロッコのマラケシュで開かれた COP7 で「マラケシュアコード」として合意されている。そこで規定されている CDM 事業の企画から CER 発行までの流れを図1に示す。

運輸交通分野における CDM 導入にあたっては図1の各段階においてそれぞれ課題が存在しているが, ここでは特に確認(Validation)および登録

*1 キーワーズ: 地球環境問題, 環境計画, LCA

*2 学生員 修(工) 名古屋大学大学院環境学研究科 博士後期課程
(名古屋市千種区不老町, Tel 052-789-3828, Fax 052-789-3837)*3 正会員 修(環境学) 株式会社新日鉄ソリューションズ
(東京都中央区新川 2-20-15, Tel 03-5117-4111)

*4 学生員 名古屋大学大学院環境学研究科 博士前期課程

*5 正会員 博(工) 名古屋大学大学院環境学研究科 助教授

*6 フェロー 工博 名古屋大学大学院環境学研究科 教授

(Registration)段階での問題点を考える。

CDM 事業として確認・登録されるためには、表 1 に示す各項目についての必要条件を満たさなければならない。このうち、運輸交通分野事業では特に ~ について、論理的説明に困難な問題がある。これらは「技術的問題」と呼ばれている。

技術的問題の解決が困難な事業は、主にインフラ整備事業に多い。その理由として、a)利用者が不特定多数であり、波及効果も広い範囲に生じるために、システムバウンダリーが広大となること、b)そのためにモニタリングが困難であること、c)事業を実施しない場合のベースライン特定が困難であること、が挙げられる。このうち、モニタリング実施の出発点ともいべきシステムバウンダリーを明確にすることは不可避の課題である。

3. システムバウンダリー確定手法としての LCA

鉄軌道整備事業が CDM 事業として確認・登録されるために必要な GHG 削減量算定における技術的問題を解決する手法として、本研究では ISO における LCA の手法をインフラ整備評価に適用することを可能とする ELCEL(拡張ライフサイクル環境負荷: Extended Life Cycle Environmental Load)³⁾の概念を導入する。

3.1 GHG 削減量推計における ELCEL 概念導入

ELCEL は、インフラ整備に伴う環境負荷変化をその建設から維持・補修、運行から廃棄までにわたって把握する一般的な LCA のシステムバウンダリーに加え、インフラが供用されることによって生じる波及的影響をも含めて包括的に把握するアプローチである。このアプローチは、まさに CDM 登録条件として必要なシステムバウンダリーを規定した手法となっている。

新規鉄軌道整備の場合、具体的には、図 2 に示すような推計フローとなる。入力変数として、区間での総交通需要と新規鉄軌道への転換率を与える。さらに、運行効率の変化による環境負荷原単位の変化を考慮し、鉄軌道の建設・維持管理・廃棄、車両製造に伴う環境負荷を算定する一方で、並行する道路からの環境負荷削減量についても算定し、これらを

表 1 CDM 登録条件

① 適格性 Eligibility	途上国の持続的発展に貢献していること
② 排出の追加性 Emission Additionality	GHGの排出が事業実施前に対して追加的であること
③ 資金の追加性 Financial Additionality	既存の資金メカニズムの流用でないこと
④ ベースラインの設定 Baseline	事業が実施されなかった場合のGHG排出量が論理的であること
⑤ モニタリング計画 Monitoring	事業が実施された場合のGHG排出量が正確に把握できること
⑥ システムバウンダリーの特定 System Boundary	GHGの排出の変化する時間的・空間的範囲が正確に特定していること
⑦ リスク管理 Risk	事業実施によるリスクをすべて網羅していること

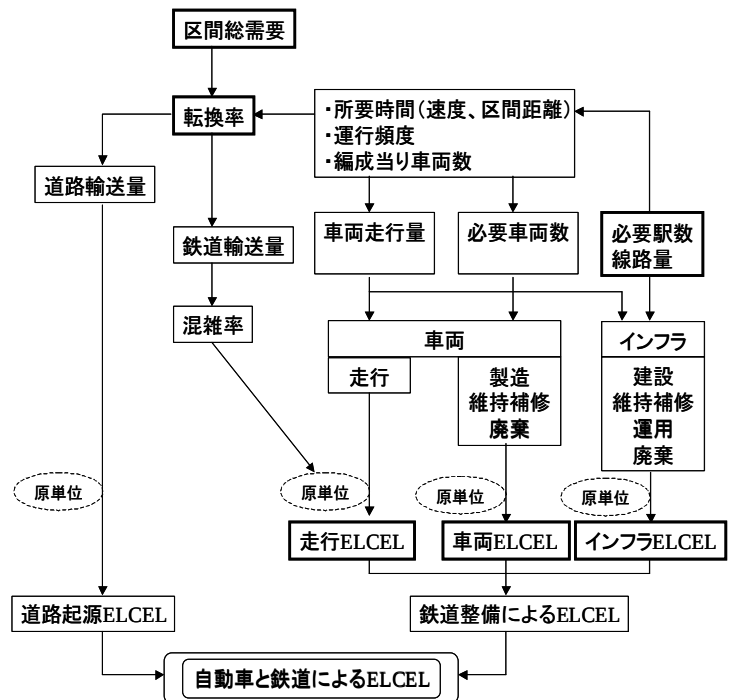


図 2 ELCEL 推計フロー

鉄軌道のライフタイムで合計することで ELCEL の変化が推計される。

3.2 CER 取得期間を考慮した ELCEL 算定期間の設定

京都議定書における第 1 約束期間(排出削減目標が設定されている期間)は 2008 年から 2012 年までである。2000 年からこの期間までの間に事業が実施されたことにより得られる削減効果を、CER として積み上げることができる。したがって、鉄軌道事業の立ち上げから 2012 年までの削減効果を算定しておくことが必要となる。この期間は、鉄軌道設備の寿命や車両の寿命に比べて短いことから、それに対応して ELCEL を推計するために、図 3 に示す 2 種類のバウンダリー設定方法が考えられる。

(a) 正味換算型(ネット方式)：2012 年までの正味の CO₂ 排出削減量を算定し、それ以降の維持・管理および車両、設備の廃棄による排出量を考慮しない。

(b) 生涯換算型(グロス方式)：鉄軌道のライフサイクル全体での CO₂ 排出削減量を算定し、それを年間あたりに平準化した後、2012 年までの値に換算する。当然、第 1 約束期間以降の維持・管理および車両、設備の廃棄による排出量を考慮する。

4. ケーススタディ

4.1 事業の概要

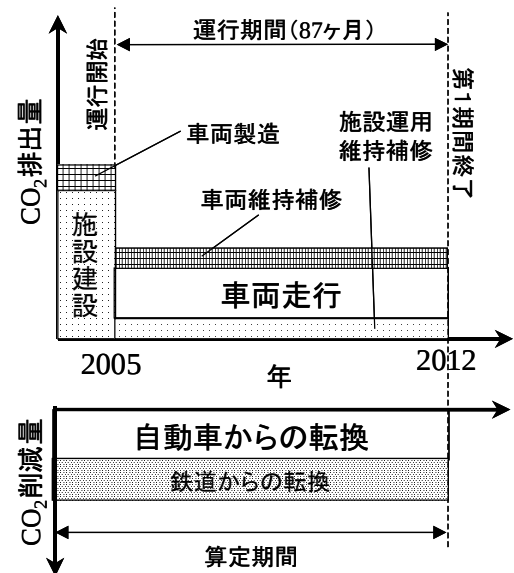
新規鉄軌道整備の CDM 事業としての登録可能性を検討するためのケーススタディとして、本来であれば途上国の鉄軌道整備事業をとりあげるのが適当であるが、推計に必要なデータ取得が困難なため、本研究では、日本国内における事業を対象とする。現在建設が進められている、大都市部から郊外部までの 58.3km を 45 分で結ぶ都市近郊鉄道をとりあげる。⁴⁾

4.2 算定のための条件

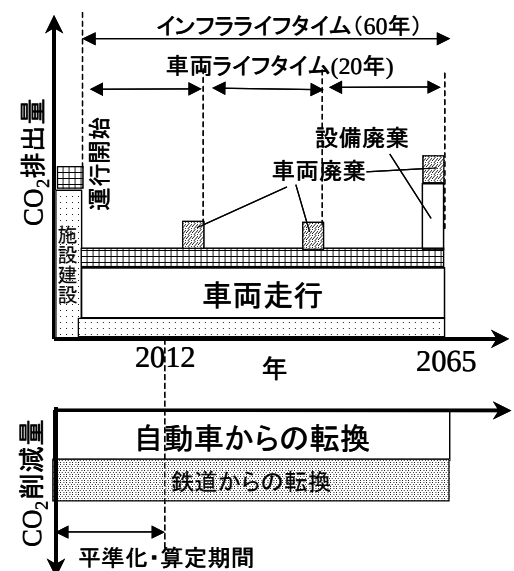
入力データとして、既に公表されている需要予測値 29.3 万人/日と、表 2 に表す整備前後の対象都市圏での自動車および鉄道のトリップ人キロの変化予測値⁴⁾を用いる。なお、整備後の鉄道利用トリップ人キロが減少しているのは対象路線が短絡線になっているためである。ベースラインは、現在の自動車および鉄道トリップ人キロが将来も同じ値で継続すると想定する。また、供用後に漸次生じるトリップ人キロの変化は扱わないこととする。また、鉄道の建設に伴う CO₂ 排出量は 2000 年から 2005 年 10 月の供用開始までの間に発生すると考え、さらに供用後から 2012 年末までの 87 ヶ月間の排出量として計上している。

4.3 推計結果

正味換算型と生涯換算型の 2 種類の考え方に沿って CO₂ 排出量の算定を行った結果を図 4 に示す。正味換算型においては第 1 約束期間終了までの期間が短く、鉄道建設による CO₂ 排出量の影響が卓越することから、計 68kt-C もの余剰排出が生じている。



(a)正味換算型



(b)生涯換算型

図3 システムバウンダリー概念図

表2 鉄道整備有無別の都市圏全体での自動車・鉄道トリップ人キロ数

(千人キロ/日)	自動車	鉄道
整備あり	333,704	748,600
整備なし	334,682	749,206

一方、生涯換算型のようにインフラの寿命を考慮して長期的スパンで排出量を平準化した場合には、鉄道整備による削減効果が第 1 約束期間終了までに計 154kt-C 得られる計算となっている。

次に、CO₂ 削減によって得られる CER を算出するため、2002 年のイギリスにおける CO₂ 排出量取引市場での平均的な取引価格である 20US\$ / t-C を

もとに CO₂ 排出量を貨幣換算する．その結果，生涯換算型では 2012 年までに 3.7 億円相当の削減効果を得る計算となる（ただし，このうち 2% は途上国援助基金に繰り入れられることになっている）．ケーススタディでとりあげた事業の建設費は 9404 億円であり，CER 収益率（CER による収益と建設費の比と定義する）は 0.04% となる．年間 140GWh の発電能力を有する再生可能エネルギー事業の実施事例では CER 収益率は約 10% と報告されており⁵⁾，それと比較すると CER による事業費の回収は非常に小さい．さらに，CDM 事業の認証を受けるためには図 1 の各段階で追加コストが発生する．この収益性の低さは，運輸交通部門における CDM の導入を妨げる要因となると考えられる．ただし，途上国での鉄軌道整備に適用した場合，日本に比べて建設費が小さく，また削減量もはるかに大きい値となることが期待されるため，CER 収益率は大幅に改善されるであろう．

4.4 システムバウンダリー設定方法の検討

正味換算型での推計結果が示すように，2012 年を終えた時点までの CO₂ の収支のみでは必ずしも削減効果を期待できるわけではない．しかも正味換算型では，第 1 約束期間での削減努力がそれ以降の効果となって現れることになり，その効果の計上が認められない限り，事業実施者が削減炭素クレジットをロスしてしまうことになる．このように，鉄道整備による削減努力と効果が顕在化するまでの間のタイムラグを考慮するためには，鉄軌道敷設から廃棄までのライフタイムを含めた生涯換算型の適用が必要であると考えられる．

一方，生涯換算型の場合，モニタリングの期間が問題となる．2012 年以降の推移を 2012 年までのモニタリング結果に何らかの形で外挿する手法が必要となるであろう．

5. その他の技術的問題

最後に，表 1 で示した技術的問題のうち鉄軌道整備におけるベースラインの設定とモニタリング手法についても検討する．まず，ベースラインについては，鉄道が建設されなかった場合にその地域の交通活動全体から発生すると思われる GHG 排出総量を

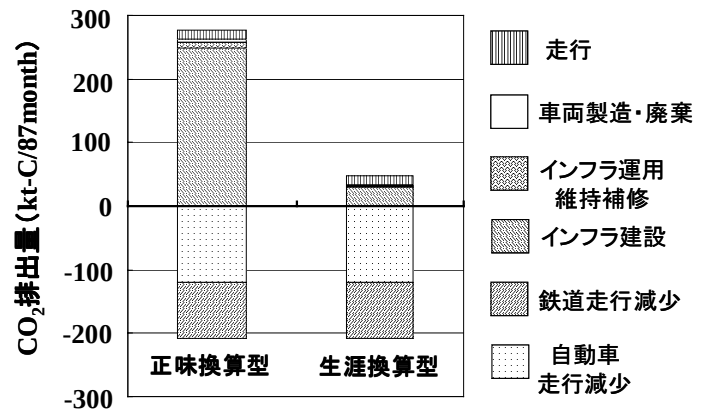


図 4 鉄道整備前後での CO₂ 排出量

確定する必要がある．その推計のために，当該地域における交通需要を算出交通需要予測・シミュレーション手法の適用が考えられる．

次に，事業実施後の GHG 排出量をモニタリングするためには，システムバウンダリー内部における交通手段別利用状況を把握することが必要である．現状でも，パーソントリップ調査や断面交通量調査などの手法によって，鉄軌道建設前後の利用交通機関・経路を得ることができ，各交通機関の排出係数を用いて GHG 排出量の算定が可能である．

6. おわりに

本研究では，鉄軌道整備事業の CDM 確認・登録手続きの際の技術的問題について ELCEL 概念の導入によって解決する方法を示した．また，ケーススタディでとりあげた日本における鉄道整備事業では，事業により獲得した CER は事業実施を経済的に支援するまでには至らないことを示した．今後，CDM 適用可能性をより現実に即した形で検討をするために，途上国における事業を対象にケーススタディを行っていく予定である．

< 参考文献 >

- 1) 財)地球環境センターホームページ:「CDM/JI の対象事業実現可能性の検討・評価調査」
- 2) 田中，加藤，林：運輸交通分野における CDM を用いたビジネスモデルの可能性に関する基礎的検討 第 11 回地球環境シンポジウム講演集，2003．
- 3) 日本鉄道建設公団関東支社：平成 11 年度環境からみた都市鉄道の整備効果に関する調査報告書，2000．
- 4) 柴原，加藤：LCA に基づく標準化原単位を用いた鉄軌道システムの環境性能評価手法，第 31 回環境システム研究論文発表会講演集，2003．
- 5) 三菱証券株式会社クリーン・エネルギー・ファイナンス委員会：News Letter Vol.9,2002．