

コンケンにおけるBRT導入を対象とする 低炭素社会ビジョンの設定方法に関する研究

池下 英典¹・伊藤 雄太¹・福田 敦²・石坂 哲宏²・
田中 絵里子²・長田 哲平²・椎名 翠³

¹学生会員 日本大学大学院 理工学研究科社会交通工学専攻
(〒274-8501 千葉県船橋市習志野台七丁目24-1)

E-mail:h.ikeshita@hotmail.co.jp

²正会員 日本大学 理工学部社会交通工学科 (〒274-8501 千葉県船橋市習志野台七丁目24-1)

E-mail:fukuda.atsushi@nihon-u.ac.jp

³非会員 ニッポンレンタカーサービス株式会社

本研究では、低炭素交通システムを基本として将来に低炭素社会を実現する方策を検討する基礎として、具体的な低炭素社会ビジョンを作成する方策について検討するものである。具体的にはタイ東北部の中心都市であるコンケン市を対象に、現在導入が検討されているBRT 5路線の建設を前提に、同時に公共交通指向型都市開発 (TOD) 施策、その他のBRT運行改善策、低燃費技術の実施などを行う場合の将来像について、それぞれの施策が実施された場合と実施されなかった場合について整理を行い、地理情報システム (GIS) を用いて具体的に都市構造 (人口密度、都市活動) を設定し、構築した。その都市構造に基づき、交通需要予測ソフトを用いて利用者均衡配分を行った結果から、BRTが導入された場合の各施策のCO₂排出量の推計を行い、それぞれの削減可能性を明らかにした。

Key Words : *Low Carbon Society Vision, BRT, TOD, GIS, Khon Kaen*

1. はじめに

近年、地球温暖化防止の観点から持続可能な都市構造と交通システムの在り方に関して様々な議論と取り組みが行われている。その中で、交通機関からのCO₂排出量の抑制・削減が世界的に急務となっている。これに対して、各国の都市では、環境負荷の小さい公共交通機関の積極的な導入や環境にやさしい自動車の開発や普及を実施し、成果を挙げている。しかし、現在もモータリゼーションが進んでいる開発途上の都市においては、これらの取り組みだけで温室効果ガス排出量を地球温暖化防止の観点から必要とされる20%から50%程度まで削減¹⁾することは、極めて難しいとされている。そこで、環境省・環境研究総合推進費「アジア低炭素社会に向けた中長期的政策オプションの立案・予測・評価手法の開発とその普及に関する総合的研究」では、温室効果ガスの大きな削減を可能とする将来の低炭素社会ビジョンを先に提示し、それを目標にバックキャスティングアプローチで、削減に向けて実施すべき政策のロードマップを作成する考え方を構築している。都市交通において、この考

え方に基づいてロードマップを作成していくためには、都市構造や土地利用を含めた具体的な低炭素社会ビジョンを作成することが重要となる。

そこで本研究では、タイ東北部の中心都市であるコンケン市を対象に、現在導入が検討されているBRT 5路線の建設を前提に、現状のまま発展した場合とTOD施策を実施した場合のシナリオについて設定する。施策を実施する場合の具体的な提案とともに、その削減可能性を試算することで、このようなアプローチが実施可能であるかを検討することを目的とする。

2. 研究の位置づけ

わが国における交通部門のCO₂排出量は、その約9割が自動車から排出されており、温室効果ガス排出量を低減するために小根山ら (1997) ²⁾は、自動車交通からより環境負荷の小さい交通機関への転換、都市活動の集中や土地利用の適正配置が重要としている。

低炭素社会に向けて様々な研究が成されている中、脱

温暖化2050プロジェクト・交通チーム (2009)³⁾は、2050年時点を見据えた長期的な低炭素交通ビジョンについて、大都市圏郊外部で近隣の集約化、都市部では土地利用の高密度化を進め、郊外部の開発を抑制することにより、移動距離の10%程度の削減が可能であるという試算結果を得ている。また、地方都市部でのLRT (Light Rail Transit) やBRTの導入によるCO₂排出量の削減見込みを大きく見ている。また、低炭素社会の将来ビジョンの構築に関して、松橋 (2007)⁴⁾はその方法として、バックカスティング、多様な対策の組み合わせによる削減、そして複数の異なるビジョン・シナリオを構築するといった方法を挙げている。この中で、低炭素交通ビジョンの実現に向けた提言を行っているが、望ましい土地利用の方向性を踏まえた、具体的な低炭素社会の将来像について早期に議論を始めていくことが重要であるとしており、具体的な将来像を描くことが急務であると考えられる。

また森本 (2009)⁵⁾は、土地利用と交通の相互から持続可能な都市について、地方中核都市を取り上げ、都市の形を集約型都市構造へ転換するために、土地利用と交通の基本的な関係に立ち戻って考えている。その中で、土地利用から見た交通戦略として、公共交通サービスや道路空間の適切な整備などを挙げている。一方交通から見た土地利用戦略については、土地利用を集約させることが目的とすれば、それに見合った交通機関整備があるとして、将来の街の住民を考えてその戦略を立てることがカギとなるとしている。

以上のことから、本研究では低炭素社会を構築するためにBRTの導入と一体となったTOD施策を具体的に設定する必要があると考える。従って、集約型都市構造を意識した土地利用の適正な配置を行い、その上で自動車から公共交通機関などへの転換を行うことを具体的に設定していくことが必要であると考えられる。

3. 低炭素社会ビジョンの構築

土地利用の高密度化と公共交通システムの整備が低炭素社会に向けたビジョン実現のために必要であるとされている⁶⁾。図-1に示すように、バックカスティングアプローチによるロードマップ作成において設定すべき目標である将来の低炭素社会ビジョンの作成が必要とされ、様々な視点よりアジアにおける低炭素社会のシナリオの開発が行われている。その中でも交通システムの整備は、低炭素都市の構築には不可欠である。そこで低炭素社会を意識した交通システム整備を具現化するために、Avoid, Shift, Improveの視点から実施可能であると考えられる施策を太田 (2003)⁸⁾の提示する持続可能な交通に向けた具体的政策を参考に、表-1に整理する。

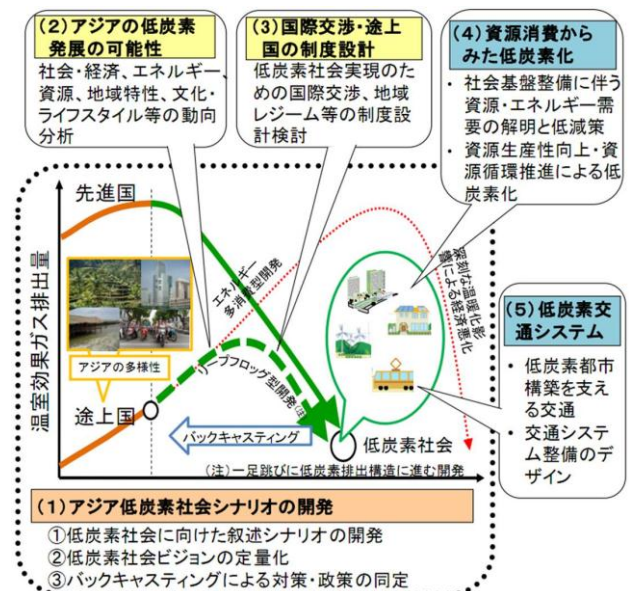


図-1 低炭素社会シナリオの開発イメージ⁷⁾

表-1 Avoid, Shift, Improveの視点から実施可能な施策

	Avoid (抑制)	Shift (転換)	Improve (改善)
技術	土地利用・都市計画 (TOD施策等)	モーダルシフト 公共交通の整備	燃費改善 技術開発 (ITS, EV・燃料電池車)

低炭素都市の構築のためには、Avoid施策として挙げた土地利用などのTOD施策、およびShift施策として考えられる公共交通の整備による交通軸に基づく都市構造の改編が不可欠である。このことから低炭素社会ビジョンを構築するためには、都市構造の具体的な提示が必要となる。そこで、排出を抑制するTOD施策についてBRT導入を考慮して設定する。その上で、BRT運行改善策やImprove施策として挙げた、より排出の少ない技術としての低燃費技術の導入策などが実施された場合の検討を行う。その結果、低炭素都市構築の要件となる温室効果ガス削減が可能か否かの検討を行う。効果の把握のために検討を行う内容は、①現状、②BRT導入時に現状のまま発展した場合、③BRT導入時にTOD施策を実施した場合の3シナリオについて分析し、Improve施策は、③の時点でのみ検討を行う。

4. BRT導入計画と都市構造の設定

(1) コンケン市におけるBRT導入計画の概要

コンケン市では、すでに5路線のBRT路線の建設が計画されており、2007年から2022年の15年間で合計5路線が完成し、運行を開始する予定である⁹⁾。コンケン市で計画中のBRT路線を図-2に示す。路線は、ピンク、赤、青、黄、緑の5色に分けられている。最初の5年間

でピンク、赤、青の BRT 3 路線の建設を行い、さらに次の 10 年間で黄、緑の BRT 2 路線の建設を行う。

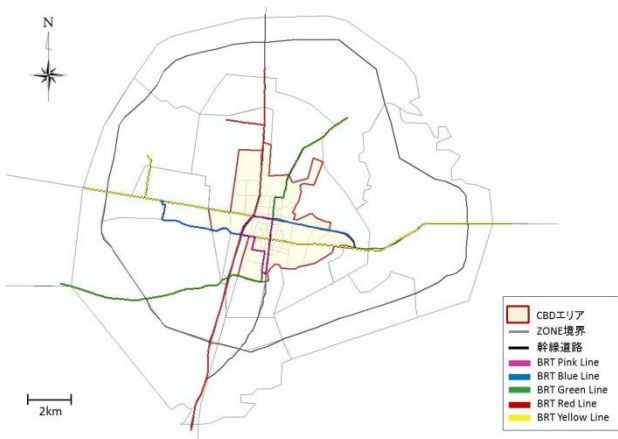


図-2 対象エリアと計画中の BRT 路線

(2) 都市構造の設定

前述の通り、バックキャスティングアプローチにおいて目標となる低炭素社会ビジョンは、温室効果ガス排出量削減を可能にするものでなければならないので、BRT を交通軸に土地利用を取り入れた都市構造である必要がある。そこで、GIS を使って、まず現在の都市構造を現在の人口分布に基づき、図-3 に示す通り設定する。次に将来の都市構造を、既存の交通ネットワークが変化しないことを前提に、推計されている将来人口フレームに一致するように現在の人口分布を拡大し図-4 に示す通り設定する。最後に、目標とする将来の低炭素社会ビジョンを具体化する都市構造を、既存のネットワークと BRT 導入計画に基づき、図-5 に示す通り設定する。具体的には、単一中心の都市構造を仮定し、BRT のピンクの内側のエリアを中心として半径 2 km を中心業務地区（以下、CBD）と設定し、トリップが集中するように設定する。その外側のエリアについては、住居として、トリップが発生するように設定した。なお、都市構造の構築の際には、250m×250m のメッシュを作成して人口分布を表現する。また居住範囲については、BRT 路線から徒歩 5、6 分で歩ける距離を想定し、BRT 路線から半径 500m を居住範囲に設定する。

5. 交通需要予測モデルの構築

(1) 対象エリア

本研究では、図-2 に示すコンケン市の 96 ゾーンを対象に分析を行う。モデルに再現する道路網は、南北に伸びる国道 2 号線、東西へ伸びる国道やコンケン市の市街地を囲むように走る環状道路等の幹線道路を対象とした。BRT については、導入が計画されている 5 路線を対象と

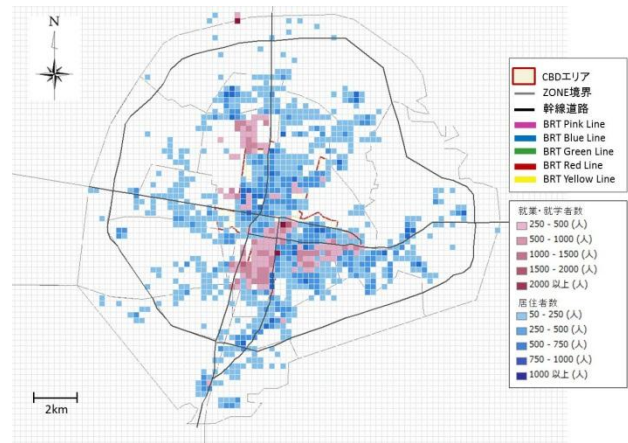


図-3 人口分布図（現況，2007年）

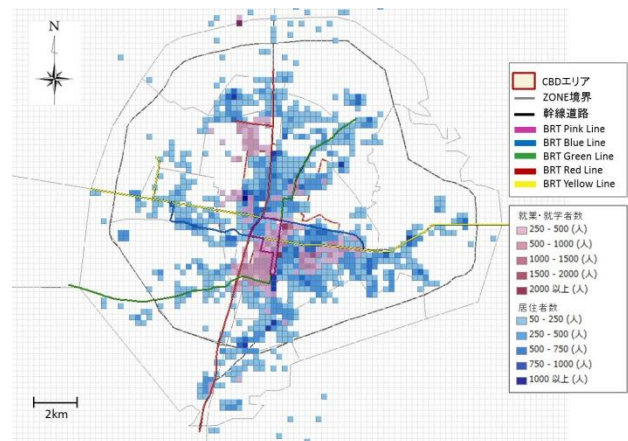


図-4 人口分布図（2022年 BRT のみ）

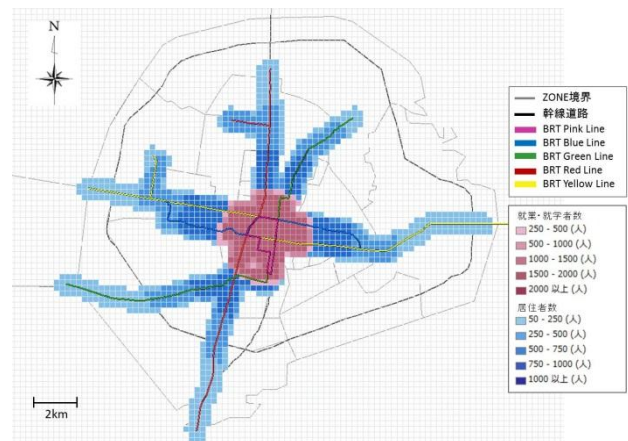


図-5 TOD 型の人口分布図（2022年 BRT, TODあり）

した。なお、本研究では将来交通量の推計を、コンケン大学により 2003 年に行われた調査結果で得られた車種別 OD 表に基づき行う。またネットワークについては、2007 年現在のネットワークとし、道路の新設は無いものとした。

(2) 将来交通量の推計

交通需要予測ソフト JICA STRADA（以下、STRADA）を用いて、前述の都市構造の仮定に示した図-3、図-4 そ

して図-5に示す都市構造について交通需要予測を行う。図-4について、まずゾーン別発生集中交通量を伸び率法により推計し、続いて分布交通量について現在パターン法を用いて推計する。なお、成長率は2007年時点の現況人口と2022年時点の将来人口から伸び率を算出し用いることとする。また図-5については、図-4で推計した総発生集中交通量をコントロールトータルとして、設定した人口分布に合わせて分布交通量を推計する。

配分交通量の推計には、旅行時間が最小となる経路選択を行うように利用者均衡配分法を用いる。なお、経路選択にはBPR関数を用い、そのパラメータには松井ら(1998)¹⁰⁾により推計された値を用いる。また等時間原則を考慮するため、時間評価値や平均乗車人員等は、現地の調査結果などの報告書^{11) 12)}に基づき、表-2に示す通り設定した。

表-2 配分交通量の推計に用いる時間評価値等

車種	時間評価値 (Baht/台・分)	乗用車 換算係数	平均乗車人員 (人/台)
乗用車	2.01	1.00	2.62
バイク	0.35	0.33	1.75
ソンテウ	1.03	2.00	12.00

(3) CO₂排出量の推計について

本研究では、リンク距離と交通量、そして各リンクにおける車種別平均走行速度から求められる排出係数を式(1b)より算出し、式(1a)に代入して推計する。排出係数は、大気汚染物質別車種別の排出係数算出パラメータと平均走行速度から車種別に推計されるものである。排出係数は、地域の気候、地域における走行特性、車齢分布などに大きく依存するため、実態にあった排出係数を用いる必要がある。現状では、多くの開発途上国では、このような排出係数が作成されていないので、本研究では、「地球環境問題解決のためのクリーン開発メカニズム(CDM)推進事業(国土交通省)」の中で、バンコクを対象に構築された排出係数¹³⁾が、対象都市の状況に近いと判断し用いる。

$$E_{k,i} = D_k \times Q_{k,i} \times Ef_{k,i}(v_{k,i}) \quad (1a)$$

$$Ef_{k,i}(v_{k,i}) = a_i v^2 + b_i v + c_i \quad (1b)$$

ここで、 E ：排出量 (g)、 D ：距離 (km)、 Q ：交通量 (台/時)、 Ef ：速度の時の排出係数 (g/km)、 a, b, c ：排出係数算出パラメータ、 k ：リンク、 i ：車種、 v ：均衡速度 (km/時)

6. 推計結果

対象とするシナリオについて推計した結果は、講演時に報告する。

7. おわりに

本研究で低炭素社会ビジョンを構築するために必要な都市構造の具体的な排出を抑制するBRT導入を前提としたTOD施策についての作成方法を提示した。

低炭素社会構築のためのアプローチのひとつとして提示した作成方法を用いて、今回提示した都市構造以外についても検討を行いたい。

謝辞：本研究は、環境省・環境研究総合推進費(旧)地球環境研究総合推進費)の一部である「アジアにおける低炭素交通システム実現方策に関する研究」(S-6-5)の支援のもと実施された。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 国立環境研究所：脱温暖化 2050 研究プロジェクト、http://2050.nies.go.jp/index_j.html
- 2) 小根山裕之、大西博文：環境負荷の小さい都市構造・交通体系に関する一考察、土木計画学研究・講演集、pp.129-132、1997。
- 3) 脱温暖化 2050 研究プロジェクト・交通チーム：低炭素社会に向けた交通システムの評価と中長期戦略、http://2050.nies.go.jp/index_j.html、2009
- 4) 松橋啓介：低炭素社会に向けた交通システムの将来ビジョンの構築について、都市計画論文集、No.42-3、pp.889-894、2007。
- 5) 森本章倫：持続可能な都市における基幹公共交通の意義—土地利用と交通の相互関係からみた地方中核都市の再生—、都市計画、Vol.58、No.5、pp.32-35、2009。
- 6) 前掲4)
- 7) 太田勝敏：持続可能な社会に向けての交通環境と政策、国際交通安全学会誌、Vol.28、No.3、pp.198-202、2003。
- 8) 環境省：地球環境研究総合推進費 採択課題 S-6 アジア低炭素社会に向けた中長期的政策オプションの立案・予測・評価手法の開発とその普及に関する総合的研究 研究概要、http://www.env.go.jp/earth/suishinhi/jpn/projects_underway/pdf/S6.pdf
- 9) KTS：KhonKaen Transit System Project、2008
- 10) 松井寛、山田周治：道路交通センサスに基づく BPR 関数の設定、交通工学、Vol.33、No.6、pp.9-16、1998。
- 11) Office of Transport and Traffic Policy and Planning and Khon Kaen University：Study on Traffic and Transportation Master Plan for Regional Cities the KHON KAEN Province、2003。
- 12) Office of Transport and Traffic Policy and Planning (OTP)、Ministry of Transport, Thailand:“Development of fare structure for public transport and integrated systems” Project、2010。
- 13) 海外運輸協力協会、日本大学理工学部、日本気象協会：国際協力銀行委託調査 タイ王国円借款環境改善効果評価のための委託調査報告書、2006。