

国レベルでの旅客交通ネットワークのライフサイクル CO₂ 推計：

インドにおける高速鉄道と航空の比較

Estimation of Life Cycle Carbon Dioxide from Nation-wide Passenger Transport Networks : Comparing High Speed Railway and Aviation in India

○中山潤也^{*1)}、加藤博和¹⁾、柴原尚希¹⁾、伊藤圭¹⁾、竹下博之²⁾

Junya Nakayama, Hirokazu Kato, Naoki Shibahara, Kei Ito, Hiroyuki Takeshita

1) 名古屋大学, 2) 運輸政策研究機構

*jnaka@urban.env.nagoya-u.ac.jp

1. はじめに

アジア発展途上国においては近年、都市間での自動車・航空輸送量の急増が顕著である。これらの交通機関は単位輸送量あたりの CO₂ 排出量が大いため、輸送量増加はエネルギー消費量、CO₂ 排出量の増加に直結する。一方、鉄道は自動車や航空に比べて輸送量単位のエネルギー消費量・温室効果ガス排出量が少ないことが知られている。そのため、省エネルギーでかつ低炭素な交通手段として高速鉄道の導入を検討する国が増加している¹⁾。その一例として、インドでは近年、年間 8~9% の経済成長が続いているが、それに伴い、自動車・航空需要が大幅に増加している。それらの需要を鉄道へ転換させるため、既存路線の抜本的改革に加え高速鉄道導入を盛り込んだ施策である「Indian Railway Vision 2020」(以下 Vision 2020) を発表している²⁾。

しかしながら、高速鉄道導入によって CO₂ が無条件に削減されると考えるのは早計である。今後新たに鉄道整備が行われる区間については、インフラを建設することにより莫大なエネルギー消費・CO₂ 排出が生じる。また、実際に運行を始めても、利用者が少なければ輸送量あたり CO₂ 排出量が多くなり、削減効果も期待できなくなる。高速鉄道を新設する場合にはこれらの要因を含めて考慮しなければならない。

そこで本研究では、Vision 2020 で計画されている路線を対象として、鉄道・航空から発生する CO₂ 排出量を LCA によって評価する。

2. 「Indian Railway Vision 2020」の概要

Vision 2020 はインド国鉄道省によって策定された、2020 年を目標年次とする鉄道改善計画である。計画の主な内容として、既存路線の運行システムの改良・輸送力拡大、電化の促進に加え、高速鉄道の導入が盛り込まれている。図 1 に Vision 2020 で計画された路線を示す。



図 1 計画路線図

3. LC-CO₂ 推計方法

高速鉄道と航空、それぞれの LC-CO₂ 排出量を推計する。本研究では CO₂ 排出原単位として、日本国内で推計された値を適用する。

3.1 高速鉄道

高速鉄道は、インフラ建設、車両製造・メンテナンス、運行からの CO₂ 排出量を評価対象とする。各計画区間のルートは、並行する既存鉄道路線に沿うものとする。

3.1.1 インフラ建設

インフラ建設に伴う CO₂ 排出量は軌道、駅からのものを扱う。

① 軌道

文献³⁾より、新設する軌道インフラとして高架橋、トンネル、土構造の 3 種を対象とする。インドでは既存路線の多くが平野部を通っていることを考慮し、路線延長に対する 3 種の比率をそれぞれ 2:1:7 と仮定する。各路線構造の CO₂ 排出原単位を表 1 に示す。

② 駅施設

文献⁴⁾より、駅の建設に係る CO₂ 排出原単位は 335,395[t-CO₂/駅]とする。駅数は「Indian Railway Vision 2020」で計画された駅数とする。

3.1.2 車両製造・メンテナンス

文献⁴⁾より、CO₂排出原単位を150[t-CO₂/両]、メンテナンスは95[t-CO₂/両]とする。車両のライフタイムは20年と仮定する。

3.1.3 運行

使用車両として、日本の新幹線に用いられている700系を想定し、座席数1,323[席]、表定速度225[km/h]、1日あたりの走行時間を15[h]、乗車率を50%とする。文献⁵⁾より運行起源CO₂排出原単位は12.25[kg-CO₂/km]とする。なお、このシミュレーションは電力消費量を用いているため、インドの発電効率率は日本の0.41である⁶⁾ことを考慮する。

3.2 航空

航空は既存の空港を利用すると考え、運航部分の排出量のみを算出する。IPCCガイドラインで推奨されている巡航部分と離着陸(LTO)部分に分けて計算を行う。

機体は現在インドで最も多く使用されているAirbus A320とする。LTO部分は離着陸時に発生するCO₂排出量で2.68[t-CO₂/LTO]を用いる。飛行起源CO₂排出原単位については、既報⁷⁾の航続距離に応じたCO₂排出原単位を用いる(式(1))。航続距離 R から燃料消費量 W_f を算出し、ジェット燃料のCO₂換算係数を乗じてCO₂排出量を計算する。

$$R = \frac{V}{C} \cdot \frac{L}{D} \cdot \ln \left(\frac{W}{W - W_f} \right) \quad (1)$$

R : 航続距離、 V : 巡航速度(578[km/h])、 C : 燃料消費率(0.75)、 L/D : 揚抗比(18)、 W : 最大積載重量(77[t])

4. LC-CO₂算出結果

高速鉄道、航空の人kmあたりのLC-CO₂排出量と輸送密度[人/日]との関係を図2に示す。高速鉄道は輸送密度が低い場合、人kmあたりに配分されるインフラ建設時のCO₂排出量が大きくなる。航空ではインフラを考慮していないため一定となる。輸送密度が8,000[人/日]を超える需要が見込めるとき、高速鉄道は航空よりも環境的に優位となる。

5. まとめ

首都New DelhiとPatna間では、既存鉄道路線の旅客需要は5,500[人/日](2011年実績)である。これらの需要を高速旅客システムで担うことを考える場合、高速鉄道を

表1 インフラ建設のCO₂排出原単位

構造物種別	CO ₂ 排出原単位[t-CO ₂ /km]
高架橋	7,550
トンネル	4,160
土構造	2,020

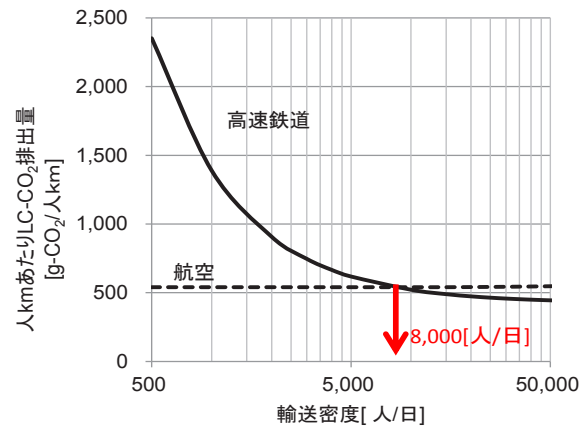


図2 輸送密度と人kmあたりLC-CO₂排出量

新設するよりも航空に転換した方が優位と言える。

ただし、2020年に運行開始し、年率1%で需要が増加していくと仮定した場合でも、2048年には輸送密度は8,000[人/日]に達する。また、高速鉄道はネットワークとして発達することで、より大きな需要が発生すると考えられる。そのため、将来の需要増加をネットワーク全体で考慮した上で、排出量を評価する必要性が示唆される。

参考文献

- 1) 竹下博之: 土木計画学研究講演集, Vol.45, (2012), CD-ROM
- 2) Government of India Ministry of Railway: Indian Railway Vision 2020, (2009)
- 3) 行澤義弘, 毛利誠信, 山田孝弘, 佐藤豊: 鉄道総研報告, Vol.16, No.10, (2002), pp.7-12
- 4) 相原直樹, 辻村太郎: 鉄道総研報告, Vol.16, No.10, (2002), pp.13-18
- 5) 福田典子, 渡邊朝紀: 鉄道総研報告, Vol.16, No.10, (2002), pp.19-22
- 6) 電気事業連合会: h-3 電気事業からのCO₂排出量, 電気事業連合会, (オンライン), 入手先 <http://www.fepc.or.jp/library/data/infobase/pdf/info_h.pdf>, (参照 2012-12-20)
- 7) 柴原尚希, 加藤博和, 林良嗣: 日本LCA学会誌, Vol.5 No.1, (2009), pp.40-46