

車両・電力供給技術進歩が運輸部門 CO₂ 排出量に与える影響の評価

○名古屋大学 学生会員 山本 充洋

名古屋大学 学生会員 伊藤 圭
名古屋大学 正会員 加藤 博和

1. はじめに

地球温暖化問題への対応が重要視される中、日本では 2050 年における CO₂ 排出量を 1990 年比で 60~80% 削減するという目標が発表され(首相官邸 2008)、その実現に向けた様々な施策が実行され始めている。

日本における運輸部門を起源とする CO₂ 排出量は全体の約 2 割を占めており(環境省)、その削減は重要である。現在見込まれている削減効果の大部分は低環境負荷車両の普及によるものと想定されている。しかし、運輸部門 CO₂ 排出量の長期的な推移に関する従来の研究では、車両技術の進歩を十分に考慮しているとは必ずしも言えない。

そこで本研究では、自動車及び鉄道車両の長期的な技術進歩とその普及によって、2050 年における日本の CO₂ 排出量をどの程度削減しうるかを推計することを目的とする。

2. 技術革新の動向

自動車分野においては今後、電気自動車(EV)や燃料電池自動車(FCV)がガソリン車に代わり台頭すると考えられている。鉄道車両については、更なる電化が進む見通しである。その為、CO₂ 排出量推計にあたっては、そのエネルギー源である電力の供給段階の考慮が重要である。

そこで本研究では、自動車及び鉄道車両の技術に加え、電力の供給段階における技術も検討対象とする。具体的な技術として、自動車については、EV、FCV、ハイブリッド車(HV)を対象とし、鉄道については、走行時のエネルギー効率の向上を対象とする。また電力の供給段階の技術として、太陽光、風力、地熱、バイオマス発電及び炭素回収・貯留システム(CCS)を対象とする。

3. CO₂ 排出量推計手法

3.1 CO₂ 排出量推計式

自動車・鉄道を考える(他は考えない)。自動車起源 CO₂ 排出量 E_c の推計には式(1)を用いる。

$$E_c = y \times l_c \times e_c \quad (1)$$

ここで E_c : 乗用車起源 CO₂ 排出量[t-CO₂/年]

y : 車両保有台数[台]

l_c : 1 台あたり走行距離[km/年・台]

e_c : CO₂ 排出量原単位[t-CO₂/km]

乗用車の車両保有台数及び 1 台あたり走行距離は、森田ら¹⁾による乗用車保有台数モデル及び走行距離モデルを用いて予測する。乗用車以外の車両保有台数及び 1 台あたり走行距離については、自動車輸送統計調査による 2000 年の値を用いる。

鉄道起源 CO₂ 排出量 E_r の推計には式(2)を用いる。

$$E_r = l_r \times e_r \quad (2)$$

ここで E_r : 鉄道起源 CO₂ 排出量[t-CO₂/年]

l_r : 年総走行距離[km/年]

e_r : CO₂ 排出量原単位[t-CO₂/km]

鉄道の年総走行距離は、鉄道輸送統計調査による 2000 年の値を用いる。また、鉄道の非電化区間は短い為、本研究では全ての路線が電化区間であると仮定する。

3.2 CO₂ 排出量原単位の定義

運輸部門の CO₂ 排出量を推計するにあたって、車両走行時の排出量のみならず、車両製造や維持による排出、燃料の採掘や精製時の排出も考慮する必要がある。前者は Life Cycle Assessment(LCA)、後者は Well to Wheel 分析と呼ばれる評価手法である。本研究においてもこれらの手法を適用し、CO₂ 排出量原単位を式(3)のように考える。

$$e = W + L \quad (3)$$

$$W = \frac{\text{燃料採掘から補給までの排出量[t-CO}_2\text{/kWh}(\ell)]}{\text{走行時燃費[km/kWh}(\ell)]}$$

$$L = \frac{\text{車両製造・廃棄・維持管理による排出量[t-CO}_2\text{]}}{\text{総走行距離[km]}}$$

LCAにおいて設定が必要となる車両使用年数は、乗用車10年、鉄道30年と仮定する。

4. 技術進歩及びその普及の影響評価手法

長期的な技術進歩及びその普及量を正確に予測することは困難である。そのため本研究では、現在までの推移及び既往研究の値を参考に、幅を持たせた設定を行う^{2)~7)}。その上で、「発電」と「低環境負荷自動車普及」を組み合わせたシナリオを用いて評価を行う。

<発電シナリオ>

- ・電力の供給構成、発電効率を表-1のとおり仮定する。
- ・2050年時における総発電電力量は、現状より45%増加すると仮定する。
- ・送電によるエネルギーロスは5%と仮定する。

<低環境負荷車普及シナリオ>

- ・EV、FCV、HVの普及量を表-2のとおり仮定する。
- ・FCVの燃料となる水素の製造方法は、全て水の電気分解であると仮定する。

5. 推計結果

発電シナリオ(1)~(3)における各車種のCO₂排出量原単位の推計結果を図-1に示す。FCVよりEVの方がCO₂排出量原単位が小さいことが分かる。

各シナリオにおける2050年時CO₂排出量の削減割合(2000年比)を図-2に示す。CO₂排出量原単位とは逆に、全てのシナリオにおいて「(a)EV大量普及」より「(b)FCV台頭」の方が削減割合が大きくなる。これは、トラックやバスへのFCVの普及が原因と考えられる。

6. おわりに

本稿では車両技術の進歩及びその普及が運輸部門起源CO₂排出量に与える影響について、シナリオ分析を行った。その結果、技術進歩やその普及に伴い、2050年時の運輸部門CO₂排出量がどの程度削減されるか定量的に算出できた。今後は、技術の時系列的な変化を織り込み、CO₂排出量削減施策の実施時期の検討を行う予定である。

謝辞：本研究は、環境省・地球環境研究総合推進費(S-6-5)「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」の支援により実施された。ここに記して謝意を表する。

表-1 発電シナリオ

(1) 自然エネルギー利用増加	太陽光、地熱等の自然エネルギー利用の発電効率が向上 → 自然エネルギーの利用が促進
(2) 原子力依存	自然エネルギー利用の発電効率はほぼ現状維持 → 自然エネルギーの利用が進まず、原子力に依存
(3) CCS 導入	シナリオ(1)の仮定に加え、火力発電の50%にCCSを導入

表-2 低環境負荷自動車普及シナリオ

(a)EV大量普及	2050年時の車両比率はEV50%、HV50%(トラック・バスは、HV100%)
(b)FCV台頭	技術革新によりFCVの価格が低下 → 2050年時の車両比率はFCV30%、EV20%、HV30%(トラック・バスはFCV30%、HV70%)

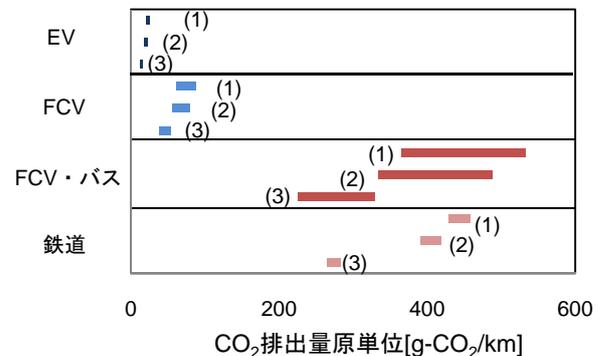


図-1 各車種の2050年時CO₂排出量原単位

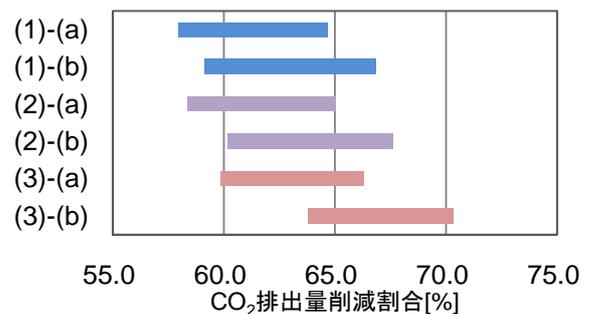


図-2 2050年時CO₂排出量の削減割合

<参考文献>

- 1) 森田紘圭・森本貴志・加藤博和・林良嗣(2006)：技術革新と都市空間構造改変を考慮した運輸部門でのCO₂削減シナリオに関する検討, 土木計画学研究・講演集, Vol.34, CD-ROM
- 2) 脱温暖化 2050 プロジェクト(2009)：低炭素社会に向けた交通システムの評価と中長期戦略
- 3) NEDO(2009)：太陽光発電ロードマップ(PV2030+)
- 4) NEDO(2008)：次世代自動車用蓄電池技術開発ロードマップ
- 5) NEDO(2006)：燃料電池・水素技術開発ロードマップ
- 6) 財団法人地球環境産業技術研究機構(2007)：日本における地中貯留の経済評価と有効性
- 7) 株式会社三菱総合研究所(2009)：2050年エネルギー環境ビジョン