

電気自動車の充電時間を考慮した 電力需要の推計と二酸化炭素排出量

66204 上杉 春奈

(指導教員 藤井 康正 准教授)

Key Words : Electric Vehicle, Power Generation Mixes Carbon dioxide Reductions

1. はじめに

近年、温室効果ガスの排出による地球温暖化が注目されており、日本の二酸化炭素排出量の約二割は自動車からの排出である。その対策として二酸化炭素排出量の少ない、燃料電池車、ハイブリッド車、電気自動車等、低公害車の研究開発が進んでいる。本研究では、電気自動車が普及した際に必要となる充電電力量を国土交通省道路センサスに基づいて算出し、2010年から2050年までの日本の電源構成に与える影響について、線形計画法を用い発電費用を最小化するように最適化を行い検討する。

2. 走行パターンの作成

1) 道路交通センサスについて

電源構成モデルに組み込む電力負荷を、電気自動車充電の充電時間帯、使用方法を考慮して算出するために、自動車の走行距離（トリップ長）と走行台数（トリップ数）を調査した自動車起終点調査を用いる。これにより、各時間帯の使用目的と台数の関係を表している時間帯別目的別発生交通量と、運行目的別トリップ長分布がわかる。

2) 目的別発生交通量の期待値の作成

時間帯別発生交通量と、トリップ長分トリップ長分布の整合性を持たせたものとして、より細かい時間間隔の目的別発生交通量を作成する。これは発生交通量の期待値（ある時間の航空写真ととらえることができ、ある時間帯のある瞬間に動いている自動車の台数の期待値）を表すものである。(1)式より目的別発生交通量の推計値（図3）が得られる。

$$\sum_x m_{K,i,r} \times \frac{f_{x,i,r}}{F_{i,r}} \times \frac{L_x}{v_{K,i,r}} \times \frac{1}{w_k} = h_{K,i,r} \quad (1)$$

$m_{K,i,r}$: 時間帯Kの目的i、地域rのトリップ数、K: 時間帯、i: 運行目的、r: 地域、x: トリップ長分布の走行距離をXに分割したうちのx番目、 L_x : 走行距離、 $\tau_{x,i,r}$: 走行時間、 $f_{x,i,r}$: 走行距離x kmで目的iのトリップ数、 $F_{i,r}$: 合計トリップ数、 $v_{K,i,r}$: 走行速度 (km/h)、 w_k : 時間帯の区切りの幅、 $h_{K,i,r}$: 目的別交通発生量の瞬時値

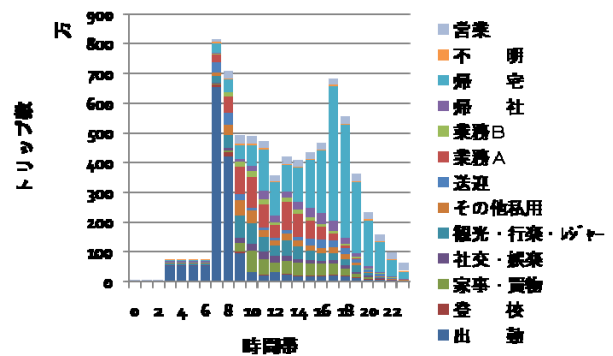
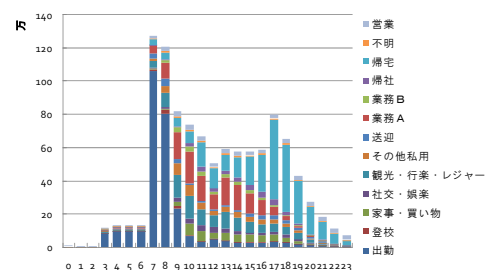


図 1 発生交通量の期待値

3. 充電シナリオ

電気自動車の普及の仮定などは以下のように置いた。まず充電方法についてだが、コンセントから充電されるだけでなく、車両に搭載されたコンデンサ等に路上から直接電気を貯めることができるようになっているものとする。これにより電池容量を超えて走行しなければならない場合にリアルタイムで給電することが可能になる。電気自動車の普及率は2010年で0%、2020年で10%、2030年で30%、2040年で60%、2050年で100%となるものとして計算を行った。

電気自動車の走行距離によっては貯蔵電池で走行できずにエネルギーを補わなければならない場合がある。電池による走行が30kmと仮定した場合、貯蔵電池で走行している車両とそうでない車両のトリップ数が図2のようになる。



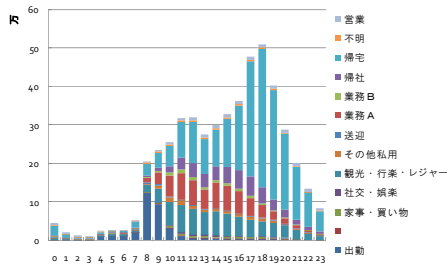


図 2 電池走行している自動車と電池容量を超えて走行している自動車のトリップ数

4. 最適電源計画

さまざまな制約条件のもと総発電費用を最小とするように最適化を行う。目的関数は(2)である。

$$TC = \sum_t^{nt} disc \sum_i^{pl} (Fix_{t,r,i} + Fuel_{t,r,i} + CFix_{t,r,i}) + \sum_t^{nt} disc \sum_{c_i}^{seq} SFuel_{t,c_i} \rightarrow Minimize \quad (2)$$

disc: 割引率、Fix: 発電設備固定費、Fuel: 発電設可変費、nt: シミュレーション期間、pl: 発電所の種類
 pm: 季節、R: 地域、t: シミュレーション期間、i: 発電所の種類、s: 季節、h: 一日の時間、r: 地域

制約式として発電量と需要の需給バランス式、設備容量変化式などの制約条件に二酸化炭素回収貯留も行われるとしてシミュレーションを行った。

5. シミュレーション結果

3の仮定を置き、シミュレーションを行った結果電力負荷は図3のようになる。電気自動車が普及し、二酸化炭素を5割削減する制約をかけたときの二酸化炭素排出量は図5のようになり、普及しない場合の二酸化炭素排出量(図4)と比べると、回収貯留が多いことがわかる。このときの電源構成の様子は図6のようになり、電気自動車が普及しない場合よりも発電量が多くなっている。図7に電気自動車の二酸化炭素削減効果について示す。運輸部門からの排出と発電所での排出を足したもので、普及率100%の2050年で約6400万t-Cの削減効果がある。ここで、二酸化炭素回収貯留が効果的な役割を果たしている。

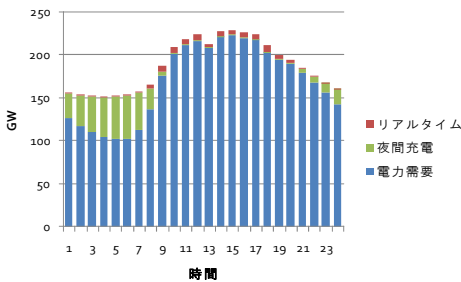


図 3 2050年の電力負荷(全国夏最大三日)

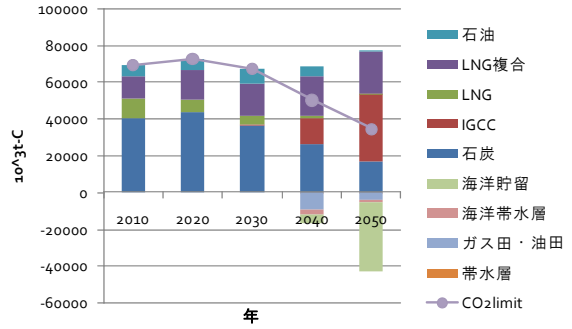


図 4 電気自動車が普及しない場合の二酸化炭素排出量

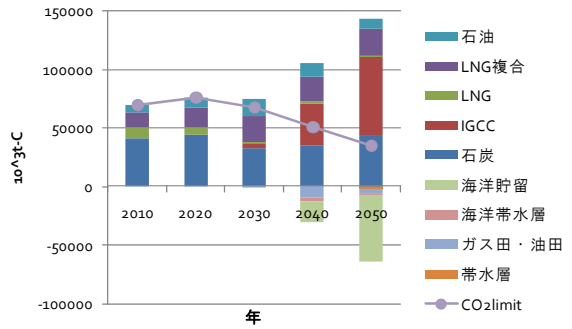


図 5 電気自動車が普及した場合の二酸化炭素排出量

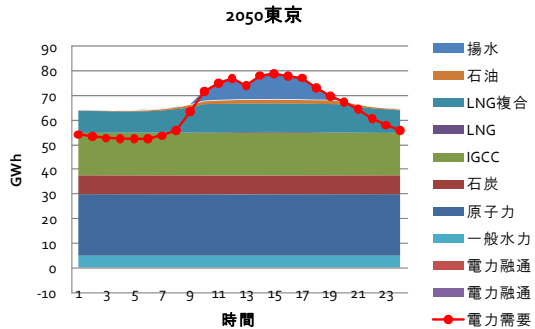


図 6 電気自動車が普及した時の電源構成(東京夏季最大三日)

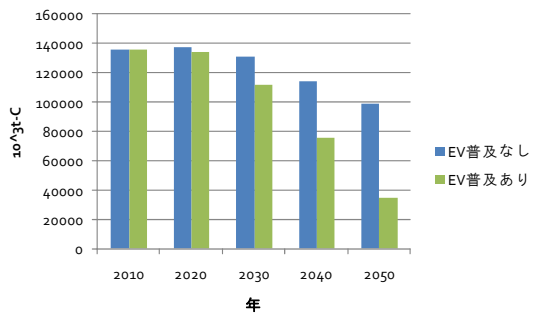


図 7 運輸部門と発電部門を足した二酸化炭素排出量

6. まとめ

本研究では電気自動車が普及した際の二酸化炭素排出量を検討した。電気自動車普及が一日の発電量に与える影響はあるが、二酸化炭素排出量削減に大きな効果があることがわかった。今後は、電気自動車の普及の仮定を詳細なものにすること、太陽電池を導入した効果について検討することがあげられる。