

EV 普及と再生可能エネルギー導入によるスマートシティ化施策の評価

山梨大学 学生員 ○山崎友博

山梨大学 正会員 武藤慎一

1. はじめに

スマートシティとは、「生活の質を高めながらも、環境負荷を抑えつつ健全な経済活動をうながすことで、さらなる成長を続けられる新しい都市の姿」と定義され、様々な施策の導入によるその実現が試みられている。これまで環境負荷の低減に対しては、都市をコンパクト化し、環境負荷の小さな都市構造へ転換することで達成しようとの考えがあった。しかし、都市のコンパクト化は場合によっては人々の活動を阻害し、経済的損失を発生させる恐れがある。これに対し、スマートシティは最先端の情報通信技術を活用することにより、活動水準を維持したまま、あるいは活動のさらなる成長を実現したとしてもそこから排出される環境負荷は低減させるという一見両立しえないものを現実にしようとの試みである。究極のスマートシティとは、電力を再生可能エネルギーによる自家発電でまかないその利用をスマートハウスやスマートグリッドなどの活用によって効率的に行い、電力の自給自足を達成しようというものである。しかし、その実現は技術的問題等もあり、現時点での実現は難しい。

そこで、本研究では人々の活動に伴う CO₂ 等の環境負荷排出の低減の中でも大きな部分を占める交通に着目し、その環境負荷の低減に着目する。すなわち、電気自動車(Electric Vehicle)とプラグインハイブリッド自動車(Plug-in Hybrid Vehicle)の普及と、その電力をまかなうために再生可能エネルギーの普及によるスマートシティの実現を考える。EV あるいは PHV は現時点で既に販売されているものであり、一方、再生可能エネルギーによる発電に関しても EV や PHV の電力をまかなう量であれば現在の太陽

光発電などの普及により十分まかなえると考えたためである。特に本研究では、できる限り経済的影響が小さいという意味で効率的な EV、PHV の普及、あるいは再生可能エネルギーの導入に関するスマートシティ化施策を明らかにすることを最終的な目的とする。

2. 現状分析

2-1 次世代自動車

次世代自動車と呼ばれるものは、電気自動車の他にハイブリッド自動車、プラグインハイブリッド自動車、燃料電池自動車、天然ガス自動車があり、排出ガスがゼロであったり、温室効果ガス排出量が少ないといったところが特性である。HV は既にかなり普及しているが、これは完全に走行時のガソリン消費がゼロであるわけではなく、従来車よりは少ないものの燃料の投入が必要である。これに対し、PHV は HV 以上に電力をエネルギーとしているものであり家庭での充電が行える点に特長がある。しかし、これも走行時の燃料投入が完全にゼロとなるわけではない。これに対し、EV はすべてが電力であり走行時の燃料投入が完全にゼロである。他にも、燃費がいいことや走行音が静かであるということも特徴である。そして EV の最大の特徴は充電が簡単であるということと蓄電機能を備えているということである。EV における蓄電機能の特徴は安価な深夜電力や各家庭において太陽光パネルで発電した電力を EV に蓄電できることである。蓄電された電力は EV を走行させるのに利用できたり、家庭でも使用することができる。

キーワード 電気自動車, 再生可能エネルギー, スマートシティ, SCGE モデル

連絡先 〒400-8511 山梨県甲府市武田 4-3-11 国立大学法人山梨大学甲府キャンパス TEL : 055-252-1111 E-mail : t10c077@yamanashi.ac.jp

また、災害時などの緊急時にも蓄電された電力を使用することができると考えられる。

また、EV にはデメリットも存在し、充電に長い時間がかかり、ガソリンスタンドのように充電できる施設が少ないということである。他にも、走行距離が短く、ガソリン車より価格が高いといったこともあり、普及にはまだまだ課題が存在するが、身近な生活にエコを取り入れることは可能であると考えられる。

2-2 EV 普及率

EV や PHV などの国内生産台数を示したものが図 1 である。これらは、年々増加しているが、ハイブリッド自動車の生産台数の方が電気自動車に比べ多く、電気自動車の生産台数は次世代自動車の生産台数の中でも約 5% 程度を占めただけである。

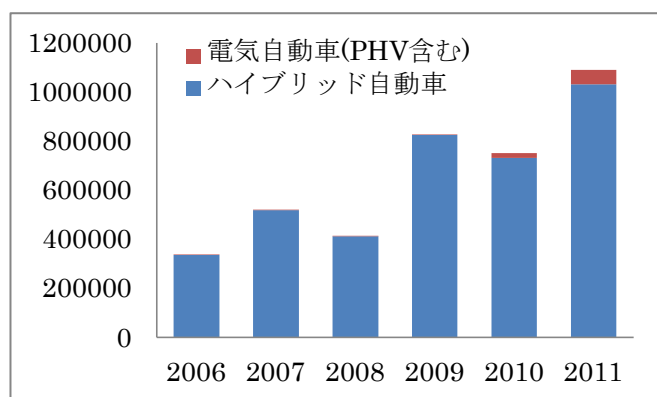


図 1. 次世代自動車生産台数(国内)

2-3 温室効果ガス排出量

環境省より公表されている温室効果ガスの排出量を 2003 年から 2012 年までの 10 年間を図 2 に示す。2008 年の金融危機の影響による急激な景気後退に伴う、産業部門をはじめとする各部門のエネルギー需要の減少によって、温室効果ガス排出量は減少したが、2011 年に発生した東日本大震災により、原子力発電所が停止し、電力の供給が困難になり、原子力発電の代替エネルギーとして火力発電が稼働したことによって温室効果ガス排出量が再び増加した。これを見

ても、原子力発電も問題が多いが火力発電に代わったとしても、地球温暖化に問題が懸念されるといえる。

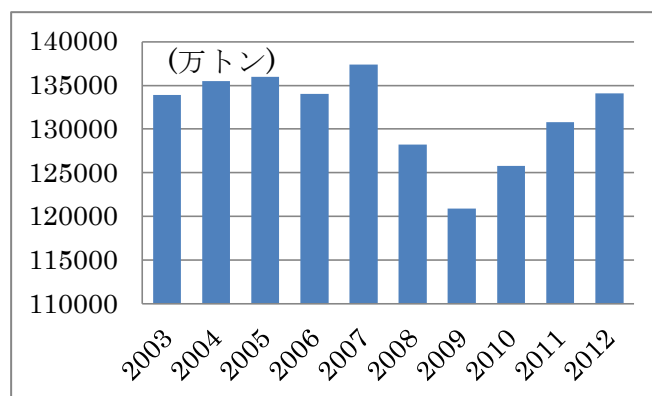


図 2. 温室効果ガス排出量

2-4 電源別発電量

日本における電源別発電量は 2011 年に発生した東日本大震災により大きく変化した。震災前の 2010 年は火力発電が約 60%、原子力発電が約 32%と日本の発電量の約 9 割を火力発電と原子力発電で賄われていた。しかし、震災後の 2012 年は火力発電が約 90%、原子力発電が約 2%となり、原子力発電による発電量を火力発電で賄っているという現状である。

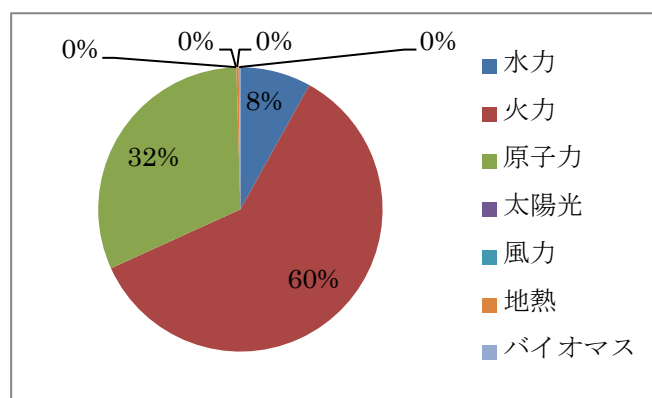


図 3. 2010 年における電源別発電量

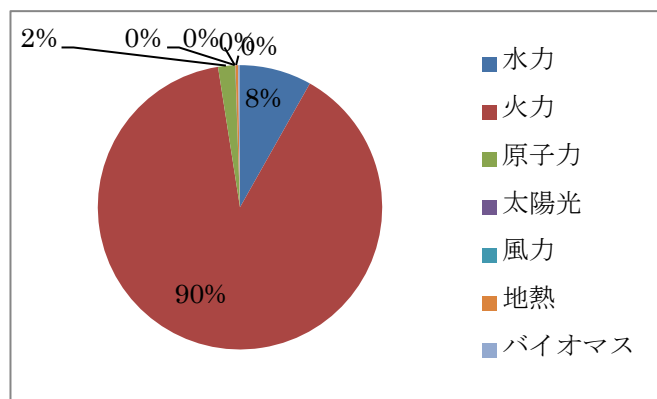


図 4. 2012 年における電源別発電量

2-5 再生可能エネルギーの現状

日本の発電量は火力発電、原子力発電、水力発電で約 99%以上を占めているため再生可能エネルギーの普及率は 1%にも満たない。

また、図 5 より住宅向けの太陽光発電システムの導入台数は年々増加している。

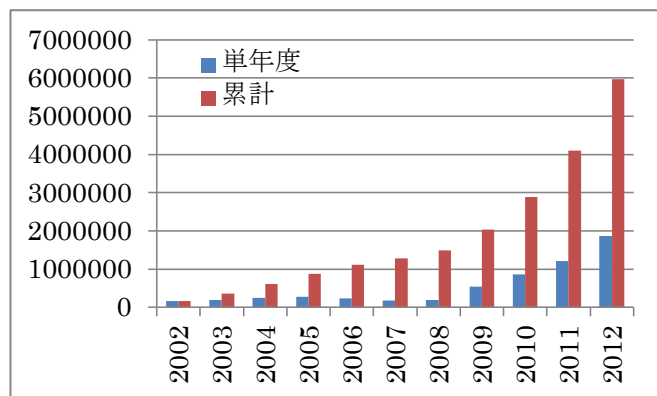


図 5. 住宅向け太陽光発電普及率

2-6 都道府県別電源別発電量

日本における発電量を都道府県別に配分した(図 6)。配分方法は、全体の発電量を各都道府県に存在する各発電所の出力数で割り振った。グラフを見ると火力発電所や原子力発電所を保有している沿海部の都道府県はおおむね発電量と消費量のバランスはよいが、内陸の火力発電所や原子力発電所を保有していない地域は発電量が少ない。例えば、東京などは 100 億 kwh の火力発電しかないが、800 億 kwh、つまり 8 倍の電力消費となっている。これを見ると、発電の需要、供給は県ごとに必ずしもバランスしていない現状がわかる。すなわち、電力に関し、移出入が発生していることがわかる。そこで、次節で構築する分析モデルについては電力に限らず移出入が表現できるモデルを用いることが重要と思われる。

3. SCGE モデルの構築

3-1 概要

本研究では、中心、郊外、他地域の 3 地域間における SCGE モデルを構築し分析を行う。SCGE モデルを用いることで地域間の需要と供給をみることができ、ここに税を投入し、EV・太陽光発電を普及させることで、石油エネルギー消費や二酸化炭素が減少することによる経済的影響を計測し評価していく。

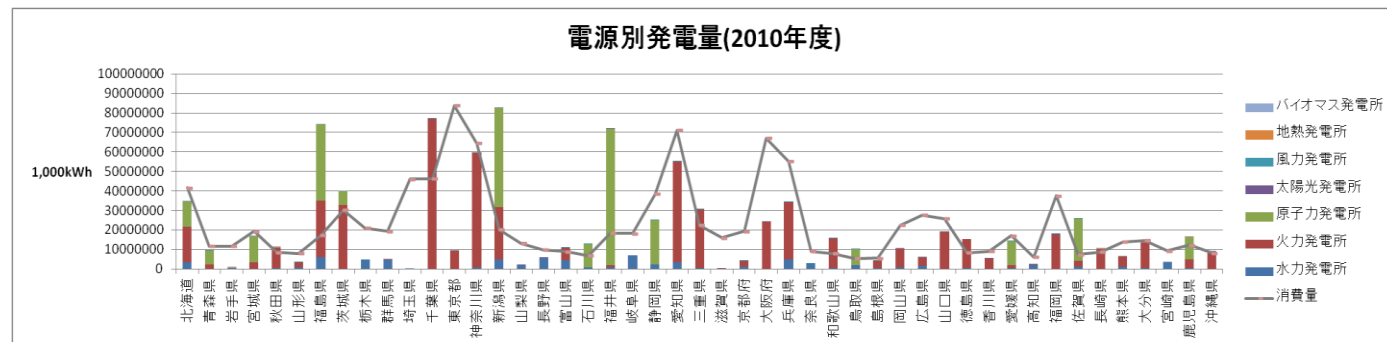


図 6. 都道府県別電源別発電量

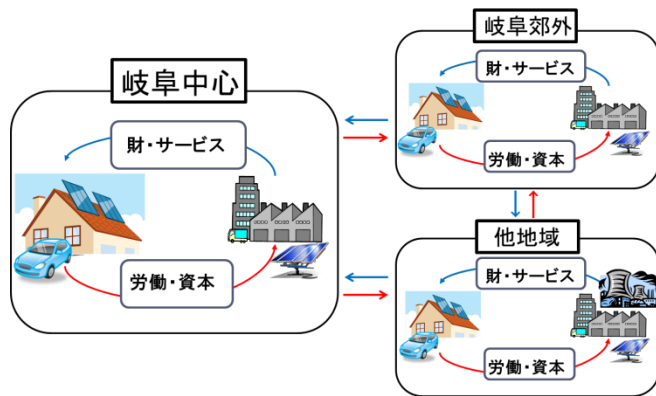


図 7. SCGE モデル概要図

3-2 モデルの全体構成

本研究の SCGE モデルは、対象地を中心、郊外、その他地域に分けた 3 地域からなるとする。各地域には企業、家計部門が存在し、企業は家計が提供する生産要素(労働、資本)を投入して、財、サービスを生産し、家計がそれを消費するという経済活動を行うこととする。なお、財、サービスは、他地域の企業からも交易を通じて消費できる。地域間のやり取りには運輸サービス投入が必要となる。

3-3 本モデルの特徴

本研究では再生可能エネルギーの導入による評価をするため、産業連関表において電力部門から自家発電を独立させることで、再生可能エネルギーによる発電部門を設けた。更に、EV の普及による都市のスマート化も評価したいため、ガソリン車から EV にシフトする必要がある、そのためには、燃料の投入構造が石油から電力に変えていくということも特徴である。これらの部門を設けることで再生可能エネルギーによる発電を自家発電部門によって表現することのできるモデルとした。

3-4 便益の定義

CGE モデルと同様に、政策評価の尺度である便益として、等価的偏差 EV を用い、以下のように便益を定義する。ここで、便益は地域別に計測可能である。

$$EV^s = (W_a^s L^s + r_a^s K^s + NX^s) \left(\frac{U_b^s - U_a^s}{U_a^s} \right)$$

3-5 政策

政策としては平成 24 年度に改正された車体課税のグリーン化と平成 23 年度に導入された地球温暖化対策税(環境税)に対する分析を行うこととした。グリーン税制・エコカー減税の導入による EV・PHV の普及、また、環境税の導入による再生可能エネルギーへの転換が期待され、その点を明らかにする。

4. おわりに

本研究では、EV、PHV の普及、あるいは再生可能エネルギーの導入に関するスマートシティ化施策を分析するための SCGE モデルの構築を行った。そこには、EV あるいは PHV の普及が考慮され、電力の消費についても再生可能エネルギーの導入が考慮されたモデルとした。この結果については当日に発表します。

参考文献

- 1) ジャパン・スマートシティ・ポータル スマートシティ/スマートコミュニティとは
- 2) 経済産業省：資源エネルギー庁、統計情報、電力調査統計、集計結果又は推計結果
- 3) エレクトリカル・ジャパン-発電所マップと夜景マップから考える日本の電力問題 東日本大震災アーカイブ-国立情報学研究所
- 4) 環境省：地球環境・国際環境協力、地球温暖化対策、温室効果ガス排出量、日本の温室効果ガス排出量の算定結果
- 5) 一般社団法人次世代自動車振興センター、統計、電気自動車等生産台数統計
- 6) 太陽光発電協会、統計・資料・リンク集、統計、太陽電池セル・モジュールの出荷統計
- 7) 環境省：総合環境政策、税制のグリーン化(環境税等)、地球温暖化対策のための税の導入