

低炭素・省エネルギー社会を目指した交通政策の方向性

松橋啓介*

近年、低炭素・省エネルギー社会の必要性和現実性がともに高まっている。低炭素・省エネルギー型の交通システムを実現するためには、例えば、公共交通指向型開発に、小型で電動のパーソナルモビリティの低密度地域への導入を組み合わせるなどのパッケージ政策が重要であることを指摘した。また、実現可能性向上のため、具体的なイメージの提示と、多様な選好を反映させた中長期的な計画の立案を行うことが重要である。今後は定量評価と政策への反映が課題である。

Transportation Policies toward a Low-Carbon and Energy-Saving Society in Japan

Keisuke MATSUHASHI*

In recent years, a low-carbon and energy-saving society has become more necessary and more feasible. This paper emphasizes the importance of implementing "package policies" for realizing a low-carbon and energy-saving transportation system that includes policies combining development oriented towards public transportation and the introduction of small, electromotive personal mobility devices in less densely populated areas. It is important to delineate a concrete vision and formulate medium- to long-term plans that accommodate a versatile set of preferences, in order to enhance feasibility. The main challenges of the future will involve quantitative evaluation and implementation in society.

1. はじめに

2007年2月の気候変動に関する政府間パネル(IPCC)第四次報告書は「20世紀半ば以降に観測された世界平均気温上昇のほとんどは、人為起源の温室効果ガスの増加によってもたらされた可能性がかなり高い」ことを発表した。続く6月のハイリゲンダムG8サミットで「2050年に温室効果ガス(GHG:Green House Gases)排出量を半減する」ことが検討議題に挙げられた。これを機に、長期的な低炭素社会の実現は、環境問題の一つから社会経済全体の課題の

一つへと変化した。

08年には、土木学会エネルギー委員会に「次世代型都市交通を中心としたまちづくりによるエネルギー利用に関する研究小委員会」が設置され、低炭素社会および省エネルギー社会の実現に向けて、交通システムの将来ビジョンおよびそのための交通政策の方向性について検討されてきた。

本稿は、交通分野のCO₂排出量を巡る近年の動向を踏まえて、低炭素・省エネルギー型の交通まちづくりの中長期的なビジョンを再確認するとともに、地域特性に応じて技術、交通手段、土地利用の多面的な組み合わせを行うパッケージ政策を示し、その実現可能性を向上させるための展望を明らかにすることを目的とする。

* 御国立環境研究所社会環境システム研究センター室長
Team Head, Center for Social and Environmental System
Research, National Institute for Environmental Studies
原稿受理 2013年7月4日

2. 交通分野のCO₂排出量を巡る近年の動向

近年、燃料価格の高騰や福島第一原発事故が発生した。また、全国的な人口減少が顕在化して公共交通の維持が困難となっている。一方、交通分野のCO₂排出量は、増加から減少に転じる傾向が大都市部等において現れている。大幅削減の必要性和現実性がともに増している。

2-1 燃料価格の高騰

Fig.1に、1970年以降のガソリン価格と自家用乗用車ガソリン消費量の推移を示す。既発表¹⁾に近年3カ年分の値と自動車輸送統計の変更による一部の値を追加して作成した。ガソリン価格は、各年度のレギュラーガソリン価格を2000年基準年の国内総支出年度デフレーターで除して求めた実質価格である。また、収入状況とガソリン消費支出との関係を見るため、ガソリン実質価格にガソリン消費量を乗じてガソリン消費支出を求め、収入の代理指標としての実質GDPに占めるガソリン消費支出の割合を求めた。一方、1人当たり自家用乗用車ガソリン消費量は、登録車両の普通および小型の自家用乗用車ならびに軽乗用車のガソリン消費量を総人口で除して求めた。

1973年の第一次オイルショックと第二次オイルショック後の数年間、および2000年代を除いては、消費量が伸び続けてきた様子が分かる。第一次オイルショック後の1974年から77年までは、ガソリン支出割合は約1.4%とやや高い水準ではあるが、実質価格は低下しており、1人当たり支出は安定したまま消費量が増えた時期である。79年から82年までは、ガソリン支出割合が1.5%を超え、実質価格が上昇したため、消費量は横ばいになった時期である。

オイルショック後から90年代にかけては、ガソリン価格が低下を続け、支出割合が1.0%を下回った。その後、消費量が継続的に増加したにもかかわらず、支払割合は低く安定していた。その間に、保有車両数の増加、車両の大型化、自動車走行量の増加、都市の郊外化が進んだと考えられる。

その後、ガソリン支出割合が1.0%を上回る2001年以降は、ガソリン消費量は横ばい傾向にあることが見て取れる。今後、燃料価格の水準が高止まりになると、90年代に生じた交通や都市の変化は、方向転換を迫られる可能性が高い。その際、保有車両数の減少、車両の小型化、自動車走行量の減少、都市の

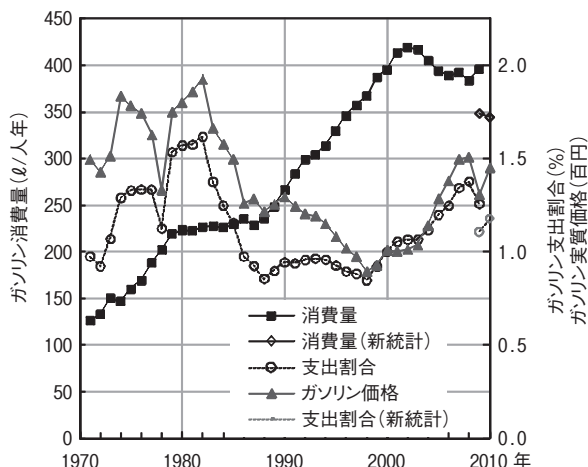


Fig. 1 ガソリン価格と消費量の推移

集約化とともに、車両の低燃費化やモーダルシフトが進むと考えられ、郊外化を前提としてきた都市の土地利用計画の大幅な見直しが重要な課題になる可能性がある。

なお、自動車輸送統計年報の自動車走行量と燃料消費量の統計データの調査方法が2009年度から変更された。従来の自動車走行量と燃料消費量の推計値との間にギャップが生じていることに留意する必要がある。

2-2 福島第一原発事故

11年に発生した福島第一原発事故により、これまで前提としてきた原子力発電に関する「安全神話」が崩壊した。そこで、エネルギー供給に関する政府の基本的な考え方は、見直しを迫られる事態となった。原子力発電所の新規の立地はもとより再稼働も困難な状況となったため、その増設を想定していた低炭素社会に向けた実現方策は、見直しが必要となった。

例えば、国立環境研究所AIMプロジェクトチーム²⁾は、12年に「エネルギー消費量・温室効果ガス排出量等の見直し」および「対策導入量の根拠資料」において、成長シナリオと慎重シナリオの部門別活動量を対象に、2030年の発電電力量全体に占める原子力発電の発電電力量割合を0%、15%、20%、25%等としたケースを設定し、対策・施策の導入状況を変更した場合のCO₂排出量を試算した。例えば、原子力発電の割合が0%の場合に、高位の対策・施策導入を行うことで1990年比19~24%の削減が可能との試算結果を示している。その際、運輸部門については、次世代自動車、エコドライブ、カーシェア

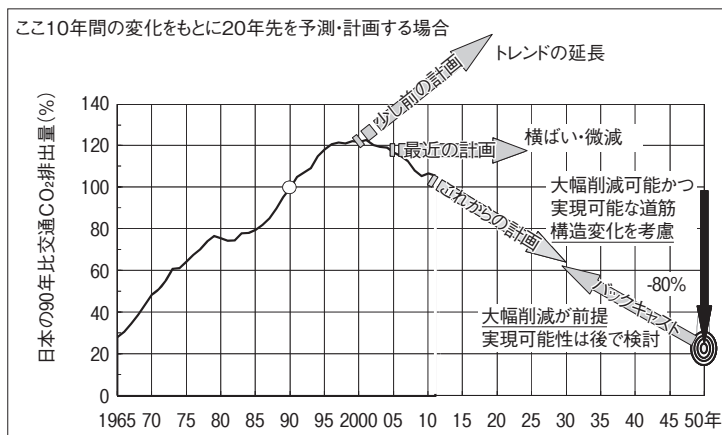


Fig. 2 交通分野のCO₂排出量の動向と低炭素交通の実現可能性

リング、バイオ燃料の普及を徹底することが期待されている。

なお、電気自動車については、電力の価格が高騰し、電力の排出原単位が悪化することにより、その優位性は相対的に低下した。一方で、太陽光発電や風力発電などの再生可能エネルギーを蓄電する能力に期待する考えもある。

原発事故は、技術依存型の対策・施策の脆さを浮き彫りにした面もある。例えば、節電をはじめとする省エネルギー型の行動転換の効果の大きさと重要性が再認識されたと考えられる。

2-3 人口減少と公共交通活性化

2040年の総人口は、約7割の市区町村において2010年に比べ2割以上減少する³⁾と推計されている。そのため、公共交通の沿線人口の減少が採算性の悪化を招き、公共交通分担率が低下する地域が大幅に増加することが懸念されている。しかし、過去の人口動態を詳細に見ると、市区町村内の人口分布が一律に低密度化するわけではなく、一定の集積を保ちつつ周辺部から人口減少が起きている市区町村が多い⁴⁾ことが分かる。

したがって、公共交通の活性化を行う際には、将来的にも一定の集積を保つシナリオ⁵⁾を着実に推進することを前提として、集積した拠点を連携させる適切な水準の公共交通サービスを提供する計画を策定することが重要である。

2-4 交通分野のCO₂排出量の動向

Fig.2に、1990年の排出量を100%とした場合の日本の交通分野のCO₂排出量を示した。既発表分⁶⁾をもとに5カ年分の値の追加と解説の追加を行ったものである。運輸部門のCO₂排出量は、90年代までおお

むね増加を続けてきたが、2000年に入って横ばいから減少の傾向を見せている。

最近10年間のトレンドを踏まえて将来20年間を予測・計画する場合、その将来像は2000年代のわずか10年間に極めて大きく変化していることが分かる。例えば、2000年時点には、右肩上がりのトレンドを延長した計画が多かったと考えられる。その次に、05年時点には、横ばい・微減が続くとした計画が多かったと考えられる。一方で、2050年

に1990年比マイナス80%を達成するためのバックキャストで目指すべき水準は極めて低く、2025~2030年にフォアキャストとバックキャストとの間に倍半分という大きなギャップが生じることが課題となっていた。

しかしながら、2010年時点で、2000年代のトレンドを踏まえつつ、これからの計画を検討する場合には、2030年頃にピークからの半減を目指すこととなる。そうすると、フォアキャストとバックキャストとのギャップがなくなり、中長期的な大幅削減の目標達成は不可能ではないように見える。すなわち、将来ビジョンが激変した可能性があることを認識し、新しい将来像にも対応できる施策体系への見直しを積極的に進めていくことが肝要であり、現世代の責務であると考えられる。

2-5 地域別の自動車保有・利用の動向

『道路交通センサス』全国道路・街路交通情勢調査の自動車起終点調査の個票を用いることで、5年ごとではあるが全国市区町村別に自動車に起因するCO₂排出量とこれに関連する自動車保有・利用量を推計⁷⁾することができる。

Fig.3に示す通り、乗用車のCO₂排出量は全地域区分において05年までの増加傾向から減少に転じたことが分かる。既発表分⁷⁾から一部を抜粋した。1人当たり走行台キロは、一般市や町村部、中核市では増加を続けたが、指定都市や特例市では減少した。また、東京特別区の1人当たり走行台キロは、より早く1994年をピークに減少に転じた。一方で、1人当たり保有台数が減少したのは東京特別区のみで、それ以外の地域区分では増加を続けた。

すなわち、近年のCO₂排出量の減少は、排出係数

の改善とともに、大都市部を中心として1台当たりの走行台キロが減ったことの寄与が大きいことが分かる。また、大都市ほど、1人当たりの走行台キロが少なく、早期に減少に転じた傾向がある。今後、一般市や町村部あるいは中核市周辺部における代替交通手段や次世代自動車の普及を行うことが交通分野のCO₂排出量削減に向けた課題になると考えられる。

3. 交通システムの将来ビジョン

短中期的にはハイブリッド車の大量普及が効果的であり、中長期的には地域特性に応じた多面的な対策の組み合わせが重要になる⁸⁾としてきた。この基本的な方向性は依然として変わらないが、近年の動向を踏まえたビジョンを再確認する。

3-1 次世代自動車の方向性

自動車技術面から地球温暖化への対応を進めるための手法としては、

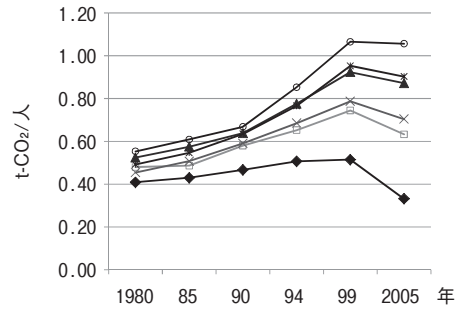
- (1)自動車用燃料のCO₂排出原単位を下げするために燃料転換を進めること
- (2)自動車走行時のエネルギー消費原単位を下げるために燃費向上を図ること

が挙げられる。こうした、燃料代替と燃費向上技術の組み合わせによる乗用車のCO₂排出量削減の可能性については、燃料の採掘から精製、貯蔵、供給、車載、動力、伝達、車輪までに至るWell to Wheel分析の観点から検討されている。

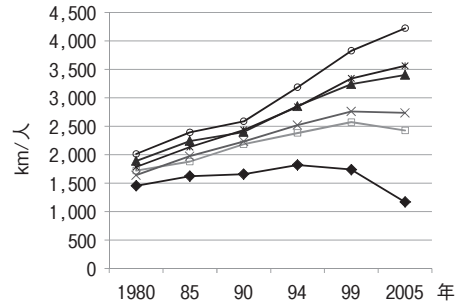
上の二手法を踏まえると、中長期的には自動車は電動化する可能性が高いと考えられる。第一に、多様な自然エネルギーを活用する際に、太陽光や風力や水力で発電した電気エネルギーをそのまま用いることが効率的であるためである。第二に、モーターは、エンジンよりもエネルギーの転換効率が高く、高効率の発電であれば、総合的にも高効率となるためである。第三に、停車時のアイドリングのためのエネルギーがほとんど要らず、減速時にエネルギーの一部の回生が可能といった利点もある。

ただし、車両の電動化には欠点もある。太陽光や風力による発電には自然の変動があることから、需給のギャップに対応するための代替電力や蓄電池が必要となり、これらも含めた総合的な評価を踏まえる必要がある。また、車載のバッテリーは、ガソリン等の液体燃料に比較するとエネルギー密度が低い。そのため、エンジン車並みの航続距離を得ようとすると、効率を考慮しても、液体燃料よりも重くかさ

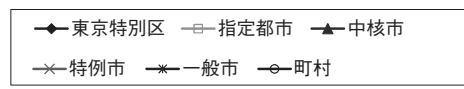
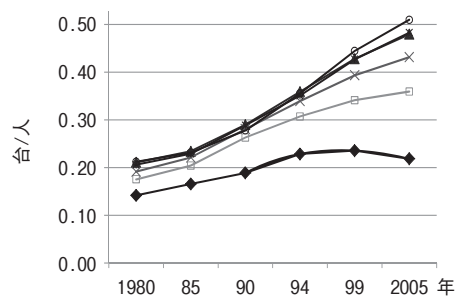
a) 1人当たりCO₂排出量



b) 1人当たり走行台キロ



c) 1人当たり台数



出典) 参考文献7)。

Fig. 3 地域区分別乗用車CO₂排出量等の動向

ばるバッテリーを積載する必要があり、重い車両を駆動するためにさらに大きな電池を積む必要がある。これは、コストアップにもつながる。

こうした特性から、電動車両はこれまでの自動車がそのまま電動化するのではなく、これまでとはやや異なった発展の方向を示す可能性が高いと考えられる。

1) 小型電動車両

一つは、バッテリーを大型化させて航続距離を延ばす代わりに、短距離利用に特化してバッテリーと車両を軽量化させる方向である。安全確保ができれば

ば、車両を徹底的に小型化・軽量化することで、エネルギー効率を劇的に向上させ航続距離を向上させることが可能になる。例えば、国土交通省は、軽乗用車とミニカーの中間に当たる超小型モビリティの認定制度を創設し、その導入促進に取り組んでいる。

当面は、低速のパーソナルモビリティの普及が先行すると考えられる。小型化を極めることで、バッテリー価格を抑えることができるため、シニアカーや電動自転車(アシスト付き自転車)が急速に普及している。将来的には、セグウェイや電動カート、ペロタクシー車両の活用可能性も高いと考えられる。例えば、ロボット特区実証実験推進協議会は、つくば駅周辺等のモビリティロボット実験特区や実環境におけるロボットの实証実験を推進し、歩行空間における共存の可能性を検証し、規制緩和の働きかけ等に取り組んでいる。これらは、通行地域や通行帯の住み分けの成否が導入・普及の鍵となると考えられる。

2) ライトレールトランジット：LRT

もう一つ、大型車両を電動化する際の方向性としては、新型路面電車システムであるLRTがある。初期的な考え方としては、停留所などで急速充電することで車載のバッテリーを軽量化する電気バスでも良い。ただし、急速充電インフラを有効活用するためには、集約的な経路を走行することが効率的である。また、確実な電力供給のためには、固定的な走行路を走行することが有利である。こうしたことを考えると、急速充電式LRTが有効と考えられる。さらに、景観上の不都合がなければ、架線から電力供給を行うことでバッテリーが不要となるため、通常のLRTを活用することが妥当である。

3) ハイブリッド車と電気自動車

小型車サイズ、普通車サイズの自動車は、ハイブリッド車およびプラグインハイブリッド車が主体となると考えられる。ハイブリッド車は、エンジンとモーターの両方を積載するために非効率的であるとの指摘がされてきた。しかし、数年間の利用にかかる燃料価格を含めた総費用がもっとも小さくなるケースが増え、この傾向はしばらく続くと考えられることから、現在急速に普及し、今後も普及が見込まれている。

電気自動車の普及のため、急速充電器の整備が必要と指摘されている。しかし、実際の自動車利用は短距離多頻度であることが知られている。十数台の車両を対象に各数カ月間の自動車利用状況データを

取得し、家庭における夜間充電で市販の電気自動車の航続距離が不足する可能性をシミュレーションした結果、月に1～2回程度の遠出の際に不足する利用者が大半である⁹⁾ことが分かった。こうした遠出の際には、サービスエリアや目的地での急速充電器の利用か、レンタカーの利用あるいは鉄道との組み合わせなどによる対応が有望であり、まちなかの急速充電器を利用する機会は多くないことが推察される。すなわち、まちなかの急速充電器は、「安心」のための保険となるものの、実際の利用率は高くなく、独立した経営としては成立しえないと考えられる。

なお、自動車を保有する本来の目的は、都市内の日常的な移動ではなく、非日常的な遠出にあるケースも多いと考えられる。その場合には、航続距離や急速充電器に縛られないハイブリッド車が選択される可能性が高いであろう。

3-2 交通システムとまちづくりの方向性

地域特性に応じて、交通からのCO₂排出量や土地利用等の状況が異なる¹⁰⁾。そのため、低炭素社会に向けた交通システムとまちづくりの方向性も地域ごとに異なるものとなる。

しかしながら、人口減少が早期に深刻化する地方圏や郊外部においても、一定の活動量が集積する拠点を選択的に残すことが重要である。停留所から徒歩圏内の活動密度を保つことができれば、効率的な公共交通システムの運営が容易になるためである。その上で、拠点の活動量に応じたサービス水準を持つ公共交通システムを組み合わせることが肝要である。その一方で、徒歩圏内の活動密度が相対的に低い集積については、パーソナルモビリティや自転車を活用することで、停留所等からのアクセス範囲を拡張することが有効である。さらに活動密度が低い場合は、乗り合いタクシーの活用も有効である。

いずれの場合においても、LRTやBRT等のサービス水準のより高い公共交通システムへの接続を積極的に促進することで、輸送効率の低い個別交通による長距離輸送を減ずるように、交通システムとまちづくりを連携させることが必要である。

4. 交通政策の方向性

「2050日本低炭素社会」シナリオチームは、低炭素社会を実現するための施策をまとめた「低炭素社会に向けた12の方策」¹¹⁾を発表した。運輸部門の方策としては、「なめらかで無駄のないロジスティク

ス」とともに「歩いて暮らせる街づくり」を挙げている。いずれの方策もエネルギー源、地域構造、制度・システムおよび各主体の行動等を適宜組み合わせ合わせた統合的な施策群である。

例えば、「歩いて暮らせる街づくり」では、土地利用の集約化を誘導して集積規模に応じた公共交通手段のネットワークで結ぶこと、安心して歩いたりシニアカーで移動したりできる地域を確保すること、小型電動の車両を開発・普及させることの3点を組み合わせた。本章では、技術と交通手段と土地利用の3点を組み合わせ合わせた対策の重要性を指摘するとともに、試行的な選好調査を行った結果について紹介する。

4-1 技術と交通手段と土地利用

Fig.4に、技術と交通手段と土地利用に関する施策の例とおおのの得失を示す。

例えば、単一の視点による低炭素化の取り組みとしては、技術普及を中心とした施策の例として、電気自動車的大幅普及が挙げられる。電池の価格や航続距離が課題である。交通政策を中心とした施策の例としては、モーダルシフトが挙げられる。公設民営等のための予算措置や人口減少傾向にあることが課題である。まちづくりを中心とした施策の例としては、一極集中のコンパクト化が考えられる。反発が予想され、時間がかかることも課題である。

こうした課題を解決しやすくするため、複数の視点による取り組みが考えられる。技術普及とモーダルシフトを組み合わせ合わせた施策の例として、電気自動車のカーシェアリングや電気自動車のタクシーが挙げられる。短距離かつ多頻度の有効活用を行うこと、広告効果があることも含めて、費用面のデメリットを減ざることが期待される。しかし、短距離移動に限定されるため、低密度地域や長距離移動の代替手段とならない点が課題である。

技術普及とまちづくりを組み合わせ合わせた施策の例として、EVタウンの取り組みが挙げられる。充電設備の体系的な整備などの利点が得られるが、短距離の個別自動車の利用による渋滞や駐車場不足の課題が残る恐れがある。

交通政策とまちづくりを組み合わせ合わせた施策の例として、公共交通指向型開発(TOD)が挙げられる。人口集中地区(DID)への適用に限られる点が課題で

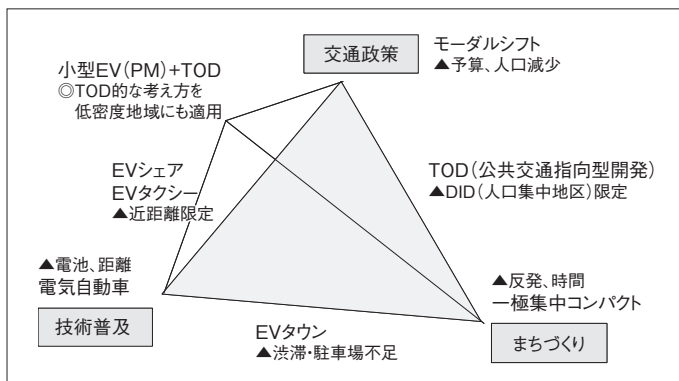


Fig. 4 技術と交通手段と土地利用の組み合わせ

ある。このように、部分的な視点からの施策では、簡単には解決できない課題が生じる場合が多い。

これらに対して、技術普及と交通政策とまちづくりを組み合わせ合わせた施策の例として、小型のパーソナルモビリティを低密度地域に導入することでTOD的な考え方の適用範囲を広げる方法が考えられる。このように、多面的な施策を組み合わせることで、地域・地区に応じた取り組みを導入することや、課題を解決することが容易になる。すなわち、低炭素・省エネルギー社会への対応を現実的なものとするために、地域性に応じて多面的な施策を組み合わせるアプローチが極めて重要であると考えられる。

4-2 イメージ図と選好

低炭素・省エネルギー型の社会における交通と地域の将来イメージを分かりやすく提示し、議論の前提を共有する材料とするために、Fig.5に示すイメージ図を作成した。交通システムの活用場面等をスナップ的に切り取ったイメージ図はしばしば作成されるが、地域に適用した場合の地域間の相互関係や具体的な利用場面が理解できない場合がある。ここでは、小地域それぞれの土地利用と連携した交通手段および各地域の相互関係の全体像を示すことを重視し、技術普及と交通政策とまちづくりを組み合わせ合わせた施策の二つの方向性を示した。

共通して、作成過程において検討した地域の土地利用と交通の特徴は以下の通りである。

- ・数十万人規模の都市を想定
- ・現況をベースとして30～50年をかけた誘導施策により実現可能な範囲のイメージ
- ・中心市街地、住宅市街地、農村コミュニティ等の地区と、その規模と密度に応じた施設および交通手段が存在

・行き先や場面にに応じて、多様な交通手段の選択が可能

選択肢Aは、マイカー利用による移動が中心となると考え、必要となる駐車場や道路面積を確保するために面的展開型の土地利用を行い、低炭素・省エネルギー対応のために電気自動車とハイブリッド車を利用するイメージである。

選択肢Bは、公共交通とさまざまな交通手段の組み合わせが中心となると考え、利便性向上と省スペースと低炭素・省エネルギーのために拠点連携型の土地利用で鉄軌道系と徒歩およびパーソナルモビリティを利用するイメージである。

試みに、これらのイメージ図を用いた簡単な意向調査を行った。国立環境研究所の一般公開2010年夏への来場者を対象として、電気自動車等に関するクイズに参加してもらい、その最後にアンケート形式で、どちらの選択肢が望ましいかを選択させた。設問文は「30年後のつくばの交通はどのような姿になっていると良いと思いますか?」とし、選択肢は「A:自動車中心で、遠くに行くときは電車を使うー低密度に広がる市街地」「B:公共交通中心で、いろいろな手段を使い分けるー中高密度にまとまる市街地」とした。その結果、選択肢Aは56人、選択肢Bは109人、およそ1:2の割合で選択肢Bが多く選択された。

低炭素・省エネルギーに対応する交通施策の実現

可能性を向上させるためには、まちづくりと一体的に考えることが重要であり、交通とまちづくりのイメージを提示・共有した上で市民の選好を把握することは有効であると考えられる。今後は、多様な意向を反映させた計画を立案することが課題である。

5. おわりに

近年のガソリン価格高騰や経済不安、原発事故等によって省エネルギーの必要性が高まっている。その一方で、交通分野のCO₂排出量が横ばいから減少に転じており、低炭素・省エネルギー社会への着実な対応が重要になっている。こうした近況を踏まえて、低炭素・省エネルギー型の交通システムを実現するためには、技術普及だけでなく、交通手段転換やまちづくりと組み合わせた地域に応じたビジョンが重要であることを指摘した。具体的には、公共交通指向型開発にパーソナルモビリティを組み合わせることで低密度地域にも対応可能なパッケージ施策を例示した。また、その実現可能性を向上させるためには、具体的なイメージの提示と、多様な選好を反映させた中長期的な計画の立案を行うことが重要であることを指摘した。

今後は、多面的な施策を導入した場合の中長期的な効果を定量的に評価する手法を確立するとともに、多面的な施策の組み合わせの政策への反映を進めることが課題である。

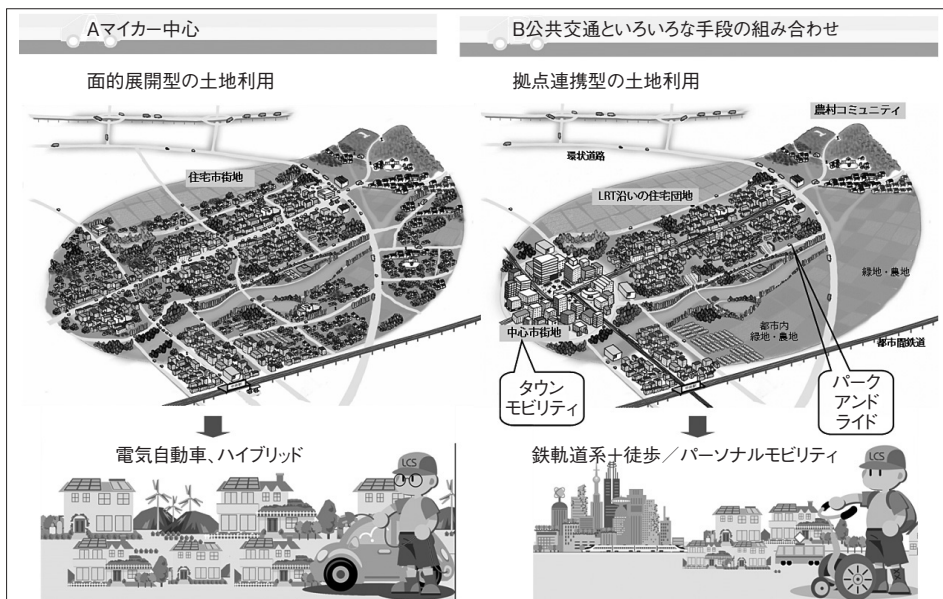


Fig. 5 交通システムとまちづくりの選択肢イメージ図

参考文献

- 1) 松橋啓介、近藤美則「ガソリン価格と消費量の長期的関係に基づく消費量の削減見込み」『環境経済・政策学会2009年大会報告要旨集』pp.136-137、2009年
- 2) 国立環境研究所AIMプロジェクトチーム ▶www-iam.nies.go.jp/aim/prov/middle_report.htm (2013-05-01 accessed)
- 3) 国立社会保障・人口問題研究所『日本の地域別将来推計人口(平成25年3月推計)』2013年
- 4) 有賀敏典、松橋啓介、米澤健一「自然増減と社会増減を明示的に考慮した地域内人口分布の変化」『都市計画論文集』46(3)、pp.847-852、2011年
- 5) 有賀敏典、松橋啓介「地域内人口分布の偏在化・均一化シナリオ構築手法の開発」『都市計画論文集』47(3)、pp.745-750、2012年
- 6) 松橋啓介「運輸部門からのCO₂排出量の中長期的削減に向けた対策」大西隆、小林光編著『低炭素都市』学芸出版社、p.87、2010年
- 7) 松橋啓介、米澤健一、有賀敏典「市町村別乗用車CO₂排出量の中長期的動向を踏まえた排出量削減策の検討」『都市計画論文集』46(3)、pp.805-810、2011年
- 8) 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』42(3)、pp.889-894、2007年
- 9) 近藤美則、加藤秀樹、松橋啓介、米澤健一「乗用車の長期間の利用実態から見た電気自動車の利用可能性評価」『エネルギー・資源学会論文誌』32(5)、pp.42-47、2011年
- 10) 松橋啓介、工藤祐揮、森口祐一「交通部門におけるCO₂排出量の中長期的な大幅削減に向けた対策」『地球環境』12(2)、pp.179-189、2007年
- 11) 低炭素社会に向けた12の方策 ▶www.team-6.jp/teitanso/about/actions/ (2013-05-01 accessed)