

東京首都圏国際空港群のハブ機能強化のための 高速大深度地下鉄道の提案

The proposal of the high-speed deep underground railway strengthen
the hub function of the Tokyo metropolitan international airports

西田 充¹・花村 哲也²

Mitsuru NISHIDA・Tetsuya HANAMURA

Narita Airport for international flights and Haneda Airport for domestic flights should be closely connected in the Tokyo metropolitan area. However, both airports have the problem that they are very separated in long distance that movement takes time, and the hub function as a metropolitan international airport group is limited. In order to operate both airports as a Tokyo metropolitan hub airport group, the deep underground high-speed railway using a deep underground space was proposed. It proposes the Shinkansen type of rapid transit railway which connects Narita and Haneda airports within 30 minutes. Deep underground using law is applied in order to preserve environment of a metropolitan area and connect two airports in a shortest distance, that increases train riders among two airports and Tokyo metropolitan. It is proposed in the form where the deep underground high-speed railway which can improve an international hub airport function is realizable with use of deep underground using law.

Key words : hub functional, deep underground space, high-speed subway

1. はじめに

近年，世界的に国際交流の時代になり，航空輸送は大量・高速の特性を発揮し，今や他の陸上・海上交通機関を圧倒し，国際交流にはなくてはならない交通機関である．そのため，アジア・太平洋諸国で大規模な国際ハブ空港が多く建設中である．しかし，日本の成田空港は国際空港としてアジアの拠点空港としての地位を確立してきたが，今のハブ機能では不十分であり，空港の処理容量も限界に達している状況である．

したがって，本研究では，21世紀も日本が世界の中心的なポジションを保つために，国際ハブ機能を強化する方法として，既存する首都圏のメイン空港である国際線主体の成田空港と国内線主体の羽田空港を首都圏の環境保全と最短距離化を考慮し，大深度地下を利用することにより，両空港間を30分以内で結ぶ『首都圏高速大深度地下鉄道』の実現可能な形で提案する．

キーワード：ハブ空港，大深度地下空間，高速地下鉄道

¹ 岡山大学 環境学研究科

² 正会員 岡山大学教授 環境理工学科

2. アジアと日本の空港事情

(1) 国際ハブ空港

アジア・太平洋諸国の航空需要が増大してきているため、アジアの国々では増大する航空需要への対応と国の将来を占う国策として戦略的見地から、大規模な『国際ハブ空港』の開発整備が急ピッチで進めている。国際ハブ空港とは、放射状に航空ネットワークを形成して、拠点となる空港であり、多くの国際路線・国内路線を持ち、内外の乗り継ぎ客の結節点となる空港である。最近建設されたアジアの代表的な国際ハブ空港を上げてみると、香港のチェック・ラップ・コック・新空港、シンガポールのチャンギ国際空港、クアラルンプ

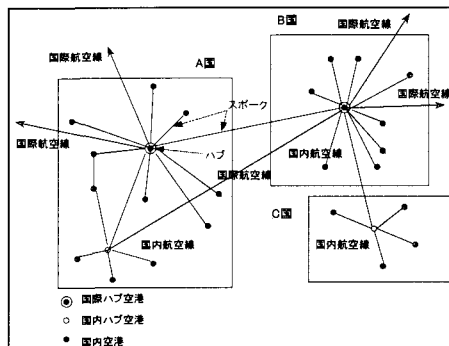


図-1 国際ハブ空港のイメージ

ールのセパン新空港、台北の中正国際空港、中国の上海新空港、ソウル郊外の仁川にある新ソウル・メトロポリタン空港、バンコクのノン・ヌー・ハオ新空港などが建設されている。大規模な空港を整備し、世界のエアラインを集積することで、その都市を拠点に自動車のスポークのような放射状の航空路線網を設定することが可能となる（図-1）。こうした路線形態は、ハブ&スポーク・オペレーションと呼ばれ、米国において航空機の運用の効率化を追求する中で考案されたものであるが、航空需要の拡大するなかで今後は世界の主流になるものである。

(2) 日本とアジアの国際空港の比較

今後、国際ハブ空港は国際的・国内的なヒト・モノ・情報交流の場で大変重要であり、集客性が高い国際ハブ空港を持つ都市は発展するのに対し、国際ハブ空港を提供できない都市は衰退してしまうと考えられる。ここで、アジアにおける主要な国際空港の施設規模の比較を図-2に示す。（このグラフは現時点での敷地面積、滑走路を比較しているが、今後の計画として、セパン

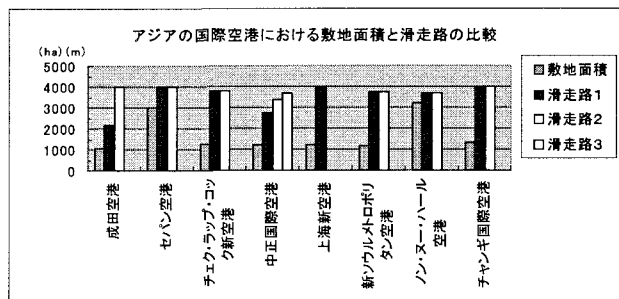


図-2 アジアの国際空港における敷地面積と滑走路の比較¹⁾

空港：敷地面積 8,150ha、滑走路 4,000m×4、中正国際空港：滑走路 3,850m、上海新空港：滑走路 4,000m×3、新ソウル・メトロポリタン空港：敷地面積 3,570ha、滑走路 3,750m×2、チャンギ国際空港：滑走路 4,000m 拡張すると計画している。）

図-2 からわかるように日本の成田空港は決して大規模な国際空港でないため、今後アジア地域の航空需要の増加と近隣諸国における21世紀に向けた戦略性に富んだ大規模な空港建設が進展することにより、アジア拠点空港の座が危ぶまれる。そして、もし今後成田空港が抱える諸問題の解決が遅れた場合、海外の航空会社は日本に航空拠点を配置する戦略を転換し、他のアジアの空港に航空拠点をシフトする恐れがある。

今後、日本が国際ハブ空港強化しなければ、日本はアジアにおける都市間競争に遅れをとり、日本は衰退し、経済大国として生き残ることは難しくなる。よって、早く国際ハブ空港強化を日本はすべきである。

3. 首都圏高速大深度地下鉄道プロジェクト

(1) ルート設定

出来るだけ短時間で目的地へ到達することをルート設定の第一条件とし、首都圏高速大深度地下鉄道のルートは図-3 のように成田空港～東京駅～羽田空港の3点を直線的に結ぶルートである。

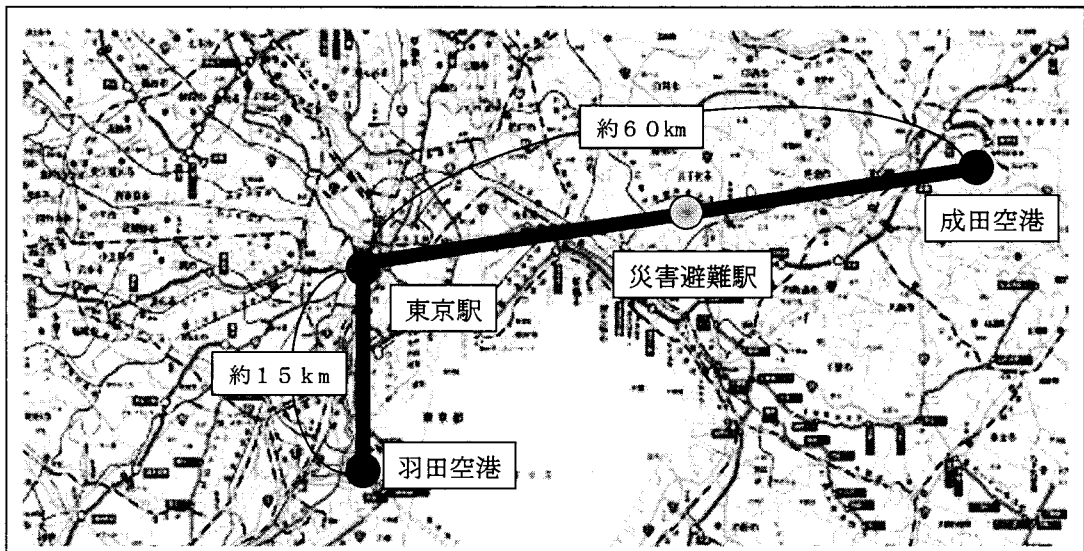


図-3 首都圏高速大深度地下鉄道ルート案

(2) 基本理念

首都圏高速大深度地下鉄道の基本理念は以下の5点である。これらの基本理念をもとに、首都圏高速大深度地下鉄道を提案する。

a) 鉄道は新幹線並みの高速化

首都圏高速大深度地下鉄道に導入する車両は、国際線と国内線の連結機能確保により、国際ハブ空港機能を充実させるために、成田空港～羽田空港間をハブ空港の最低設定条件として30分以内で結ぶことが出来るように新幹線並みである。日本の新幹線は最高時速220～300km/hであり、このような新幹線並みの高速鉄道を首都圏高速大深度地下鉄道に導入することは十分可能である。最高時速300km/hの鉄道を導入したとすると、図-4 通りのように成田空港駅～東京駅の約60km間を20分弱、図-5 より東京駅～羽田空港駅の約15km間を10分弱で結ぶことが出来る。よって、高速鉄道を走らせることによりハブ空港機能の設定条件としての成田・羽田空港間を30分以内で結ぶことが可能となるのである。

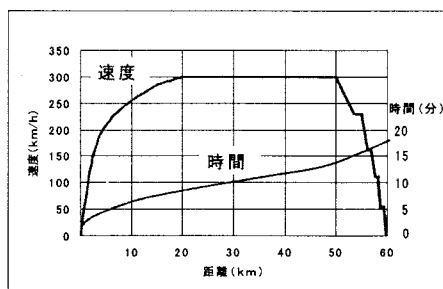


図-4 成田空港～東京駅の速度と時間

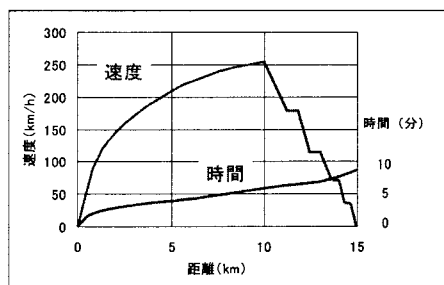


図-5 東京駅～羽田空港の速度と時間

b) 成田空港、東京駅、羽田空港以外では停車しない Non Stop 化

提案する首都圏高速大深度地下鉄道は駅数を限りなく少なくし、成田空港駅、東京駅、羽田空港駅の3つに限定し、それ以外の都市には駅を設けないとする。駅を3つに限定する理由としては、空港連結機能の優先と東京圏から空港への利便性の確保が目的である。もし、多くの駅を設ければ成田空港から羽田空港間のアクセス時間はあまり短くならず、無意味な地下鉄になってしまうと考える。駅数を最小限にすることで、成田空港から羽田空港間のアクセス時間が大幅に短縮され、空港連結機能が強化されることで国際線と国内線が一体化され、国際ハブ空港としての機能が充実するのである。

また、東京駅を設ける理由としては、成田空港駅と羽田空港駅だけでは、両空港間を行き来する人だけの鉄道になってしまい、成田空港の大きな課題である都心から空港へのアクセス問題の解決になっていない。したがって、東京駅を設けることは都心から両空港へのアクセスの利便性が強化される。また、東京は日本の首都であるため高い集客性を持っており、成田空港からの出国者の約8割が首都圏居住者であるので、首都圏の中心である東京駅を首都圏高速大深度地下鉄道の路線に設けることは非常に有効である。

c) 大深度地下での軌道確保

首都圏高速大深度地下鉄道の地上に整備することは、スペースもなく現実的に考えて不可能である。高架を利用して整備することは都心の景観をますます悪化させることになる。また、浅・中深度地下も首都圏では現在までに電気、ガス、下水道などのインフラや地下鉄などが道路の下を縦横無尽に走っており、その合間をぬって、新たな首都圏高速大深度地下鉄道を整備することは現実的に不可能である。そこで提案する首都圏高速大深度地下鉄道では、大深度地下に軌道を確保するのである。大深度地下に軌道を確保することで、過密状態の地上都市に手を加えることなく、地上を保全しながら鉄道を整備することが出来るのである。また、大深度地下を利用することで用地買収費を抑制することができ、首都圏高速大深度地下鉄道の建設費を抑えることも可能である。

また、現在のトンネル技術（シールド工法、NATM工法、立坑掘削）では、地下100mまでは十分に可能であり、東京のすべての地盤においてトンネル掘削は、これまでの実績からも十分に可能であるので、技術的には首都圏高速大深度地下鉄道を整備することは問題ない。

d) 東京駅に高速・大容量エレベーター導入

不特定多数の人間が、大深度地下を快適に利用するには、地上へのアクセスが円滑・快適でなければならない。しかし、現時点での垂直輸送システムでは、大深度地下から地上へアクセスすることは非常に困難である。従来の垂直輸送システムといえば、エレベーターかエスカレーターである。しかし、図-6に示すように

エスカレーターは輸送力は大きいですが、輸送時間が長く、エレベーターは輸送時間は短いですが、輸送能力は低いという問題点がある。したがって、大深度地下を利用する首都圏高速大深度地下鉄道には地上と地下駅を高速かつ大容量にアクセス確保できる垂直輸送システムが必要である。

大深度地下が利用される今後、高速・大容量エレベーターを開発していくべきである。そして、高速・大容量エレベーターを、首都圏高速大深度地下鉄道を唯一大深度地下を駅とする東京駅に設置すればよいのである。東京駅に設置

された高速・大容量エレベーターは、昼間には東京駅で鉄道を乗り降りする人が地上とのアクセスに利用し、夜間の鉄道が運航していない時間には、モノや軌道の補修等に使用する機械等を輸送するのに利用するのである。

e) 青函トンネルの定点防災の考えを導入した災害避難駅の設定

トンネルでの災害対策は非常に重要な問題である。トンネルにおける災害の中で一番恐ろしいのが火災である。トンネルの外での火災であれば、広大に空間が存在するために避難する場合、自由度は高い。しかし、トンネルでの火災となればトンネル内はコンクリートによって囲まれたほぼ閉鎖空間であり、避難する場所は限られている。また、トンネルは閉鎖空間であるために火災が発生すると、火災による煙がトンネル内に充満し2次災害を引き起こすこともしばしばある。トンネルが地下となれば、地上よりもますます避難経路の自由度は低くなり、閉鎖空間となるので、火災に対しての対策を考えなければならない。今までのトンネル火災の教訓より、首都圏高速大深度地下鉄道の防災の基本的考えを示す。

- ・ トンネル内で火災が起きた場合は、トンネル内消火よりトンネル脱出を最優先する。
- ・ 火災が起きた列車が無事にトンネルを脱出するためには、火災発生車両から他の車両への延焼を防ぐことが重要であるので、車端部(連結部)は防火構造とし、貫通扉は金網入りガラスとする。
- ・ 新鮮空気供給すれば、燃焼が進行し、多量の煙が発生する恐れがあるので、火災地点に大量の新鮮空気供給をしない。
- ・ 避難経路に煙が進まないようにするため乗客の避難する方向と逆方向の換気流を確保する。
- ・ 煙の進入を防ぐため、避難所はトンネル内の気圧より高くする。
- ・ 煙の進入を防ぐため、避難所には常時新鮮な空気を送る。
- ・ 火災時、熱等の影響で化学変化を起こし、配管が爆発してしまう恐れがあるので、消火水配管はトンネルの地下に埋める。

また、提案する首都圏高速大深度地下鉄道に青函トンネルで用いられている定点方式の考えを導入する。青函トンネルは海底トンネルであるため、縦断線形が舟底形をしており、車両の制御系が火災によって故障したり、電気機器故障により架線停電を生じたりしたときに運転を継続して脱出することが不可能と考えられる。したがって、走行を継続してトンネル外に脱出することが難しい場合が想定されるため、トンネル内に『定点』というトンネルの外に似たような特別な場所を設け、ここに火災列車を停止させ、乗客の避難・救援と合わせて消火活動も行えるようにしている。青函トンネルでは図-7のような位置に定点を設けている。

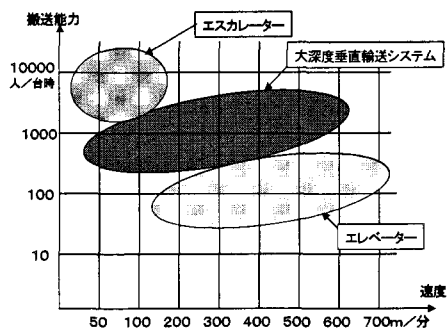


図-6 垂直輸送システムの適用と輸送力²⁾

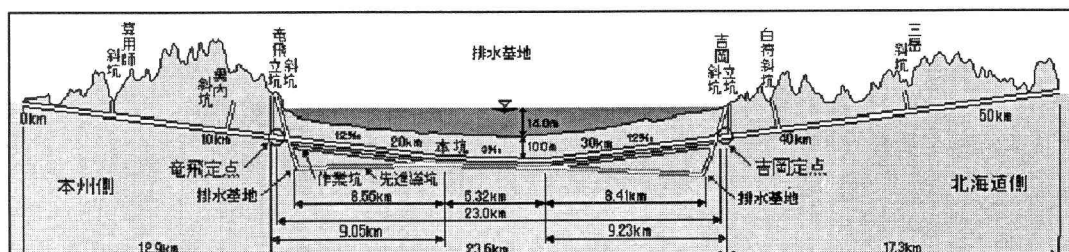


図-7 青函トンネル断面図³⁾

この定点方式を首都圏高速大深度地下鉄道にも導入し、東京駅と成田空港駅の間地点付近に災害避難駅を設ける。東京駅と成田空港駅間で火災が起きた場合は、災害避難駅まで走行し、災害避難駅で消火・避難活動を行うのである。

また、災害避難駅に列車が停車した際に車両の両側からホームへ避難できるように、島式ホーム上にホームの橋渡しの役割を担う避難用ゲートを設置する。このほかにも災害避難駅には、安全な場所への避難通路と避難所、換気・排煙設備、照明設備、水噴霧消火栓や消火水等による消火設備、情報連絡設備を整備する(図-8)。

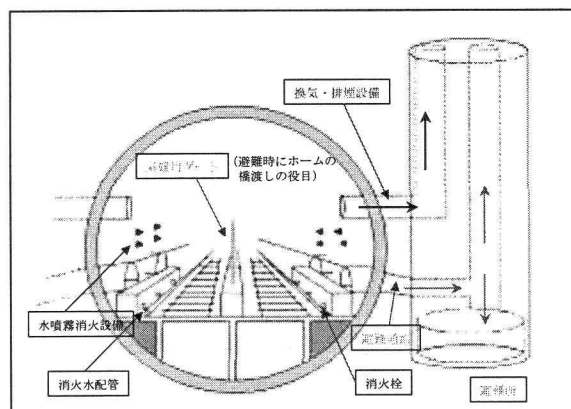


図-8 災害避難駅断面図

(3) 整備効果

a) 直接効果

・ 時間短縮

首都圏高速大深度地下鉄道を整備することで、東京駅から成田空港へアクセスするのに鉄道で最速 53 分、バス・自家用車でも 1 時間程度要していたのが、20 分弱でアクセスでき、東京駅から羽田空港が 10 分弱で結ばれるのである。時間短縮効果が一番大きいのは、羽田空港から成田空港へアクセスするときである。現状では鉄道では最速で 105 分、バスで 75 分要していたのが、首都圏高速大深度地下鉄道では 30 分以内と大幅に短縮できるのである。

・ 時間短縮による利用者便益の発生

東京駅から成田空港へ JR 成田エクスプレス (NEX) を利用する場合と首都圏高速大深度地下鉄道を利用する場合で時間短縮によりどれだけ経済的な利用者便益が生まれるか検討する。東京都における平均的な時間価値は 51.7 円/分である⁴⁾。成田エクスプレスの乗車時間は 53 分、首都圏高速大深度地下鉄道の乗車時間は 20 分である。計算により東京駅から成田空港へアクセスする際、首都圏高速大深度地下鉄道による時間短縮で 1706 円利用者便益生じるのである。よって、首都圏高速大深度地下鉄道を整備することは、利用者に大きな便益を与えるのである。

b) 間接効果

・ ハブ空港化

成田空港と羽田空港が高速鉄道により直結することで、国際線と国内線が連結され、国際ハブ空港機能が強化される。これにより、国際線・国内線の外国人利用者が増加し、日本の国際競争力が向上する。よって、21世紀も日本は国際ハブ空港をつなぐ空の幹線から外れないで発展し、経済大国として生き残ることが出来るのである。したがって、首都圏高速大深度地下鉄道を整備することは、日本の中心である首都圏の国際競争力の向上と魅力ある東京圏の実現につながるのである。

・ 豊かな生活の実現

首都圏の中心の東京駅、日本の国際線の玄関口である成田空港、首都圏の国内線の玄関口である羽田空港から首都圏高速大深度地下鉄道の利用による輸送時間の短縮で、快適性の高いアクセスが確保されるため、利便性が向上することにより首都圏の人々の生活が豊かになる。

・ 環境改善

成田空港への自動車類でのアクセスを首都圏高速大深度地下鉄道へ転換することで、CO₂やNO_x等の排出量の縮減、エネルギー消費量の縮減ができ、環境保護につながる。鉄道は1人を1km輸送するのに排出するCO₂量は乗用車の約1/10（乗用車 47g-C/人・km）、バスの約1/5（バス 27g-C/人・km）であり、鉄道のエネルギー消費原単位は、乗用車の1/6（2,717kJ/人・km）、バスの1/2（820kJ/人・km）である⁵⁾。

このデータを基に、成田空港にアクセスしている人が全員東京駅からアクセスしたと仮定し、首都圏高速大深度地下鉄道の東京駅から成田空港駅の路線長が60km、自動車で東京駅から成田空港までアクセスする距離を75kmとして、現在自動車類でアクセスしている旅行者（全体の56.4%）が鉄道に転換することにより、年間のCO₂排出量とエネルギー消費量がどのように変化するか試算をした。

まずCO₂削減効果は図-9に示すように、現在の成田空港へアクセスする交通機関割合では、成田空港にアクセスしている人が全員東京駅からアクセスしたと仮定したとすると、炭素換算で年間4.1万トンのCO₂を排出している。しかし、現在自動車類で成田空港へアクセスしている旅行者の半分以上が高速鉄道に転換すれば、CO₂排出量を約40%削減することができる。この削減されたCO₂排出量を貨幣換算すると削減効果は約3,700万円である。（CO₂排出量の原単位2,300円/トン-C¹⁾）これと同じ量のCO₂を森林で吸収しようとするれば、約32.7km²もの森林必要である。（東京23区面積621.45km²）

次にエネルギー消費削減効果である、図-10に示すように、現在の成田空港へアクセスする交通機関割合では、年間1.96億万Jのエネルギーを消費していることになる。現在自動車類で成田空港へアクセスしている旅行者の半分以上が高速鉄道に転換すれば、現在消費しているエネルギーの約30%削減することができる。

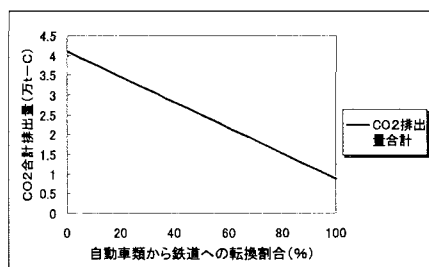


図-9 CO₂排出量の変化

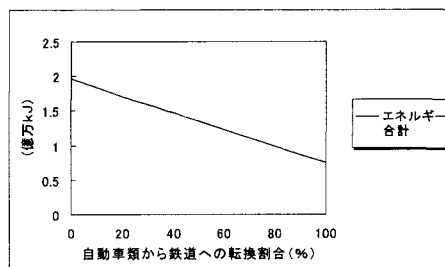


図-10 エネルギー消費量の変化

4. まとめ

土木技術的に大深度地下トンネルを建設することは問題はない。課題は、成田空港と羽田空港を一体化して、東京国際空港群として機能させる政策・革新的な皆無であり、このままでは首都東京ひいては日本の国際的交通機能が下落し、日本の国内経済活動に多大な損失を与えることが予測される。本来的には、国際線・国内線を束ねた 1 つの大国際空港を建設すべきであるが、現状では不可能である。最善策としてはいえないが、次善策として成田、羽田両空港を結ぶ実現可能な首都圏高速大深度地下鉄道を提案した。

参考文献

- 1) 杉浦一機，空港ウォーズ，pp. 28～29, pp. 65，中央書院，1999. 9
- 2) 佐藤寿延，大深度地下開発における技術と空間活用に関する研究，pp. 178, pp. 182，2001. 7
- 3) 海を越えて～世界最長の海底トンネル～ HP
- 4) 運輸省鉄道局 監修，鉄道プロジェクトの費用対効果分析 マニュアル 99，財団法人運輸対策機構，pp. 27, pp. 42
- 5) 国土交通省総合政策局情報管理部 編，交通関係エネルギー要覧 13. 14 年度版，財務省印刷局