

構想中の国土軸内における移動時間の比較分析

Analysis of Travelling Time in National Major Corridors

奥山 育英*・高梨 誠**・橋本 貴司***

By Yasuhide OKUYAMA, Makoto TAKANASHI and Takashi HASHIMOTO

1. はじめに

「新全総」で大規模プロジェクト構想による新幹線や高速道路などの高速交通網の整備が、「四全総」で東京一極集中の是正と多極分散型国土の形成をめざした交流ネットワーク構想による基幹的交通、情報・通信体系の整備が提示された。その結果、太平洋ベルト地帯を主軸とする太平洋国土軸が形成され、日本の高度経済成長を支えてきた。しかし、太平洋国土軸への人口や諸機能の集中は、当該地域の地価高騰や交通混雑の増大などを引き起こしており、一方、地方都市においては連携、交流、活性化に不十分な面があるなどの地域間格差が生じている。その結果、次期全総にむけて多軸型国土の形成による国土の再構築を図るため、多くの国土軸構想が提唱されている。それらは図-1に示すような太平洋新国土軸、ほくとう新国土軸、日本海国土軸であり、関係地域は早急な実現を積極的に要望している。

本研究では既存の太平洋国土軸および現在要請されている3つの新国土軸に関して、国土軸の中核ともいえる交通軸に焦点を合わせ、公共交通網を対象として現在の交通機能について比較することを試みる。この際、交通基盤施設の整備状況といったハード面からの比較はすでになされていることから、都市間移動のし易さといった公共交通の利便性の観点から交通所要時間を用い、交通機能といったソフト面を

中心に定量的に比較を行い、国土軸の現状を把握することを目的とする。

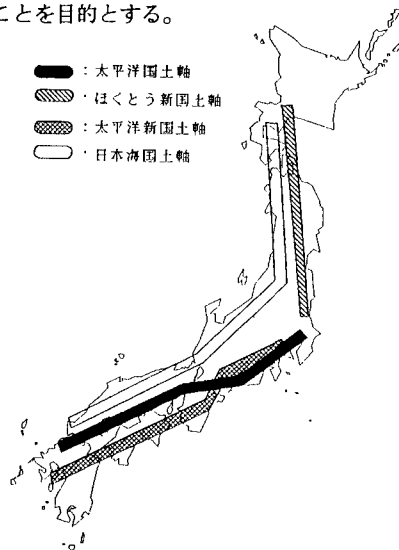


図-1 構想中の各国土軸の位置

2. 国土軸構想

2.1 歴史にみる国土軸

国土軸を歴史的な観点から考察すれば、古代の遣唐使、遣随使の時代からわが国の国際化が始まり、国土構造は時代ごとの文明の形態に影響を受けている。例えば江戸時代に北前船で蝦夷地から昆布、にしんなどの海産物が大阪に運ばれ、大阪からは油や木綿などの生活必需品が運ばれるといったように、各地域が各々の特色を生かしながら、経済、政治、技術、文化などの様々な分野で重層的に交流・連携を図ることによって直接的・間接的に補完しあい、経済的あるいは文化的に発展した。このように、各時代の地域の経済的・文化的発展は、様々な地域間の交流・連携によって支えられていた。さらに、国土経営の中核となる都市と交通網は非常に密接に関

キーワード：公共交通需要、公共交通計画

* 正会員 工博 鳥取大学教授 工学部社会開発システム工学科
(〒680 鳥取県鳥取市湖山町南4-101)

(TEL: 0857-31-5312 FAX: 0857-31-0882)

** 正会員 工修 鳥取大学助手 工学部社会開発システム工学科
(〒680 鳥取県鳥取市湖山町南4-101)

(TEL: 0857-31-5338 FAX: 0857-31-0882)

*** 学生員 鳥取大学大学院工学研究科 社会開発システム工学専攻
(〒680 鳥取県鳥取市湖山町南4-101)

(TEL: 0857-31-5338 FAX: 0857-31-0882)

係しており、特に国土構造を決定する重要な要素としての広域交通網の形成は、国土経営の方針の影響を強く受ける。現在の交通軸は敗戦後のわが国の早期復興を目指した東京を中心に国土を経営しようとする意図が色濃く反映された結果といえる。

しかしながら、国際化が進み、国レベルのみならず、地域レベルの多様な交流が望まれる今日では、中央への一点集中的な国土構造から、世界へ開かれた分散的な国土構造への転換が求められている。

2. 2 全国総合開発計画にみる国土軸

全国総合開発計画（以下、「全総」）が策定された当時は、高度成長の過程において露呈された重要かつ緊迫した地域的課題、具体的には太平洋ベルト地帯での「密集の弊害」やその他の地域との「地域格差」の解決を図ることが大きな課題であり、都市の過大化の防止と地域格差の縮小に配慮しながら、自然資源の有効利用、資源、労働等諸資源の適切な地域配分を通じて、地域間の均衡ある発展を図った。

また新全総において、さらに過密過疎現象が進行したため、高福祉社会を目指して人間のための豊かな環境を創造することを基本的目標とし、とりわけ、中枢管理機能の集積と物的流通の機能とを広域的に体系化する新ネットワークの建設により、開発可能性を日本全域に拡大することを主要な課題とした。

三全総では、限られた国土資源を前提として地域特性を生かしつつ、人間と自然との調和のとれた安定感のある健康で文化的な人間居住の総合的環境を目指し、全総や新全総でみられる拡大発展のダイナミズムは希薄となっている。

四全総では、東京圏への高次都市機能の一極集中と人口の再集中、さらにあらゆる側面で世界との結びつきが深まり本格的に国際化することなどから、安全でうるおいのある国土の上に、特色のある機能を有する多くの極が成立し、特定の地域への人口や経済機能、行政機能等諸機能の過度の集中がなく、地域間、国際間で相互に補完、触発しあいながら交流している多極分散型国土の形成を目指した。

四全総では、ネットワークとしての国土軸はいまだ形成途上であり、既に完成した国土軸に沿った地域とそうでない地域との間で活性化の度合いに違いがみられるという認識が重要だとしている。また、

次期全総では、これからの地域づくりの新指標として「交流人口」をキーワードに新国土軸の形成による地域同士の連携や国際交流圏づくりなどを目指すソフト化重視路線がうかがえる。

2. 3 国土軸構想

国土計画上は、新全総ではじめて「軸」の概念が現れる。その概念は計画の内容から判断すると、「異なる地域間の社会、経済、生活、文化等の諸機能を有機的に連結することによって、機能展開のエリアや効果の拡大を図る仕組み」と解釈される。

すなわち、国土軸は大きく二つの構成要素から成り立っている。一つは異なる地域を有機的に結びつけるいわば「共通要素」としての基盤であり、もう一つは基盤によって結びつけられ、または基盤の成立によってさらに拡大発展が見込まれる社会、経済、生活、文化等の「機能」の部分である。

現在、太平洋ベルト地帯から形成される第一国土軸（ここでは「太平洋国土軸」）を支える交通基盤は需要のオーバーフローや構造物の老朽化等が進み、限界に近づきつつある。また、兵庫県南部地震にみられるように、災害等の非常時において交通が断絶された場合のセキュリティの確保も重要であり、多軸型国土形成の必要性は増している。

3. 分析手法

前章より交通網が国土軸の中枢の一部であることが示せた。ここでは、現在整備されている交通軸をソフト面から分析する方法を述べる。

3. 1 交通所要時間の捉え方

国土軸内の都市間の移動に関する時間の評価を最短所要時間で行う。これは、現在の日本においては交通ネットワークが整備されており、到着できるかということよりも、いかに早く到着できるかということが重要視されているからである。従来、交通計画における交通所要時間においては、交通基盤の整備に重点が置かれていたことから考えると、出発時刻および到着時刻を考慮せず、都市間の最短所要時間として両都市間の一日の中で最も短い乗車時間と定義したものが多く、しかし、公共交通機関はあら

かじめ定められたダイヤによって運行されているので、実際に利用者が都市間を移動しようとする時間に、最短所要時間で結ぶ交通機関があるとは限らず、乗り換えによる待ち時間や早く着きすぎたための待ち時間などによって実際の最短所要時間は変動する。

従って、本研究では公共交通の利用者に目的地に向かうための行動目的が発生し、希望時刻までに遅滞なく到着できるという制約のもとで許される最も遅い出発時刻である「最遅出発時刻」を探索する。また利用者が、目的を達成するために到着しなければならない時刻はいろいろと変わるので、その時刻を目的地への「目標到着時刻」として設定する。そして、得られた最遅出発時刻から設定した目標到着時刻までの時間で定義される最短所要時間を求め、それをもとに国土軸内の都市間交通の評価を行う。

3. 2 交通所要時間の算定法

算定方法は動的計画法を用いた従来の研究¹⁾と同一であるので簡単に説明する。

最短所要時間は電子計算機を用いて算出するのであるが、多数のノードと膨大な時刻データを扱う場合、通常の最短経路探索のためのネットワーク計算の応用では算出が非常に困難である。そこで以下に示すより効率的な計算法を用いた。

1) 通常の最短経路探索ではノードとリンクによってネットワークを形成しているが、本研究では車輛（列車や航空機）の始発ノードから終着ノードまでを一本のルートによってすべてのノードと連結する。従って、例えばJRの列車であれば、始発駅から終着駅までに経由する複数のノードが一本のルートの中に含まれていることになる。

2) 時刻データは、1)のルートに対応した形式でルート上の各経由ノードにおける発着時刻を入力する。この入力方式により車輛認識番号によって乗り換えを明確に把握することが可能となる。

3) まず、目的地の目標到着時刻までに乗り換えなしで行けるノードの最遅出発時刻を求め、次にその最遅出発時刻を目標到着時刻と想定し、乗り換えなしで、かつその想定した目標到着時刻に間に合うノードの最遅出発時刻を求める。これを順次繰り返すことにより、各出発地の最遅出発時刻と乗り換え回数を求めることができる。これは、Richard bellman

の最適性原理²⁾と同一である。

4) この作業を繰り返し、それまでに求めた最遅出発時刻の中での最大値が求めようとするODペアの最遅出発時刻となる。

5) 最短所要時間Tは次式で与えられる。

$$T = \text{目標到着時刻} - \text{最遅出発時刻}$$

4. 国土軸による交通格差の定量的分析

本研究では先に示したように、既存の太平洋国土軸に対して現在要請されている他の3つの新国土軸における軸内の都市間移動に焦点をあわせその現状をみる分析である。3.2の算定法において、国土軸内の対象都市を以下の(a)に述べるような8都市とすると、1つの国土軸内のODペアは往復で $8 \times 7 = 56$ になる。この各々のODペアに対して8時から22時まで1時間毎の16通りの目標到着時刻を設定すると $56 \times 16 = 896$ の最短所要時間が得られる。4国土軸では、最終的に $896 \times 4 = 3584$ の最短所要時間の比較検討となる。また、以下に示す(b)の方法でもこの数は $(7 \times 6 \times 3 + 4 \times 3) \times 16 = 2208$ となる。

このように、現行時刻表によって各都市間の最短所要時間を目標到着時刻毎に求めて解析するには膨大な量の数値を対象とすることから、従来からその表示方法については多くの困難が積みとっていた。ここでは、国土軸内の各都市間の比較のために、与えられた目標到着時刻に対して都市間直線距離と都市間最短所要時間の相関係数を用いた。これは、交通の利便性がよければ、距離と最短所要時間は比例して1に近づくが、利便性がわるいと距離が近いにもかかわらず最短所要時間が大きくなって相関係数がわるくなるからである。この場合、国土軸内各都市の利便性が一樣にわるいと、わるいなりに距離との相関がよくなって1に近づくので、さらにもう一つの指標として軸内各都市間の移動速力を求めて、すべての都市間の平均時速をとることとした。

以上によって、距離と最短所要時間との相関が高くかつ平均時速が大きければ、その国土軸内の交通の利便性は大きいことがわかり、また、相関係数が大きくても平均時速が小さければ、軸内各都市の交通の利便性が一樣にわるいことがわかる。

(a) JRと航空機を考慮した場合

交通機能の比較にあたっては、1991年9月の時刻表をもとに表-1に示す各国土軸内の都市間の最短所要時間を算定した。なお太平洋新国土軸については、名称に合わせたこと、熟度の差等によって図-1の関東-中京間を除いた和歌山以西とした。算定にあたっては、目標到着時刻を午前7時から午後10時まで1時間間隔に設定し、各々の目標到着時刻について最短所要時間を算定した。結果を図-2に示す。

相関係数は、すべての軸内都市間の相関係数の平均値であり、平均時速については、軸内都市の移動におけるそれぞれの時速の平均をとったものである。それぞれの目標到着時刻ごとの比較結果を図-3、図-4に示す。さらに、速達性を優先させたダイヤ編成によってどの程度利便性が向上するかを分析した。そのために、現状のダイヤ編成のもとでの各々の国土軸の最短所要時間は図-2における最も短い値とし、乗車時間が最短の便を利用してしかも乗り換え待ち時間がないようなダイヤ編成を考えた場合の最短所要時間を算定した。変更前後のダイヤ編成による距離と時間の相関係数および平均時速の各国土軸間の比較を図-5に示す。

表-1 国土軸内の主要都市

国 土 軸 名	対 象 都 市
太平洋国土軸	東京,静岡,名古屋,京都,大阪,岡山,広島,福岡
ほくとう新国土軸	宇都宮,水戸,福島,山形,仙台,盛岡,青森,札幌
太平洋新国土軸	和歌山,徳島,高松,松山,大分,熊本,佐賀,長崎
日本海国土軸	青森,秋田,新潟,富山,金沢,福井,鳥取,松江

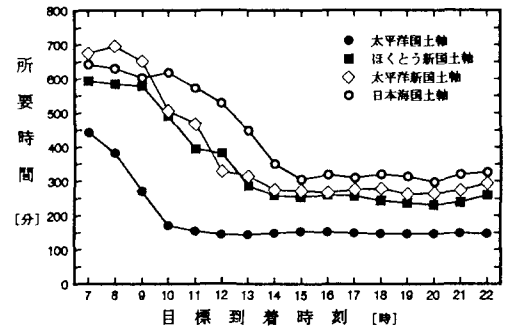


図-2 各国土軸の最短所要時間(7:00~22:00)

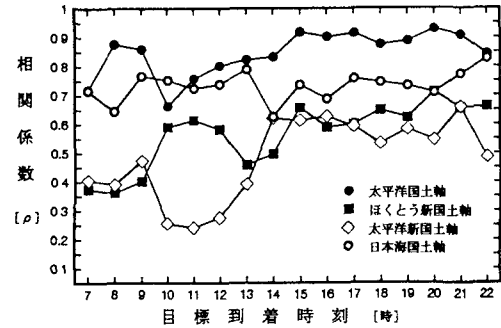


図-3 各国土軸の相関係数(7:00~22:00)

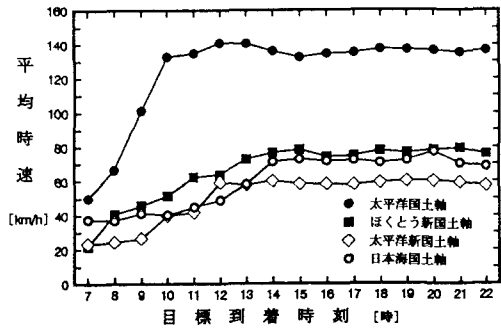


図-4 各国土軸の平均時速(7:00~22:00)

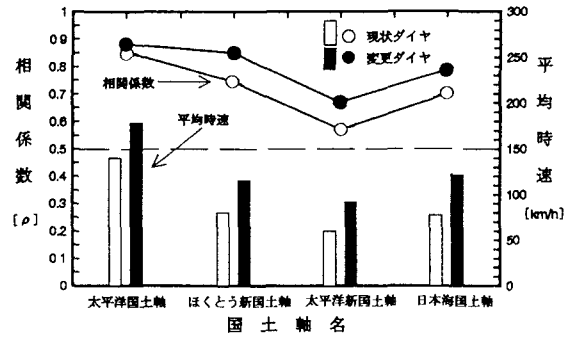


図-5 相関係数および平均時速の比較

(b) 航空機のみ考慮した場合

わが国の国土は、概ね南北3000kmに及んでおり、山岳地帯が多く多数の島より成り立つため、航空交通の役割は大きく重要性は高い。また近年、わが国の航空需要は人々の活動の広域化、時間価値の上昇、

所得水準の上昇などを背景に増大している。その上、公共交通機関の中でもJRのような多経路、多便数の交通機関とは違い、都市間を直接結んでしかも移動時間が最も短いことから、航空交通のみを対象として、1992年6月の時刻表をもとに表-2に示すような国土軸内の主要空港間を移動する場合の最短所要時間を算定した。なお、目標到着時刻は午前8時から午後10時まで1時間間隔に設定し、(a)と同様に相関係数、および平均時速を算定した。そして目標到着時刻ごとに各国土軸内での航空輸送の利便性を比較した。得られた結果を図-6から図-8に示す。さらに、JRと航空機の両方を利用して移動する場合の算定結果との比較分析を行った。

表-2 国土軸内の主要空港

国土軸名	対象空港
太平洋国土軸	羽田, 名古屋, 大阪, 岡山, 広島, 山口, 福岡
ほくとう新国土軸	山形, 仙台, 三沢, 千歳
太平洋新国土軸	徳島, 高松, 松山, 高知, 大分, 熊本, 長崎
日本海国土軸	青森, 秋田, 新潟, 富山, 小松, 鳥取, 出雲

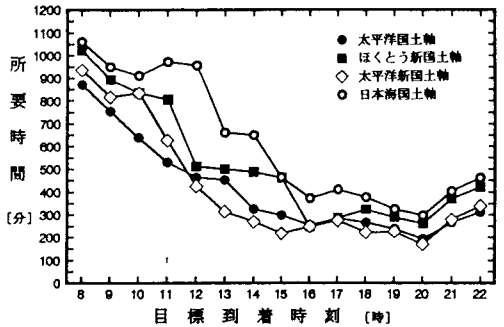


図-6 各国土軸の最短所要時間(8:00~22:00)

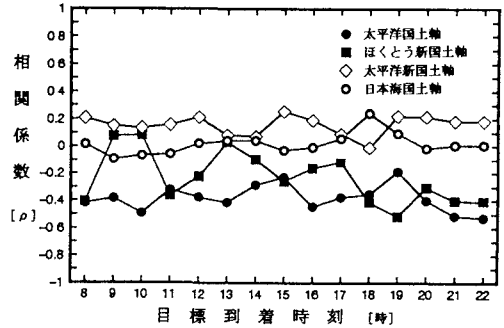


図-7 各国土軸の相関係数(8:00~22:00)

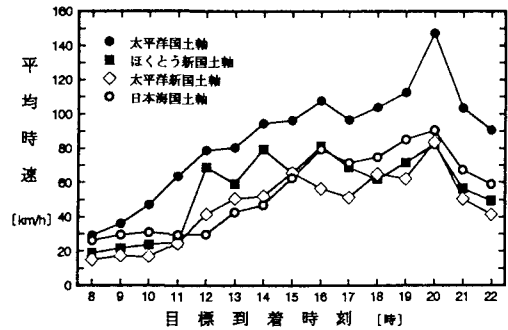


図-8 各国土軸の平均時速(8:00~22:00)

5. 算定結果の考察

前章の結果より各国土軸の特徴を分析項目ごとにみている。また、各交通機関の運行における時間帯の制約面から考察する。

5. 1 JRと航空機を考慮した考察

1) 最短所要時間

図-2より、どの国土軸も目標到着時刻が午前の場合の最短所要時間が大きくなっている。これはその時刻までに到着するためには前日に出発する必要があり、待ち時間が非常に長いことを示している。太平洋国土軸の場合は早朝便が他の国土軸より多いため午前の変動も小さい。

2) 距離と時間の相関係数、平均時速

図-3、図-4より太平洋国土軸の距離と時間における相関係数は概ね0.8以上であり、平均時速も他

の3つの国土軸を大きく引き離している。これは整備された高速交通網が都市間の移動を密接にしており、乗り換え回数が少なく待ち時間も短いことを表わしている。逆に太平洋新国土軸の場合は相関係数、平均時速とも他の国土軸に比べ低い。これは、海が間にあるために乗り換えや遠回りを余儀なくされる場合があり、短距離でも長時間かかるといった地域的なばらつきがあるためである。

また日本海国土軸の場合は、相関係数が約0.7と比較的よい値を示しているが平均時速は悪くなっている。これは、基本的な交通網は一応整備されているものの絶対的な便数が少なく乗り継ぎが不便であるため、必然的に乗り換え待ち時間が長くなる。また直行便が存在しないため、東京や大阪を経由して移動せざるをえない状況を示している。ほくとう新国土軸についても同様の傾向がみられるが、日本海国土軸に比べ午前の相関係数はかなり低い。これは、午前便数の多い路線と少ない路線が混在していることによるものである。

3) 速達性を優先した場合の相関係数、平均時速

図-5より、現在のダイヤ編成のもとでは太平洋国土軸を除いて平均時速は100km/hを下回るが、速達性を重視したダイヤ編成を考えた場合には概ね100km/hを越える速度で移動できるようになる。また、相関係数もすべての国土軸で向上している。よって、現在のダイヤ編成では乗り換え待ち時間や大都市経由といった移動行程の長距離化による影響を避けることができず、増便や直行便の設定、高速化といった利便性の向上を図るためのダイヤ編成が必要であると推測できる。

5. 2 航空機のみを考慮した考察

航空輸送に着目した結果をみると、全分析項目から全般的にわが国においては地方空港間を結ぶ路線の絶対的不足が問題であることが示される。以下にその詳細を示す。

1) 最短所要時間

図-6より、最短所要時間は図-2の結果と同様に午前の場合の最短所要時間が大きく、その値はJRを考慮した場合の結果よりも大きい。これは航空輸送のみでは、地方空港間を結ぶ路線が少ないため、JR以上に待ち時間が大きくなるためである。また、

東京、大阪を含む太平洋国土軸における最短所要時間が他の国土軸における所要時間よりも小さいのは、わが国の航空輸送は東京、大阪中心に形成されているからである。

2) 距離と時間の相関係数

図-7より、相関係数については図-3の結果と大きく異なる。太平洋国土軸については解析を行った全時間帯について負の相関が生じている。これは国土軸内の各路線での待ち時間に大きな差があるためである。逆に太平洋新国土軸の場合には、他の国土軸に比べると相関係数は高い値を示しているが、これは、図-3と同様に平均時速が低いためである。また、日本海国土軸で相関係数が0に近くなっているのは、路線や便数が不足しているため、ある1空港を出発空港とした時、最短所要時間を求める際に同一の便を経由していることが多いため、最短所要時間が等しくなりその結果相関係数が0になる場合が多いためである。

3) 平均時速

図-8より、平均時速はJRを考慮した場合の図-4の結果と比較しても非常に低い値となっている。これは、航空輸送では地方空港間をつなぐ路線が不足しているため、移動時間そのものは短いにもかかわらず乗り換えのための待ち時間が非常に長くなって結果的に最短所要時間が長くなるためである。

6. おわりに

本研究では、次期全総のキーワードとなるであろう「国土軸」に焦点を当て、国土軸の骨格となる交通軸を対象として、現在交通機能の比較を各々の国土軸内地域間の公共交通の利便性の観点より行った。個々の地域の主要都市間の出力結果は非常に膨大となり、その数を大幅に減らすために目標到着時刻ごとの最短所要時間のみならず、平均時速、および最短所要時間と都市間直線距離の相関係数を抽出し組み合わせることを試みた。その結果、各々の国土軸の公共交通の利便性は容易に比較でき、差異を定量的に把握することが可能となった。太平洋国土軸に対する他の3つの国土軸の利便性が低くなることは、現在の交通需要に応じて各交通機関の便数やダイヤが組まれているため、今後、交通需要を考慮した評

価も必要ではないかと思われる。

従来から、国土軸を形成する交通軸の交通基盤整備がうたわれているが、それとあわせて便数や運行時間帯などのソフト面についての考察が必要である。本研究の手法を用いれば、国土軸内のネットワークおよびダイヤ編成を変更させた場合の公共交通の利便性も容易に求めることが可能である。これにより、地震などの災害に強いダイヤ編成といったセキュリティの確保をソフト面から行うといった可能性をも秘めている。最後に、本研究によって得られた算定方法と算定結果が、今後の地域開発計画での地域間格差は正と活性化のための評価指標として広く認識され、活用されることを期待して止まない。

参考文献

- 1) 奥山育英・濱口一起・高梨誠：公共交通における交通時間に関する研究，土木計画学研究・講演集 No.15(1)，pp.505～512，1992.
- 2) 杉山昌平：動的計画法，pp.7～34，日科技連，1975.
- 3) 奥山育英・田中善之：地域間交通の利便性の観点から見た地域格差に関する一考察，土木学会第44回年次学術講演会講演概要集・第IV部，pp.140～141，1989.
- 4) 奥山育英・西村耕志・山本篤志：全国主要都市間交通の利便性に関する研究，鳥取大学工学部研究報告・第21巻，pp.249～256，1990.
- 5) 天野光三・中川大跡：滞在可能時間を用いた地域間移動時間の変遷，土木学会第46回年次学術講演会講演概要集，pp.632～633，1991.
- 6) 天野光三・中川大跡：都市間交通における所要時間の概念に関する基礎的研究，土木計画学研究・論文集 No.9，pp.69～76，1991.
- 7) 奥山育英・山根哲朗・河合宏：鳥取県内主要地域間の移動時間に関する考察，土木計画学研究・講演集 No.13，pp.639～644，1990.
- 8) 奥山育英・濱口一起・原田聡：都市間交通の所要時間に関する一考察，土木学会第47回年次学術講演会講演概要集・第IV部，pp.626～627，1992.
- 9) 奥山育英・高梨誠：鳥取市における公共交通サービスに関する研究，第12回交通工学研究発表会論文集，pp.101～104，1992
- 10) 奥山育英・高梨誠・河本理恵：空港間の交通所要時間に関する研究，土木学会第48回年次学術講演会講演概要集・第IV部，pp.552～553，1993.
- 11) 奥山育英・高梨誠：国土軸における交通時間に関する研究，土木学会第49回年次学術講演会講演概要集・第IV部，pp.940～941，1994.
- 12) 奥山育英・橋本貴司：航空旅行者の最短所要時間に関する研究，土木学会第49回年次学術講演会講演概要集・第IV部，pp.942～943，1994.
- 13) 奥山育英・斉藤俊洋：智頭急行開業による利便性の変化，第47回土木学会中国支部研究発表会発表概要集，pp.386～387，1995.

構想中の国土軸内における移動時間の比較分析

奥山 育英・高梨 誠・橋本 貴司

太平洋国土軸が形成された後、日本の社会は高度成長を続けてきたが、人口や諸機能が集中した結果、地価高騰や交通混雑の増大といった社会問題が発生している。そこで、均衡ある国土を目指してはくとう新国土軸、太平洋新国土軸、日本海国土軸の3つの新たな国土軸が考えられている。本研究では、これら4つの国土軸に関して、国土軸の中核を形成する交通軸に焦点を合わせ、現在の交通機能について比較することを試みた。この際交通基盤施設の比較は既になされていることから、移動のし易さといった公共交通の利便性の観点から定量的に比較した。

Analysis of Travelling Time in National Major Corridors

By Yasuhide OKUYAMA, Makoto TAKANASHI and Takashi HASHIMOTO

In Japan, "Taiheiyo-Kokudojiku", which means associated cities or national major corridor, has sustained the high-level growth of industry and economics. On the other hand, various social problems (for example, rise in land price or traffic jam) have happened. Now then, new three national major corridors are planning. In this paper, we focus the public traffic network in national major corridors and try to compare the actual condition of traffic services and facilities calculating the shortest travelling time from the timetable in September 1991.
