

ISSN 1346-7328
国総研資料 第515号
平成 21 年 1月

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of
National Institute for Land and Infrastructure Management

No.515

January 2009

公平性の観点からみた中国地方の高速道路ネットワーク
の計画策定の経緯と検証
－空間的応用一般均衡モデルを利用した帰着便益計測－

門間俊幸

Spatial Benefit Incidence Analysis and Verification of Highway Network Projects

Toshiyuki MOMMA

国土交通省 国土技術政策総合研究所

National Institute for Land and Infrastructure Management
Ministry of Land, Infrastructure,Transport and Tourism,Japan

公平性の観点からみた中国地方の高速道路ネットワークの計画策定の経緯と検証
－空間的応用一般均衡モデルを利用した帰着便益計測－

門間俊幸*

Spatial Benefit Incidence Analysis and Verification of Highway Network Projects

Toshiyuki MOMMA*

概要

現在の道路事業の評価については、事業後の交通市場において計測される発生ベースの便益（走行時間短縮便益、走行経費減少便益、交通事故減少便益）を測定し評価しているが、発生ベースの便益では誰にどれだけの便益が帰着するかが計測できず、公平性の問題を取り扱うことが原理的に不可能となっている。公平性の問題を考慮に入れて便益計測を行うためには、事業の波及効果をトレースして、それら効果が行き着いた後の便益を計測する帰着ベースの便益計測が有効となる。そこで、本研究では、中国地方における東西を連絡する3つの路線（中国道、山陽道、山陰道）を対象として、それらの高速道路計画策定及び整備の歴史的経緯を概観し、これら道路ネットワーク整備の発展が、地域間にどのような効果を与えてきたのかを道路整備の帰着先の便益に着目し、空間的応用一般均衡モデルにより分析した。その結果、効率的を優先した道路整備は、公平性の視点からは、地域間の便益に格差を生じさせ、地方においては相対的な疎外感が与えられる可能性があることが分かった。この結果を受け、公平性の観点の必要性を改めて提起したい。

キーワード：公平性、空間的応用一般均衡分析モデル、高速道路ネットワーク効果、帰着便益

Synopsis

To assess the provision of highway network projects, various impact studies need to be carried out. Lately Spatial Computable General Equilibrium (SCGE) models have been proposed to calculate the new indicator, such as the spatial incidence of benefits occurring from highway network projects. For the purpose of comprehending spatial disparities courtesy of the development of infrastructure, we applied the RAEM-Light model, one of the SCGE models, to the three national highway routes in Chugoku region in Japan, in order to analyze the distribution of social benefits due to highway network projects from view point of Spatial Equity. The present provision and development of the highway network in Chugoku is accountable reasonably from the view point of Social Efficiency, at the same time, is shown to expand the economic disparities between developing and developed regions from the view point of Spatial Equity.

Key Word : equity, Spatial Computable General Equilibrium model, highway network, incidental benefit

*国土技術政策総合研究所 総合技術政策研究センター 建設経済研究室 主任研究官

National Institute for Land and Infrastructure Management, Construction Economics Division, Senior Researcher

目次

1. はじめに	1
1.1 国土計画における効率性と公平性の観点	1
1.2 便益の分布状況の把握（帰着便益計測）の意味	2
1.3 本研究の目的	4
2. 中国地方の高速道路整備計画の歴史と変遷	5
2.1 現況	5
2.2 高速道路の計画経緯（中国地方を中心に）	9
(1) 全国自動車国道網計画図（～戦前）	9
(2) 田中プラン（1947年）	10
(3) 国土開発縦貫自動車道（1957年）	10
(4) 全総～国土開発幹線自動車道建設法（1962～66年）	11
(5) 四全総（1987年）～現在	12
3. 到達時間圏域による考察	15
3.1 到達（等）時間圏域による考察	15
3.2 等時間圏内の経年的変化	17
3.3 山陰道の供用による影響	22
4. 帰着便益分析による道路ネットワークの検証	26
4.1 空間的応用一般均衡分析	26
4.2 シナリオの前提条件	28
4.3 分析結果	30
5. おわりに	34
参考文献	35
付録資料 A 空間的一般均衡分析モデル式体系	36
付属資料 B 算出結果	41

1. はじめに

1.1 国土計画における効率性と公平性の観点

国土計画は、その策定時の景気などの社会経済情勢を踏まえて、大きく分けて「効率性」と「公平性」の視点の2つの計画思想の対峙と調整の間で策定されてきた。それは、計画に基づく開発の効果に対する考え方として、開発ポテンシャルの高い先進地域に優先的に投資し、如何に多くの限界所得を生み出すかといった「効率性」の視点と、国の政治的、社会的な安全、安定のための必要性を基準とし、地域全体の底上げによって国全体の豊かさを確保しようとする「公平性」の視点の計画思想となっている¹⁾。

道路ネットワークをはじめとした社会資本整備も、国土計画に基づいて計画されているため、効率性と公平性の両視点からみた上で計画されており、本来であれば、両視点を踏まえたバランスのとれた整備手法・順序が望まれる。

そういった中、現在は整備を開始する新規事業採択時の評価として、費用対便益が重要視されるため²⁾、その便益の計測方法により、整備の手法や順序が大きく影響を受けることとなっている。

公共事業の便益計測手法には、大きく分けて、発生ベースと帰着ベースの2つがあり^{3), 4)}、現在、道路事業における費用便益マニュアルでは、発生時点の交通市場において計測される発生ベースの便益（走行時間短縮便益、走行経費減少便益、交通事故減少便益）を測定し評価することとしている⁵⁾。（図1-1参照）発生ベースの便益は、便益の発生状況や計算過程が明確であり、比較的容易に定量的な把握が行えることから、効率的な資源配分の厳格な判断を要求される事業採択決定の際にはよく用いられてきている。また、現在の厳しい財政上の要請から、ますます費用対効果が優先され、最近では便益測定の見直し、例えば将来交通量の推計方法や貨幣価値換算方法の妥当性などに議論の対象が向いてきている。

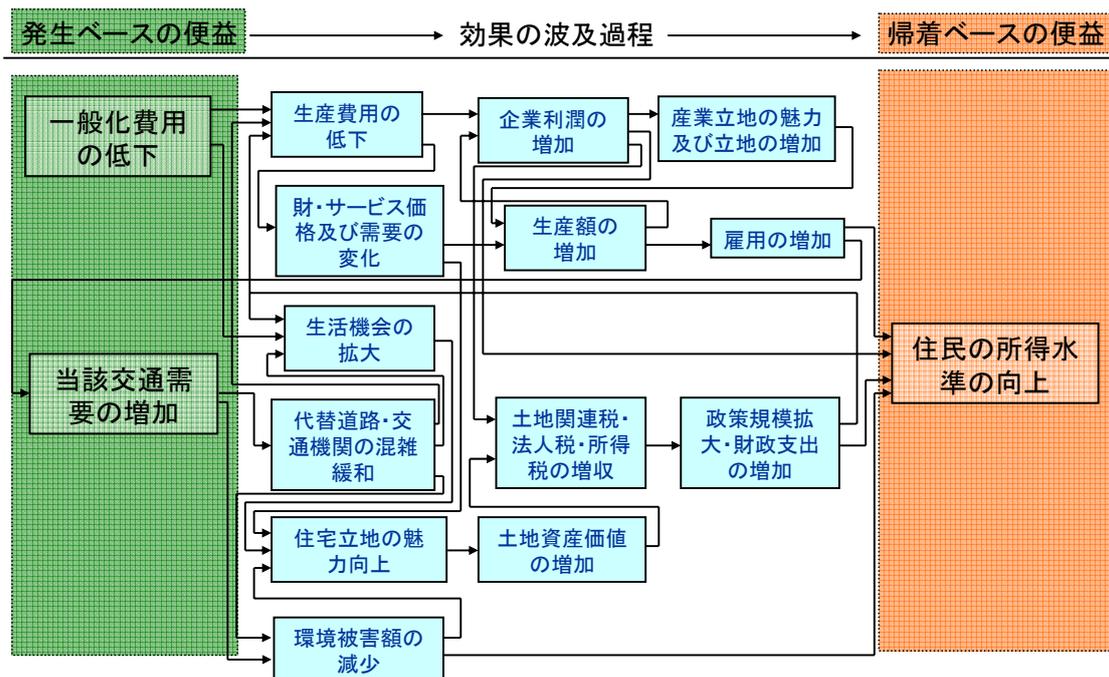


図 1-1 事業効果の波及過程

同時に、地域 B には -2 の負の便益を与えるとする。負の便益については、プロジェクト 1 を実施すると相対的に地域 B に比べて、地域 A へのアクセスが良くなったとすると、今まで地域 B 内の企業と取引を行っていた他地域の消費者や企業が、プロジェクト 1 の整備後は地域 A の企業へ変更することもあり、相対的に地域 B がプロジェクト 1 により負の便益を被ることもあり得ることを示したものである。

同様に、プロジェクト 2 の費用も 5 として、地域 B への整備効果が $+6$ であり、一方、地域 A には -2 の負の便益を与えるものとする。ここで地域 A と地域 B の投資効率を比較すると、同じ費用に対して、地域 A は帰着便益が $+10$ 、地域 B は帰着便益が $+6$ となることから、地域 A のほうが地域 B に比べて投資効率が高い地域といえる。

また、プロジェクト 3 は、プロジェクト 1 とプロジェクト 2 のメニューを合わせたものであり、ここでは仮に、地域 A 及び地域 B には、プロジェクト 1 とプロジェクト 2 の単純に合計した帰着効果を与えるものとする。すなわち費用 10 で、地域 A には $+8$ ($=+10-2$)、地域 B には $+4$ ($=-2+6$) の帰着便益をそれぞれ得られるものとする。

理論的には発生便益と帰着便益は等しくなるので、現在のように、発生ベースの便益を見て判断するという事は、この 3 つのプロジェクトをずらっと並べ比較した場合、プロジェクト 1 では $+8$ で、B/C が 1.6、プロジェクト 2 は $+6$ で B/C が 0.8、プロジェクト 3 では $+14$ で B/C が 1.2 という結論のみを見て事業採択することとなる。公共経済学的に社会的効率性と地域間公平性の議論を切り離し、仮説的補償原理を前提とすれば、プロジェクト 1 のみを実施することが効率的と判断される。現在、B/C のほかに総合的に判断して事業採択を行うこととなっているが、仮に B/C のみを偏重し、B/C の高いものから順に着手していくということとなれば、例のようなプロジェクト 1 のような投資効率の高いプロジェクトが優先的に採択され、プロジェクト 2 のような投資効率の低いプロジェクトは否採択となる。しかしながら、地域 B にとってはマイナスの便益が帰着しており、地域間の公平性の観点からは必ずしも望ましくない。投資効率は一般に将来の需要量に大きく影響されることから、需要が高く投資効率の比較的高い都市部でのプロジェクトが引き続き優先して行われ、逆に地方部でのプロジェクトが後回しにされることとなり、ますます都市と地方の格差が大きくなり、地域間の公平性の観点からは望ましくなくなる。

一方、プロジェクト 2 は、投資効率性の観点からは、優れていないが、プロジェクト 1 でマイナスの便益が帰着した地域 B に非常に効果のあるプロジェクトである。そのため、仮に、プロジェクト 3 のようにプロジェクト 1 と 2 を両方ともに行うことが出来れば、投資効率性・地域間公平性の観点からバランスのとれた望ましいプロジェクトになる。ここで実際では、限られた資源を効率的に分配してことと、地域間の格差を是正し均衡を図ることを調整するために、国土計画等に基づきプロジェクトの実行の有無が決定されることとなっている。上記の例では、プロジェクト 3 を想定した議論がなされる。

1.3 本研究の目的

以上の状況から、本研究では、今後の道路ネットワーク計画にあたって地域間公平性を議論するための定量的フレームを社会経済モデルから提供することを目的としている。この社会経済モデルに必要な要件は、①プロジェクト実施による地域別の帰着便益を定量可能、②過去から将来にわたるプロジェクトを同一の理論モデルで評価可能であることである。

そこで、本研究では、公平性の視点から帰着便益に着目し、過去の道路計画の策定・整備の順序が、地域間にどのような効果を与えてきたのかを合わせて捉えることを目的とする。そのため、中国地方における東西を連絡する3つの路線（中国道、山陽道、山陰道）を対象として、応用一般均衡分析モデルのひとつであるRAEM-Lightモデル^{9), 10)}を用いて検証を行う。

検証の前に、まず、第2章では、中国地方における高速道路の計画策定の経緯及び整備状況について歴史的な視点から概説する。そして、第3章で、山陰地方の現時点での開発ポテンシャルを考慮しつつ、第4章のRAEM-Lightモデルの分析による帰着便益の結果とあわせ、効率性と公平性の両視点から、整備順序による地域間への影響の考察を行う^[1]。

[1] 本資料は、（財）国際交通安全学会誌「IATTS Review」に投稿中の論文「山陰地方の高速道路の計画策定経緯と効果検証」の取材・計算資料等を取りまとめものである。

2. 中国地方の高速道路整備計画の歴史と変遷

2.1 現況

中国地方における高速道路整備の現況について概観すると、中国地方には、近畿地方と九州地方の東西を連絡する高速道路が3路線と、南北に連絡する横断道が4路線計画されており、それぞれの路線の整備開始年及び全線開通又は整備率は表2-1のとおりとなっている（経緯は表2-2及び図2-1を参照）。

表 2-1 中国地方における高速道路の整備状況

道路名	整備開始年	全線開通年又は整備率	計画延長(km)
東西の連絡する路線			
中国道	1966年	1983年	543
山陽道	1972年	1997年	489
山陰道	1996年	26%	380
横断道（南北）			
岡山米子	1973年	1997年	128
広島浜田	1973年	1991年	71
姫路鳥取	1991年	-	86
尾道松江	1992年	20%	137

※ 整備開始年は、道路審議会等において始めて整備計画が決定された年。全線開通の内、岡山米子線は岡山米子間の完成年。山陽道には広島岩国道路を含む。整備率は距離ベースで2007年度末現在。尾道松江線の供用箇所は三刀屋松江間のみ。計画延長は高速道路便覧（2005）より。

東西の連絡する3道を比較すると、最初に中国道が、その次に山陽道が、計画・整備され、既に全線供用されている。2路線に比べ、山陰道は未だ整備率が26%となっており、高速道路ネットワークの整備状況をみると陰陽において地域格差がある結果となっている。

また、南北を連絡する4横断道路についてみると、岡山米子線及び広島浜田線はすでに全線供用されているが、姫路鳥取線及び尾道松江線は未だに供用されていない（現在新直轄方式で整備中）。山陽側の県庁所在地（岡山市、広島市）を起終点とする横断道は供用しているが、山陰側の県庁所在地（鳥取市、松江市）を起終点とする横断道は未供用であり、県の中心からのアクセスの整備状況という観点からも陰陽の格差がある。



図2-1 中国地方における高規格道路の計画

次節以降，中国地方を中心に，現況にいたる高速道路の計画策定経緯を，計画思想の流れとそれに基づく路線選定基準の考え方の視点から概説する．

表 2-2 高速道路計画・整備関連の年表

高速道路計画・整備のあゆみ	中国地方関係	社会・経済の出来事
1943(昭和18) 全国自動車国土網計画図公表※1		1945(昭和20) 第2次世界大戦終戦
1947(昭和22) 平和国家建設国土大綱(田中プラン)提出※2		1952(昭和27) 対日平和条約・日米安全保障条約発効, GHQ廃止
1956(昭和31) (新)道路整備特別措置法制定, ワトキンス調査団来日		1955(昭和30) 日本, GATTに正式加盟
1957(昭和32) 国土開発縦貫自動車道建設法制定, 高速自動車国道法制定, 名神高速道路小牧～西宮間施行命令		1956(昭和31) 日本の国連加盟全会一致で可決
1965(昭和40) 名神高速道路全線開通	1965(昭和40) 中国横断自動車道建設法成立	1957(昭和32) 新長期経済計画閣議決定
1966(昭和41) 国土開発幹線自動車建設法制定	1966(昭和41) 中国縦貫道(吹田～落合, 美祢～下関区間)整備計画決定	1960(昭和35) 国民所得倍増計画を新長期経済計画に採用
1969(昭和44) 東名高速道路全線開通		1962(昭和37) 全国総合開発計画策定
1972(昭和47) 道路整備特別措置法施行令一部改正により料金プール制採用		1964(昭和39) 東海道新幹線開業, 東京オリンピック開催
1987(昭和62) 高規格幹線道路網計画決定	1983(昭和58) 中国自動車道全線開通	1969(昭和44) 新全国総合開発計画策定
1988(昭和63) 本州四国連絡橋児島・坂出ルート開通	1985(昭和60) 広島自動車道全線開通	1973(昭和48) 第4次中東戦争(オイルショック)
1995(平成7) 九州縦貫自動車道が全通し, 青森から鹿児島を結ぶ列島縦貫軸完成	1991(平成3) 浜田自動車道全線開通	1977(昭和52) 第3次全国総合開発計画策定
1997(平成9) 東京湾横断道路開通	1997(平成9) 山陽自動車道・岡山自動車道全線開通	1985(昭和60) プラザ合意
1998(平成10) 本州四国連絡橋神戸・鳴門ルート開通		1987(昭和62) 第4次全国総合開発計画策定, 国鉄民営化
1999(平成11) 本州四国連絡橋尾道・今治ルート開通	2003(平成15) 姫路鳥取線, 尾道松江線新直轄方式に切り替え	1995(平成7) 阪神淡路大震災が発生, 相次ぐ金融業の破綻
		1998(平成10) 21世紀の国土グランドデザイン策定
		2002(平成14) 日韓共催サッカーワールドカップ開催
		2003(平成15) イラク戦争勃発

年表の「高速道路計画・整備のあゆみ」は『高速道路便覧』(全国高速道路建設協議会(2005))より抜粋(※1は参考文献13, ※2は参考文献1より), 「社会・経済の動き」は筆者が恣意的に記載

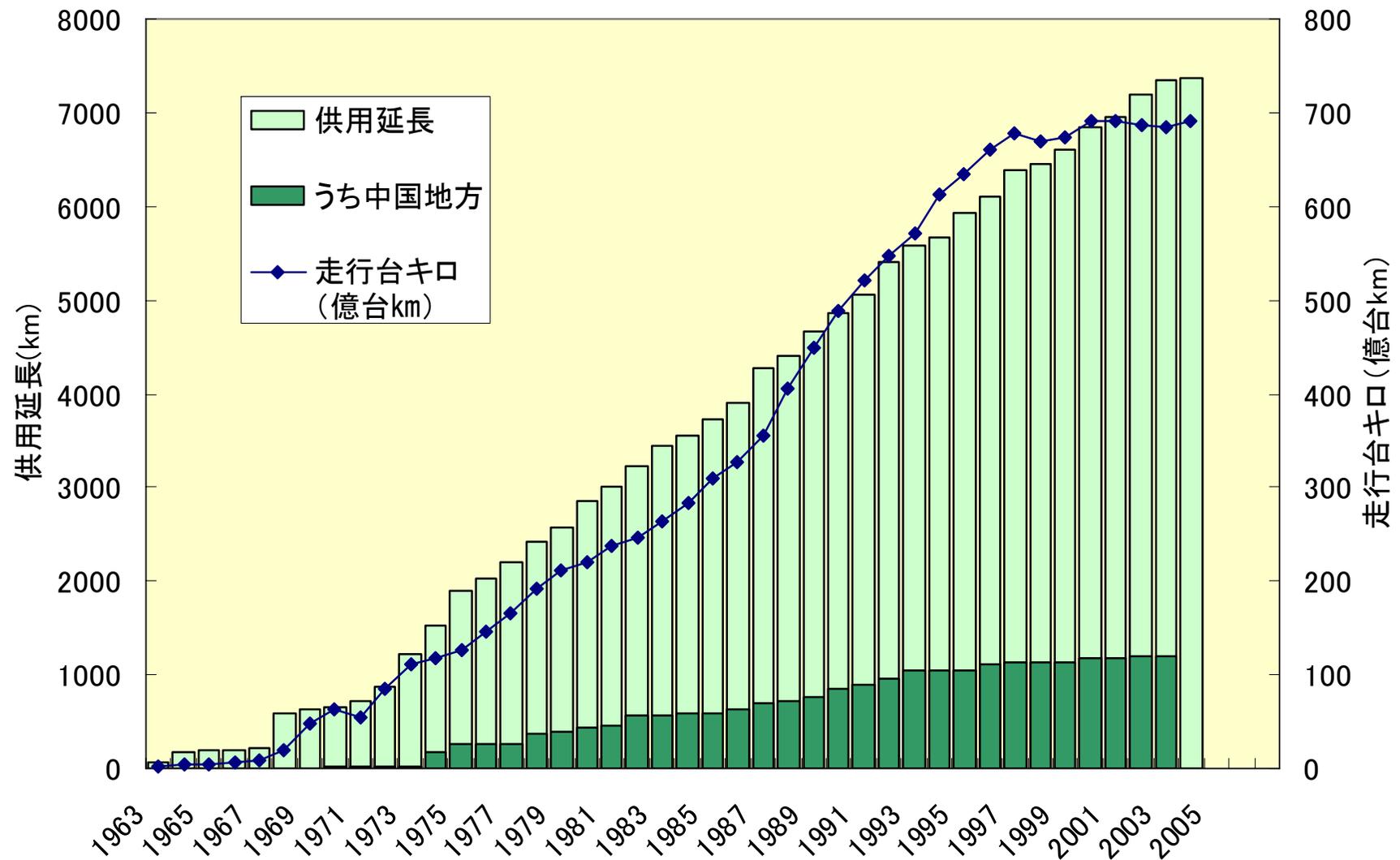


図 2-2 高速道路供用延長及び走行台キロの推移

※データは『高速道路便覧』（全国高速道路建設協議会（2005））より抜粋し，加工．中国道供用延長には兵庫県区間も含む．

2.2 高速道路の計画経緯（中国地方を中心に）

(1) 全国自動車国道網計画図（～戦前）

日本における高速道路あるいは自動車道は、大正時代から一部民間企業による有料道路の開業があったものの、道路ネットワーク計画として必要性が議論され始めたのは、東京～下関間幹線道路建設促進連盟が1940（昭和15）年に設立された時期前後と考えられる。当時、陸上交通において鉄道輸送が逼迫しており、陸上輸送の増強を鉄道のみに期待することができず、また、既存の国府県道の改良だけでは不十分なこともあり、自動車の輸送のため専用道路が計画されていた。また戦時下、内務省は、ドイツのアウトバーンやアメリカのターンパイクに刺激され、軍事輸送等の政策的な観点から、全国的な自動車国道網の調査として「重要道路整備調査」を1940年から開始しており、1943（昭和18）年、5,490kmに及ぶ全国自動車国道網計画を作成した^{11）、12）}（図2-3）。

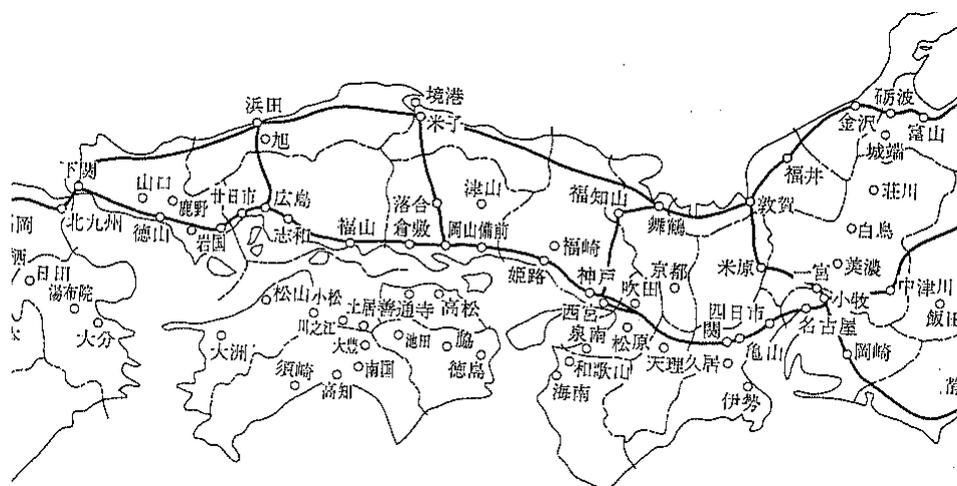


図2-3 全国自動車国道網計画図¹³⁾（1943年）

この全国自動車国道網計画は、太平洋岸と日本海側をそれぞれ1本ずつ幹線で構成されるループをしており、また、起終点もほとんど港湾都市であり港湾重視という国防上の要請に基づいている策定されている¹¹⁾。そのため、鉄道橋の爆撃や水害による破壊によって長期にわたる物資輸送量力の喪失を防ぐため、一般国道と合わせて機能するため、国道及び鉄道と相俟って機能する路線が選定基準となっている。中国地方においては、山陰側及び山陽側の2ルート並びに港湾都市としての境港と浜田を連絡する岡山米子及び広島浜田ルートが提示された。結局のところ、詳細な路線選定は、国道の路線認定条件^[2]に準拠し、明治時代からの中央集権及び国防の観点を反映した選定基準となっていた¹⁴⁾。

^[2] 戦前の国道の基準は、旧道路法（大正8(1919)年4月11日 法律第58号）第十条において、国道の認定基準に基づき定められており、①東京市より神宮、府県庁所在地、師団司令部所在地、鎮守府所在地又は枢要の開港に達する路線、②主として軍事の目的を有する路線が定められている。旧道路法の認定基準は、明治9年太政官達第60号に定められた国道基準を踏襲しており、明治時代からの中央集権として、富国強兵の政策を反映して軍事色が強いものとなっている。昭和18年当時、山陽道（現在の国道2号）は国道2号（東京～大阪～北九州～鹿児島）、山陰道（現在の国道9号）は国道18号（東京～京都～山口）として位置づけられていた。

ただし、本計画は戦況の悪化により、調査も中断されることとなった。

(2) 田中プラン（1947年）

戦後間もない1947（昭和22）年、民間人田中清一（富士製作所創設者、後に参議院議員）が食糧の自給自足を目標とする「平和国家建設国土計画大綱」を政府とGHQに提出した。当大綱は、本州の中央山間部を一本に縦貫する高速道路建設を積極的に進め、東京－大阪間を最短である直線で結ぶ他、幹線道路によって未開発の地域を通過することで国土資源を開発するという趣旨のものであった。田中案は、モータリゼーション化を進めることにより、海外に資源を求めず、国内で資源開発を行うという、当時日本を統治していたGHQの思惑とも一致したため、GHQはこの田中案を「田中プラン」と呼び奨励した¹⁾。

田中プランは、一本に縦貫する幹線道路から海岸線に肋骨状に連絡道路を出すことにより全国を短絡することとなっており、戦前に国防的な見地から計画された2本の幹線道路のループとは対極的な考え方となっている。

また、田中プランは、東京神戸間の路線選定において議論を呼び、田中プランで示された開発需要を創出するための中央道案と、交通需要に応じる形で調査が進められていた東海道案との間で対立することとなった。

一方、中国地方について、田中プランでは、現在の中国道（中国縦貫自動車道）にほぼ沿ったものが提示されており、その後の地方の高速道路の計画策定に与えた影響は少なくない（図2-4）¹⁵⁾。



図2-4 田中道路建設案¹⁵⁾（田中プラン，1947年）

(3) 国土開発縦貫自動車道（1957年）

田中プランは、有力国会議員らの支持を受け、1953には「国土建設推進連盟」が結成され、全議員的な盛り上がりを見せ、ついに1955年、430名の議員から「国土開発縦貫自動車道建設法」が国会に提出された。法案は、参議院での修正等もあったものの、2年後の1957（昭和32）年、法律として可決された。

その目的において、国土の普遍的開発，産業の立地振興及び生活領域の拡大を期するため，北海道から鹿児島まで国土を縦貫する背骨一本の高速幹線自動車道4,600kmの建設を定め，これにあわせ新都市，新農村の建設促進することとしている。当時，自動車の効用についての認識が一般化するに及んで，当面の経済成長の隘路打開に重点を置くか，それとも後進地域の開発を優先させるか議論され，当初の議員立法としては，結果的に後者の主張を取り込んでスタートした経緯がある¹⁶⁾・¹⁷⁾。

法律策定にあたって，中央道か東海道かどちらを建設するかといった議論を中心に盛り上がりを見せたが，選定された路線をみると，田中プランに対し，若干技術的に修正を加えた案が作成された。中国地方においては，広島市域の発生交通量を取り込むため，当初案より若干広島市地域に寄せて修正されたが，ほぼ田中プランを踏襲する形で，「中国自動車道」として吹田ー下関市間約540kmが位置づけられた（図2-5）。

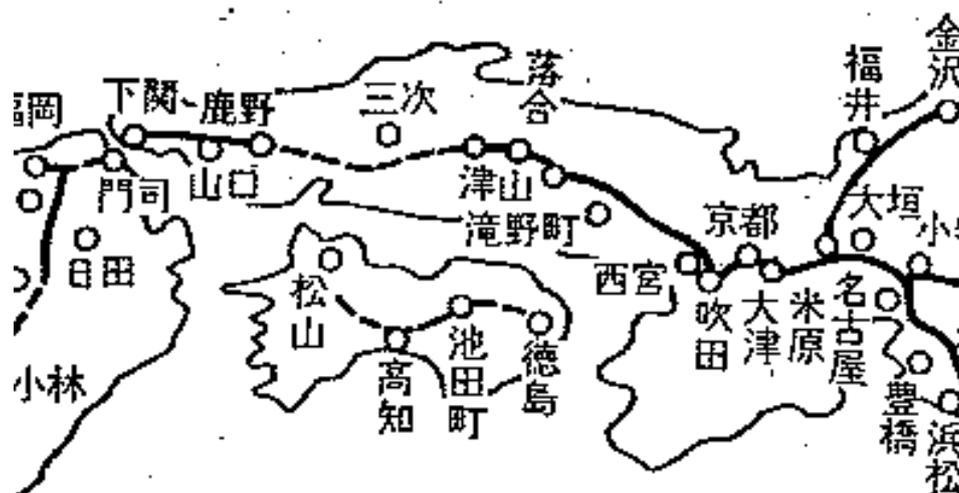


図2-5 国土開発縦貫自動車道予定路線（1957年）

中国道のモデルによる効果検証については後述するが，実際，中国道は開通してみると予想以上の交通を引き受け，また，山陰側の人・モノの流れが，中国道を通じ，姫路，大阪方面に流れたことをうけ，山陰側と津山，美作等の沿線で活況を呼ぶなど予想以上の効果を持った¹⁸⁾。

(4) 全総～国土開発幹線自動車道建設法（1962～66年）

その後，日本の経済が成長する中，1960年の国民所得倍増計画が発表され，いわゆる太平洋ベルト地帯を中核に社会資本の形成が行われてきた。しかし，この高度成長期の反動で過大都市問題と地域間格差が露呈されてきており，地域間の公平性の視点を取り入れたバランスのある国土計画の作成が要請されたため，1962年，全国総合開発計画（全総）が作成された。全総の目標は，「都市の過大化防止と地域格差の縮小を配慮しながらわが国に賦存する自然資源の有効な利用及び適切な資源配分を通じて，地域間の均衡ある発展をはかること」とされ，これを効果的に達成する方策として拠点開発方式がとられた。

そのころ高速道路建設に関しては，「国土開発縦貫自動車道建設法」以降，各地の要望で準備され

た個別路線建設の議員立法^[3]をまとめ、これまでの議員立法分5、200 kmを含み新たに32路線7、600 kmの「国土開発幹線自動車道建設法」が1966（昭和41）年に成立された（図2-6）。全総での拠点開発方式に対応し、また、地域間の公平性の原則を盛り込んだ基準となっている。路線選定基準は、「人口10万都市を連絡し、高速道路アクセス圏に人口の大部分を入れるということであり、重要都市、産業都市を結び、また、大部分の人口が高速道路にある一定の時間内に到達できるよう保障する」というものであった。このうち拠点間連絡は効率性の原則で、時間保障は公平原則に基づき、両計画思想のバランスがとられることとなった^[4]。

中国地方については、太平洋ベルト地帯構想により山陽側の工業地帯を中心に開発が進み、山陽側の東西を結ぶ交通需要が急激に高まり、特に国道2号において交通渋滞の問題が顕在化してきた。国土開発幹線自動車道法制定前には、山陽沿道の各地において国道2号バイパス建設の要望が多くなっており、同法の制定時に山陽自動車道が位置づけられた。

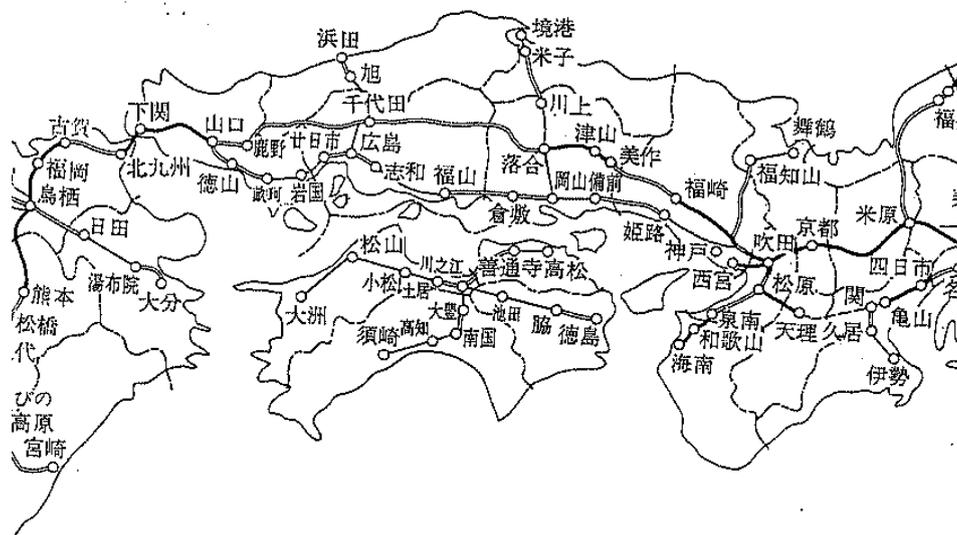


図2-6 国土開発幹線自動車道¹²⁾（1966年）

(5) 四全総（1987年）～現在

国土計画も新全総、三全総を経て、本州内の縦貫は1987年にほぼ完成したが、人、モノ、金、情報の東京への集中が顕著となり、「東京一極集中構造」が問題視されて、それに対応するよう1987（昭

[3] 国土開発縦貫自動車建設法成立後も、各地で議員立法による自動車道建設法が成立し、「中国横断自動車道建設法」も1965（昭和40）年成立した。全国的にみればこれらだけでは十分でなく、また、路線相互の有機的な関連が乏しく、このままで地域的な均衡を失う恐れがでてきたため、国土開発縦貫自動車建設法の成立への動きとなっていった。

[4] 公式な政府見解ではないが、当時の公平性の判断基準を知る上で、当時道路局長がNHK報道局の取材の中で、「一番重視したのは結局交通需要、あるいは人口がどれだけカバーできたかといった効率的側面が一つ。そうはいっても、極端にサービスの悪いところはそれなりに配慮しなくちゃいけないということから公平の考え方を導入したのですよ」と答え、その基準として「①日本が南北に長いということから、「縦貫道」と呼ばれる縦に長い道路を通し、これを幹として枝線の道路を追加していく。②人口10万人の年や商工業地域を拠点として、全国58拠点を選定。そこに道路を連絡させるようにしていく。③全国どこからでも二時間以内に高速道路に到達できるように高速道路を延ばす。」ことを示した。その結果、描かれた総延長は1万kmとなっていたが、当時の財政上の観点から削減されていった（武藤（2008）を参照。）。

和62)年,第四次全国総合開発計画(四全総)が閣議決定された。その計画目標は、「東京一極集中」の反意語である「多極分散型国土」の形成であるとされ,その開発戦略を地域の創意工夫,交通,情報・通信体系の整備などを骨子とする「交流ネットワーク構想」とした。

四全総の交流ネットワーク構想の中で,高速道路計画として,高規格幹線道路網が位置づけられた。

この高規格幹線道路網では,従前の国土開発幹線自動車道7,600km及び本四連絡道180kmを含め,新たに49路線6,220kmを加え,合計で14,000kmとされた(図2-7)。

高規格幹線道路の路線要件は,同審議会の中間答申で明記されており,①地域の発展の拠点となる地方の中心都市(10万人都市)の連絡,②大都市環状道路,③重要な空港・港湾等の国際,国内交通拠点との有機的結合,④高速道路への一時間到達圏の拡大,⑤災害発生等の交通障害時の代替道路の形成に資するものとされた。計画思想の観点から見れば,①,②,③は効率性の基準であり,④,⑤は公平性の基準となっている。

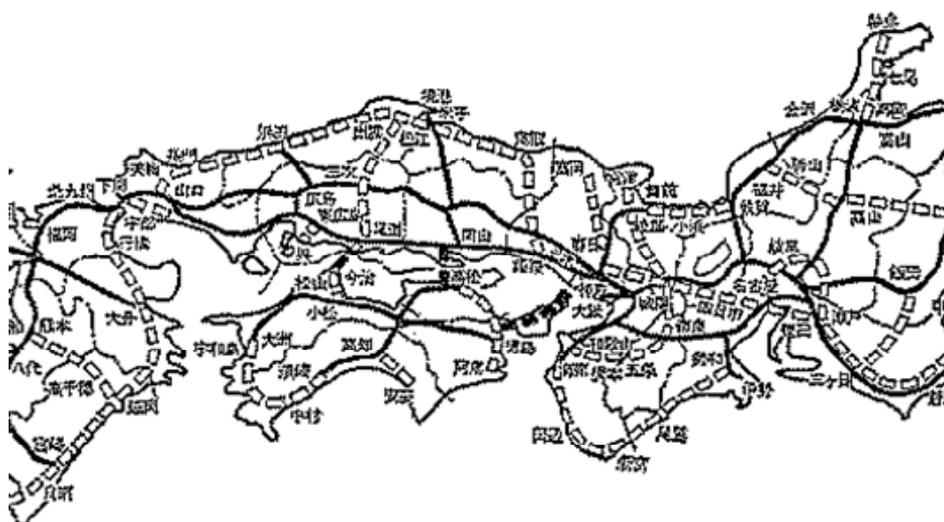


図2-7 高規格幹線道路網(四全総時,1987年)

ここで,中国地方においては,上記路線の選定条件の基づき,ようやく,戦前,国防上の見地で必要とされ一旦計画された山陰道が,高規格幹線道路として位置づけられることとなった。

また,その後,21世紀の国土グランドデザイン(1998年閣議決定)では,新国土軸が相互に連携して形成する多軸型国土構造が提案され,4つの新国土軸のうち日本海軸について言及されている。国土交通体系の整備では,全国主要都市間での日帰りを可能にする全国一日交通圏,半日での地域間交流を可能とする地域半日交通圏が記述され,四全総から踏襲された14,000kmの高規格幹線道路網の整備は引き続き規定されている^[5]。

以上のように国土計画は,投資を先進地域に集中される効率性と,地域の底上げとして配慮する公

[5] 過去より国土計画では,計画に規範性を持たせるため,計画の前提となる枠組みの数字や数値目標が必ず掲げられていた。しかしながら,21世紀の国土グランドデザインでは,財政再建下における配慮から投資規模等の数値は全体的に示されなかったが,唯一,四全総から踏襲された高規格幹線道路14,000kmのみは記載されており,道路に対する行政の責任と,政治的な思い入れが伺えるものとして特筆すべきことと思われる。

平性の2つの計画思想の間を，その時々々の財政制約（本稿では言及していないが）や社会経済情勢を踏まえ，調整され，決定されてきた経緯がある．特に公平性の観点からは，ナショナルミニマムを提示する形で合意されてきたこともあり，約束された計画の遂行は，計画の規範性と公平性の担保の観点からは重要なこととなる．

3. 到達時間圏域による考察

3.1 到達（等）時間圏域による考察

道路整備による政策的なインパクトについては、交通時間の減少などの移動に関する一般化費用の減少により、都市施設へのアクセスの改善、消費者（又は生産者）にとっての生活圏（又は市場）の空間的な拡大、都市施設のサービス機能の利用価値の増大など様々な波及効果が考えられる。次章の一般均衡モデルでは、経済システムに対する外的ショックとして道路整備による一般化費用の減少（交通抵抗の低減）の効果を分析するが、現在の各地域（そこに住む消費者やそこで生産活動を行う企業）が、道路交通によりどのような空間的な生活圏を持っているのかという開発ポテンシャルを把握することは重要である。そこで、道路利用における等時間圏域を分析することにより、空間的な圏域の広がりについて陰陽の比。

中国地方の各県庁所在地を起点とし、自動車を利用した場合の各3次メッシュ（1km単位）を終点とした場合の到達時間を総合交通分析システム（NITAS）により計算し、その等時間圏域の広がりを図3-1に示す。

図3-1をみると圏域の広がり、山陽道と中国道沿線を中心に東西に長い楕円形状に広がっていることが分かる。また、広島市や岡山市では約300分以内に中国地方全域をカバーできるが、松江からは360分、鳥取からは360分以上かかることが分かる。

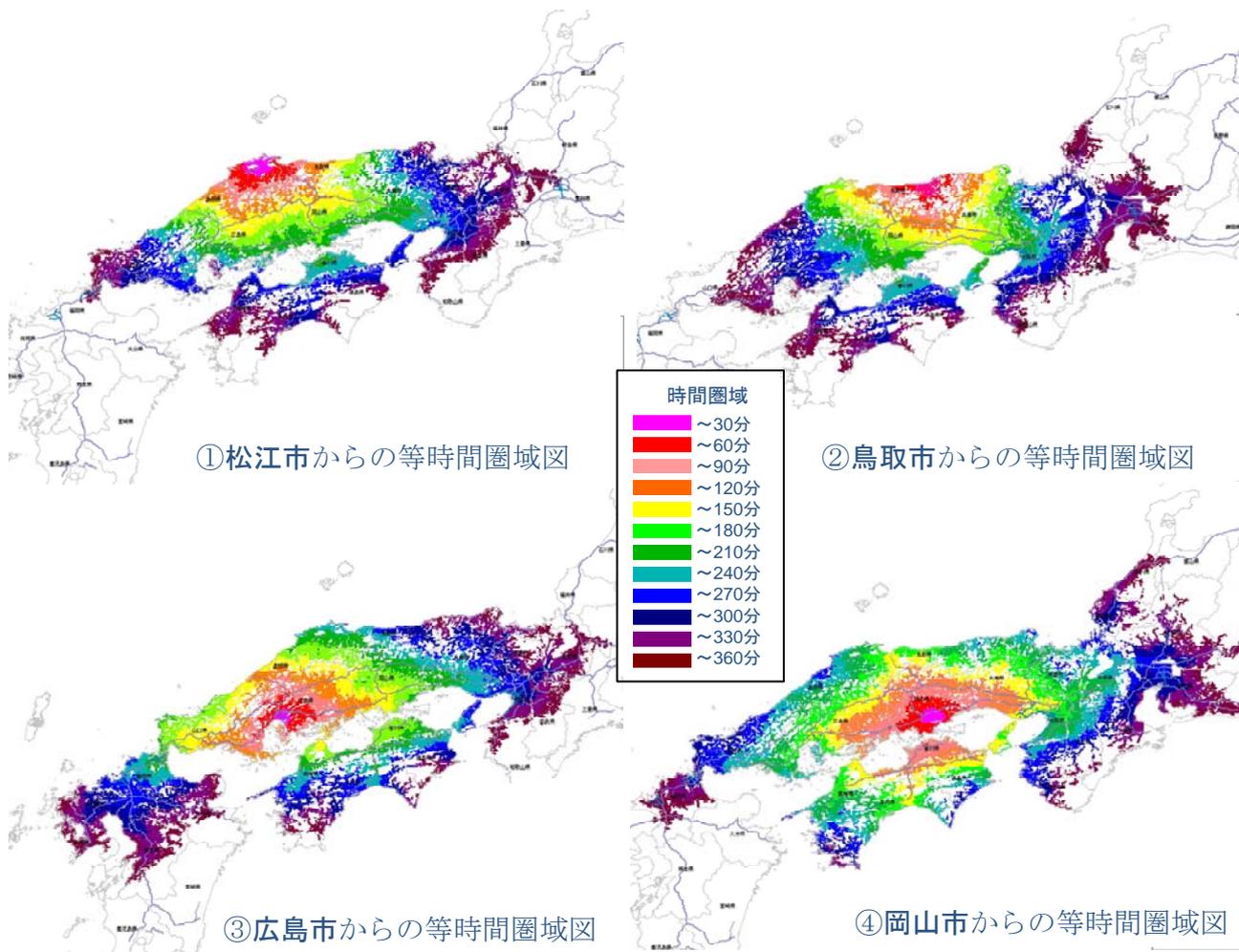


図3-1 中国地方4県（松江，鳥取，広島，岡山）の県庁所在地からの等時間圏域の広がり

図3-1の到達圏域内の累積面積を到達時間ごと（30分単位）に表したのが図3-2となる。図から時間を経ることに到達できる圏域の面積は大きくなるが、その広がりスピード（傾き）は、岡山市が他都市に比べ断然大きく、ついで広島市と山口市がほぼ同様に、遅れて鳥取市と松江市となっている。山陰側に比べ、山陽側の方が早く拡大していることがわかる。

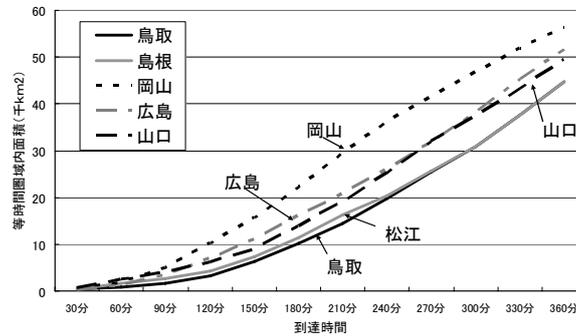


図3-2 県庁所在地から到達時間と圏域（面積）の広がり

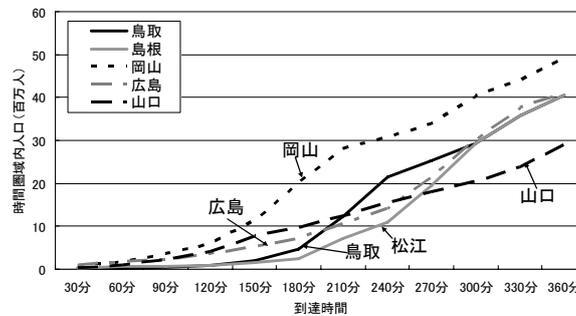


図3-3 県庁所在地から到達時間と圏域（人口）の広がり

また、到達圏域内における累積人口を到達時間ごとに表したのが図3-3となる。人口についても、面積と同様に岡山市が断然優位になっていることが分かる。180分圏内は山陽側が大きいですが、210分以降は鳥取市が大阪圏に達することから急激に大きくなり、240分で松江市もほぼ広島と同様の傾向を持つことが分かる。

例えば鳥取市においては、大阪圏に達する時間が210分から180分になることにより、180分到達圏域内人口が、472万人から1166万人と約2.5倍に増えることとなり、鳥取県の道路整備をすることによるポテンシャル向上の可能性があると分かる（現状の道路ネットワークでは180分圏域内人口は、岡山市が2,015万人、広島市からが721万人となり、現在の広島市を抜くこととなる）

3.2 等時間圏内の経年的変化

等時間圏域の広がりについて、高速道路ネットワーク整備による経年的な変化を陰陽で比較してみる。なお、道路整備は、中国地方の高速道路ネットワークの供用前の1971年、中国道供用後の1991年及び現在（2004年）の3時点と比較するものとする。なお、都道府県と3次メッシュ間の旅行時間の計算には、高速道路の開通状況を各年次に合わせて設定しているが、一般道路は現況ネットワークを常に使用している。なお、1971年当時のネットワークの等時間圏域のメッシュ内の人口は1970年時、1991年当時のネットワークの等時間圏域のメッシュ内の人口は1990年時、2004年現在のネットワークの等時間圏域のメッシュ内の人口は2005年時の値を使用した。

広島市からの等時間圏内の広がりについては、図3-4～6のとおりとなる。

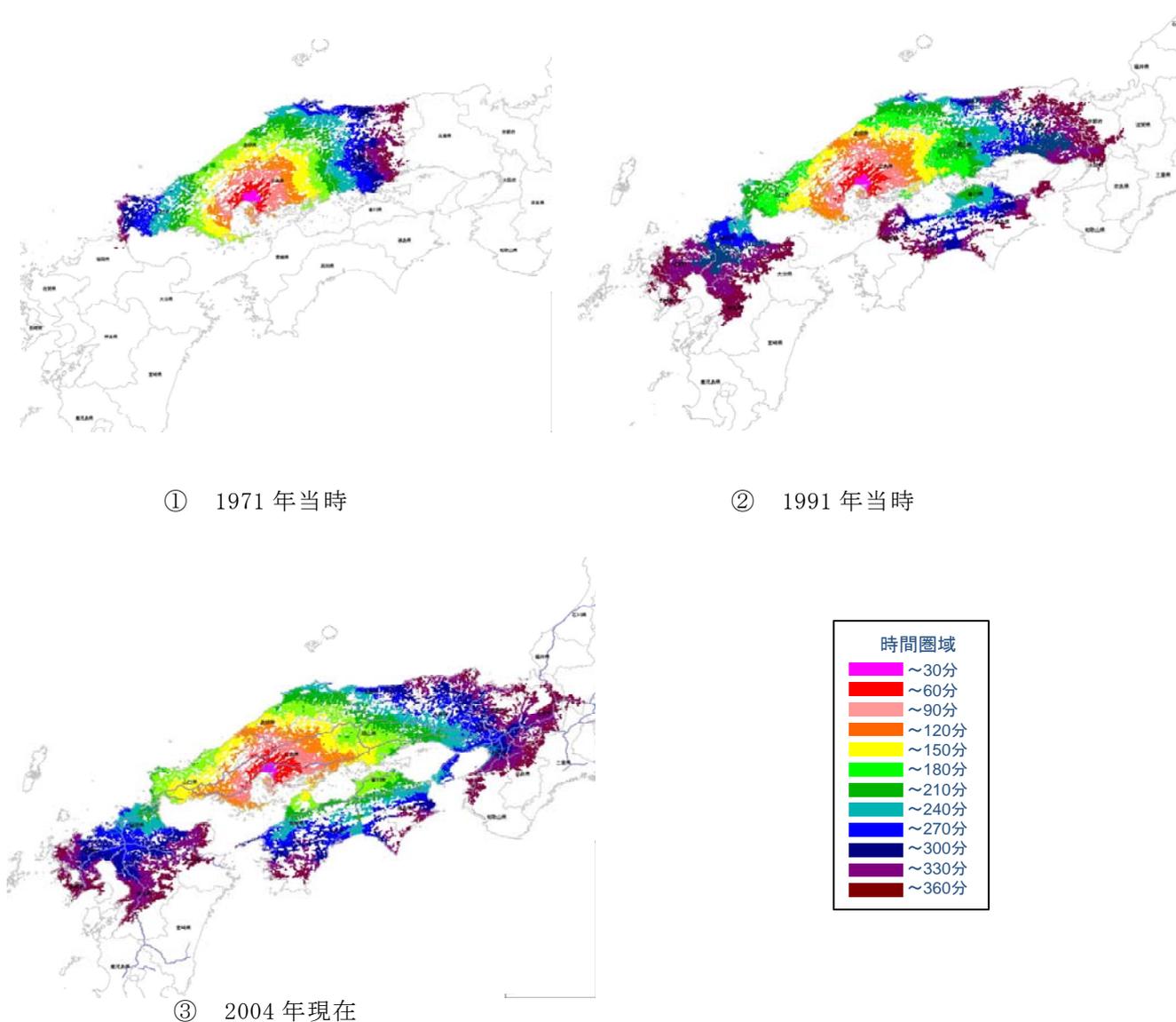


図 3-4 広島市からの等時間圏域の経年的変化

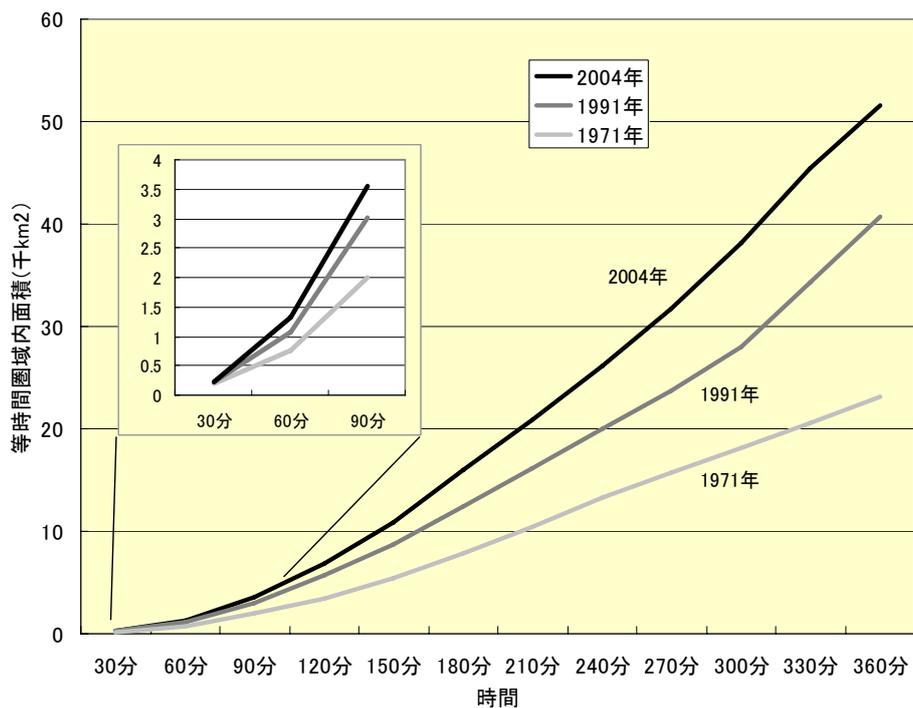


図 3-5 広島からの等時間圏域内面積の経年変化

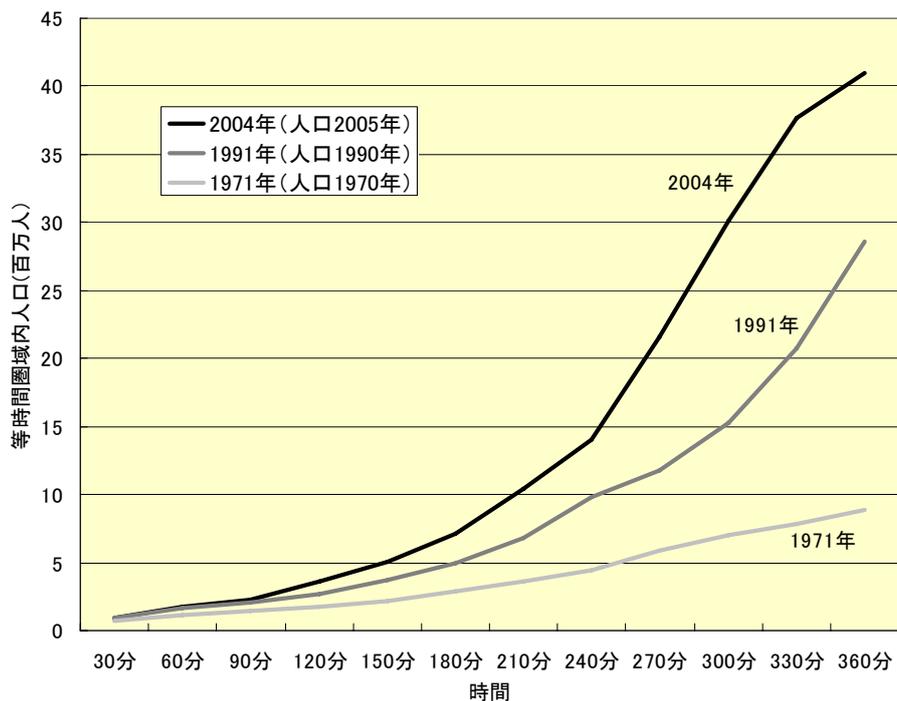
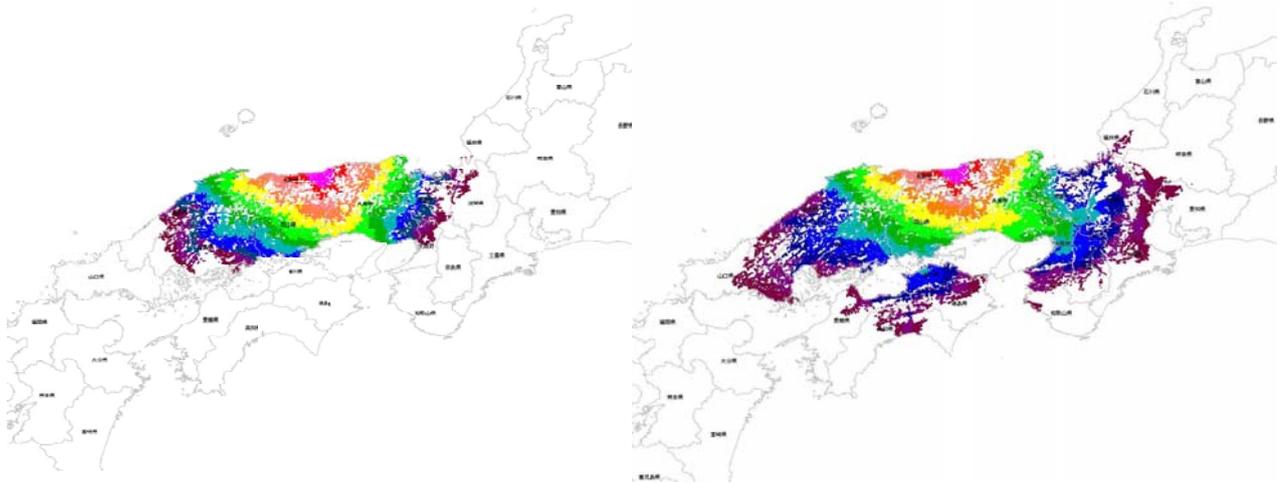


図 3-6 広島市からの等時間圏域内人口の経年変化

広島市からの等時間圏内の経年変化を見ると、図 3-4 の圏域の広がりについて 1971 年は広島市を中心に円状に広がっていたのに対し、中国道のできた 1991 年以降は、東西に長い楕円形に拡大している様子が伺える。また、圏域内の面積（図 3-6）はネットワークの拡張により、着実に広がってきたことが分かる。例えば 1971 年に比べ、現在の面積比は、60 分圏内で 1.74 倍、180 分圏内で 2.03 倍、360

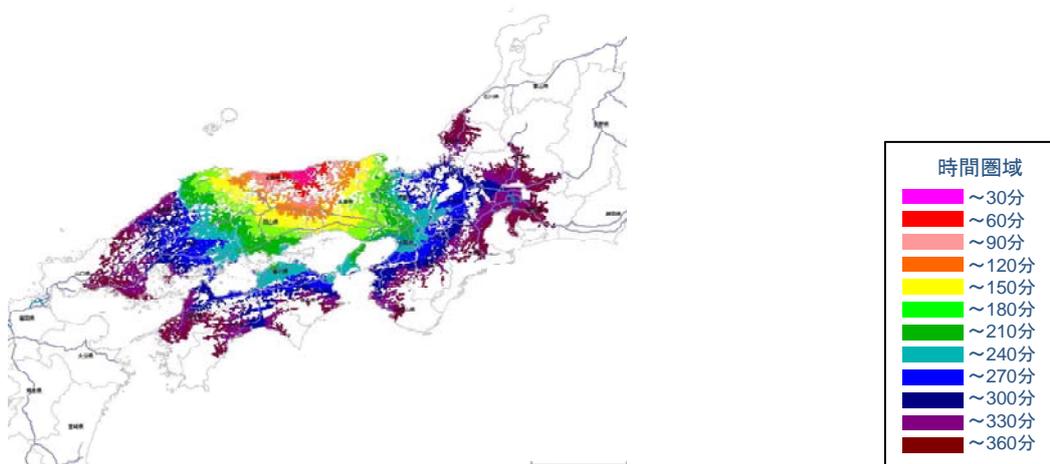
分圏内で2.24倍となっている。

一方、鳥取市からの圏域の広がりを経年変化を見ると図3-7~9のとおりとなる。



① 1971年当時

② 1991年当時



③ 2004年現在

図3-7 鳥取市からの等時間圏域の経年的変化

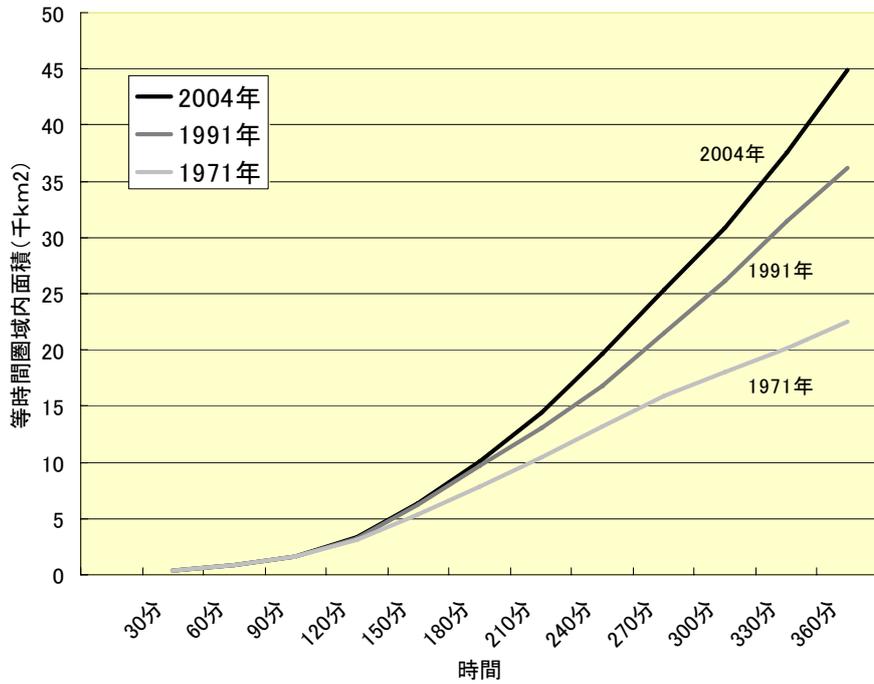


図 3-8 鳥取市からの等時間圏域内面積の広がり（経年変化）

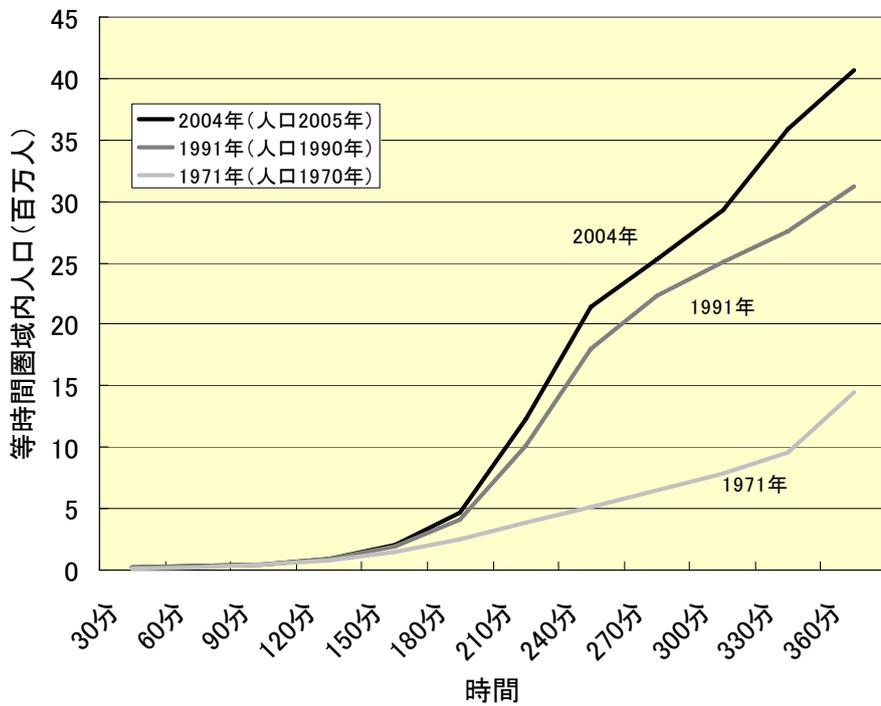


図 3-9 鳥取市からの等時間圏域内人口の広がり（経年変化）

図 3-7 の鳥取市からの等時間圏域の広がりを見ると、広島と同様に 1991 年以降、東西に長い楕円状に広がっていく様子が伺える。しかし、図 3-9 の人口を見ると近畿圏に到達する 180 分以降は急激な伸びを示しているものの、180 分圏以内の伸びは広島と比較し小さい。例えば 1971 年に比べ、現在

の面積比は、360分圏域は1.99倍とほぼ広島と同様であるが、180分圏内は1.28倍、60分圏内は1.00倍しかない（2007年まで全国の県庁所在地の市内に高速道路ネットワークがないのは鳥取県のみであった）。

上記の広島と鳥取の180分圏域内の面積の経年的な変化の比較を図3-10に示す。図3-10の右軸は中国地方管内の高速道路ネットワークの供用延長の伸びであり、180分圏内では、1975年から山陽道が供用される1997年までは年々着実に伸び、その後微増し、ネットワークが形成されてきているが、これらの各市近郊（180分圏内）に与えた影響は、広島に代表される山陽側の地域に大きいことがわかり、また一方、山陰側はまだネットワークの形成の影響が少ないことが分かる。

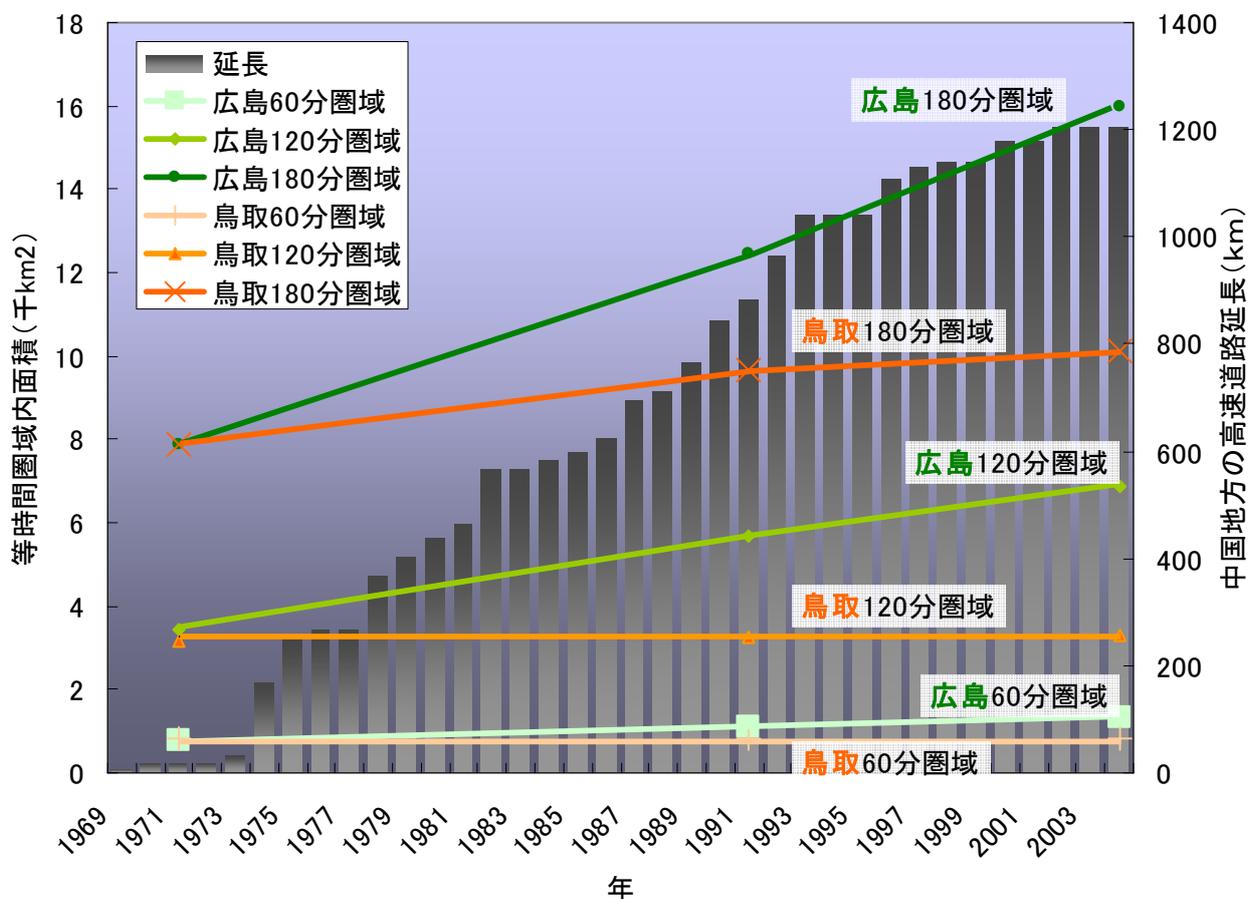


図3-10 広島及び鳥取の等時間圏域内面積の比較と中国地方における高速道路供用延長（経年変化）

3.3 山陰道の供用による影響

次に、山陰道（ネットワークさせるため姫路鳥取線も含む）が将来供用されたときの等時間圏域の広がりについて、図 3-11 に示す。

拡大の影響は姫路鳥取線の影響が大きいところもあるが、例えば鳥取－松江間は、現状 180 分圏が 150 分圏に入るなど（図の黄色）、山陰側も広がるのが分かる。

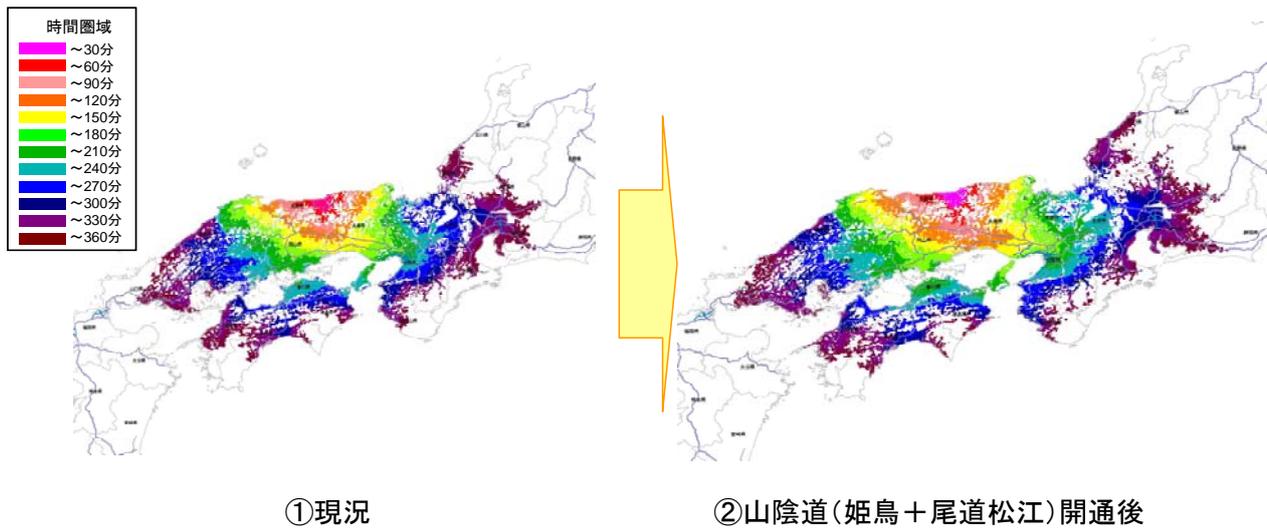


図 3-11 山陰道開通前後の等時間圏域の比較

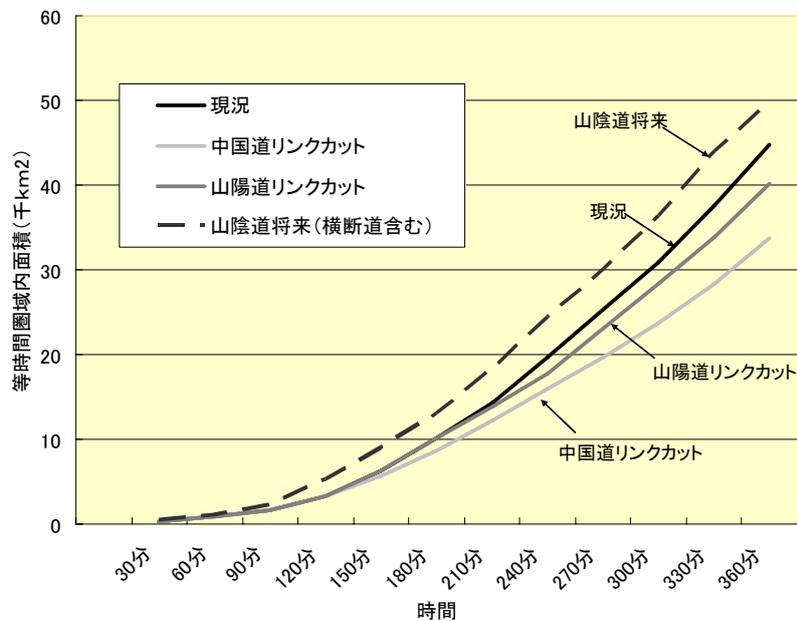


図 3-12 山陰道開通前後及び現況ネットワークのリンクカットの等時間圏域内面積の比較

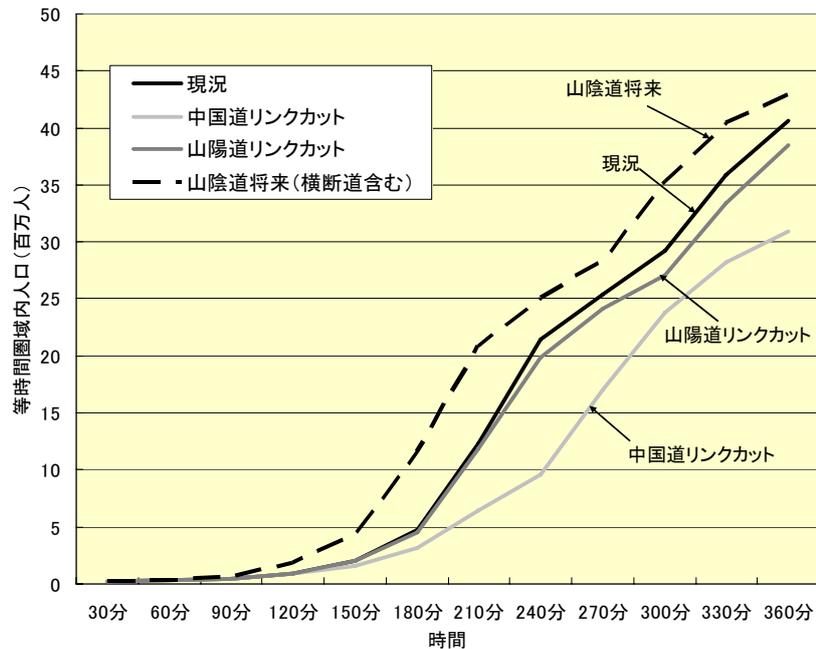


図 3-13 山陰道開通前後及び現況ネットワークのリンクカットの等時間圏内人口の比較

表 3-1 山陰道開通前後及び現況ネットワークのリンクカットの等時間圏内の比較（現況比）

	60分圏	120分圏	180分圏	240分圏	300分圏	360分圏
面積						
山陰道供用後	1.17	1.57	1.29	1.24	1.17	1.13
中国道リンクカット	1.00	0.96	0.86	0.81	0.77	0.75
山陽道リンクカット	1.00	1.00	1.00	0.91	0.92	0.90
人口						
山陰道供用後	1.00	2.05	2.47	1.17	1.21	1.06
中国道リンクカット	1.00	0.97	0.68	0.45	0.81	0.76
山陽道リンクカット	1.00	1.00	0.96	0.93	0.93	0.95

図 3-12, 3-13, 表 3-1 に鳥取市から現況, 将来ネットワーク, 現況ネットワークのリンクカットした場合の比較を示す. 図 3-12 の等時間圏内の面積の比較では, 山陰道が供用されると 120 分圏内面積が約 1.6 倍となり, 非常に大きな影響があることわかる. また, リンクカットを行った場合は, 山陽道に比べ, アクセスのしやすい中国道のほうが大きな影響を及ぼすことがわかる. 等時間圏内の人口についてみると特に近郊 (180 分圏以内) の山陰道の影響が大きいことが分かる.

そのため山陰道の供用の影響は, 中国道や山陽道よりも近郊部での影響が大きい. これらは広島市における山陽道のような役割を果たす可能性があることが分かる (参考参照のこと).

(参考) 現況ネットワークのリンクカットした場合の鳥取市からの等時間圏域の広がり

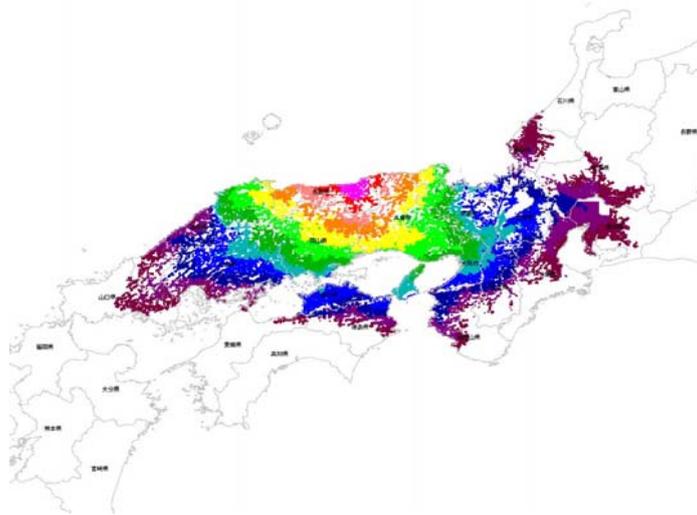


図3-14 山陽道をリンクカットした場合の等時間圏域の広がり

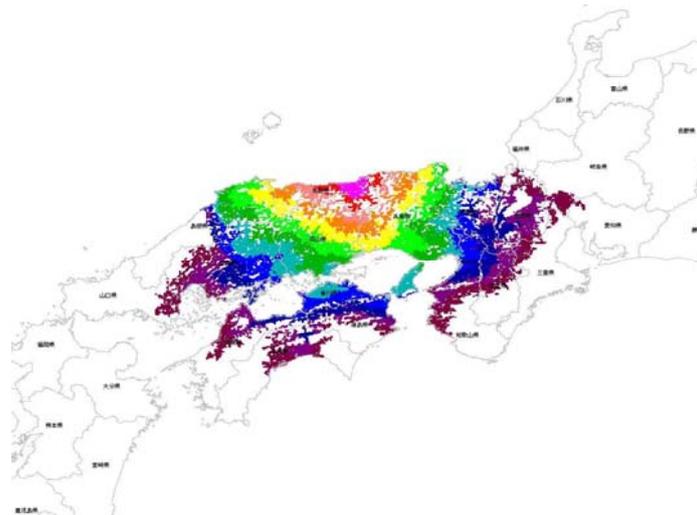


図3-15 中国道をリンクカットした場合の等時間圏域の広がり

(参考) 現況ネットワークのリンクカットした場合の広島市からの等時間圏域の広がり

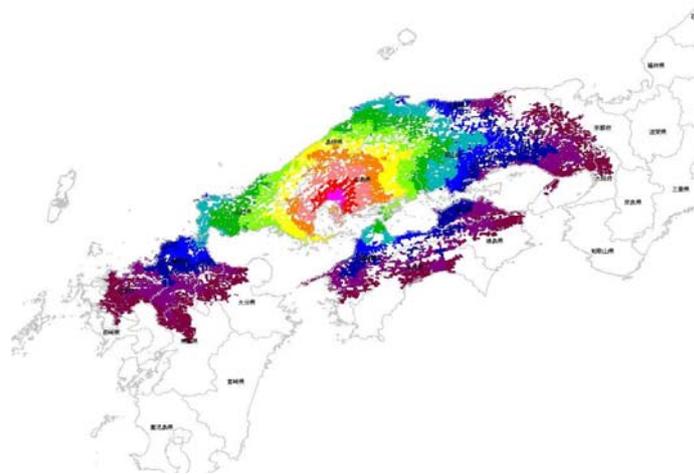


図3-16 山陽道をリンクカットした場合の等時間圏域の広がり

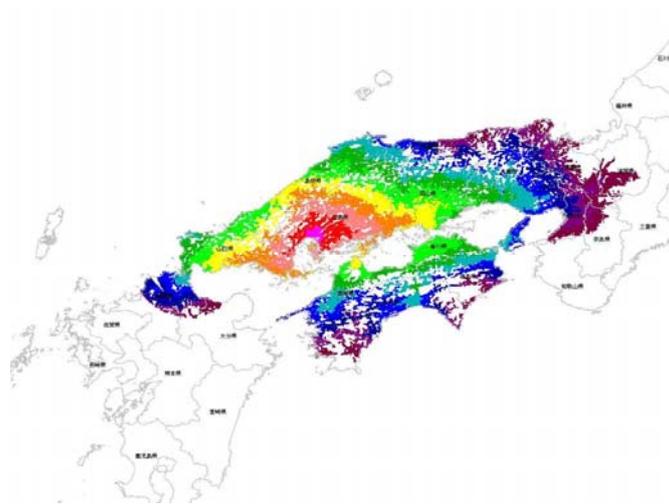


図3-17 中国道をリンクカットした場合の等時間圏域の広がり

4. 帰着便益分析による道路ネットワークの検証

4.1 空間的応用一般均衡分析

一般均衡分析は、簡単に記述すると（詳しくは付属資料Aを参照されたい）、経済システムの中に財・サービス、生産に投入されている資本、労働といった要素が取引されるさまざまな市場の中で、それらが関連しあいながら、どの市場においても同時に需要と供給がバランスして市場価格が決定されるという均衡状態を表現し、分析するものである⁷⁾。

市場に参加する関係主体として、家計（消費者）であれば効用最大化の行動原理に基づいて各財・サービスを需要し、労働を供給しており、また、生産者（企業）であれば利潤最大化に従って財・サービスを供給している。ここで道路整備などこの経済システムへの外的ショックが与えられたときに、交通抵抗の低減により市場価格の変化を介して、消費者や生産者に影響を及ぼすこととなる。具体的には、時間短縮等により輸送費が低下し、財価格が低下して、家計の財の需要量が増加する。その増加した需要量を補うために、交易量が増大し、企業の生産量が増大する。生産量の増大に伴い企業の生産要素の需要量が増大し、賃金等の生産要素の価格が上昇する。この生産要素価格の上昇により生産費用が上昇し、財価格が上昇する。これらが財と労働・資本の生産要素の需給関係が均衡する段階に導かれる。このように均衡点を導かれた後、道路整備前後での効用水準の変化を計測し、変化後の効用水準を維持するための効用変化をあきらめるために家計が必要と考える最小の補償額（等価変分）を計測することにより、事業による効果の帰着額が求めることができる。

本研究の分析に使用するRAEM-lightは、空間的応用一般均衡モデルのひとつであり、人口分布、各企業の生産技術を外生変数とした多地域多部門で構成された経済を想定し、各地域の需要者は消費価格が最小となるような生産地の組み合わせを購入先として選ぶように、行動すると仮定し、事業の最終的な便益について、各地域の家計への最終的な便益の帰着額が計測できるモデルである（なお、RAEM-lightでは、人口移動及び集積の経済は考慮されていない）。

一般均衡分析は、経済的な理論については厳密に従ってはいるが、企業の生産関数や家計の効用モデル、地域間交易モデルのモデル構築の際にパラメータ推計を行っていることから、便益算出の精度の点からは、発生便益よりも劣る点を指摘されている⁶⁾。しかしながら、今回本稿で議論したい点は、道路整備による各々の地域が受ける相対的な便益差（正負の傾向）であり、モデルを現状に近づけていこうとする精緻な検討は別途必要ではあるが¹⁰⁾、現在のRAEM-lightは事業により受ける各々の地域の格差感を示す上では十分に表現できるモデルである⁹⁾。

RAEM-Light は、社会経済に対して主に以下の仮定を設ける。

- ①多地域多産業で構成された経済を想定する。
- ②企業は資本と労働からなる生産要素を投入し生産財の生産活動を行う。また、家計は生産要素の供給と財の消費活動をおこなう。なお、中間財を考慮しない。
- ③生産財消費に伴う交通抵抗をIce-berg型で考慮することで、生産財市場が全地域に開放されている。
- ④生産要素のうち、労働市場は地域で閉じている。一方、資本市場は全地域で1つの市場で取引される。

一方、モデル構造（図 4-1 参照）は、既存の SCGE 分析モデルに関する研究^{3) 4)}に習い、経済合理的な行動を行う企業と家計がそれぞれの市場で財・サービスを取引しているものとしている。なお、本研究で扱うモデルは静学モデルであることから、資本移動は、地域を越えて移動できるものとしているが、労働に関しては、短期的にドラスティックに移動することは無いものと考えられるため、地域内の産業間移動に限定している。

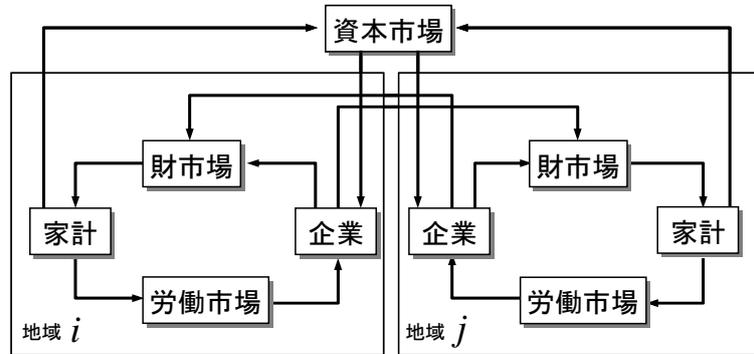


図 4-1 モデル構造

4.2 シナリオの前提条件

対象範囲及び対象ネットワークは、中国・四国地方を中心とした地域とし（図4-2）、基本的に2次生活圏レベル（59地域，3産業（第1次，第2次，第3次））でゾーニングを行った（図4-3）。また，道路ネットワークは，現況は2007年時点のものとして，表4-1のシナリオのように，中国道，山陽道，山陰道（ネットワークさせるため姫路鳥取線の一部も含む）について，それぞれの高速道路のwith-withoutによる帰着便益を求めた。

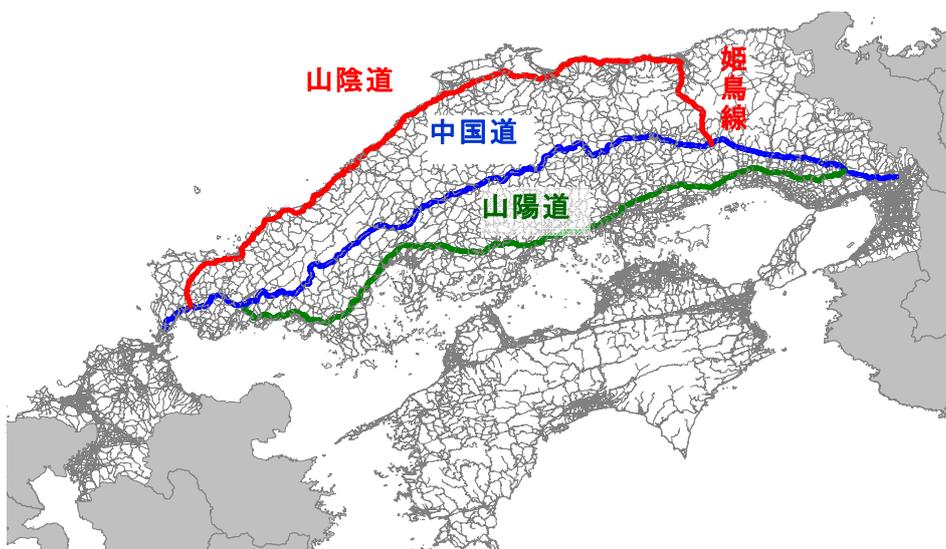


図4-2 対象ネットワーク

なお，人口は2005年国勢調査を使用し，現況経済データは，2004年市町村民経済計算，2000年産業連関表，2004年事業所企業統計，2004年工業統計を使用した。道路ネットワークは，2007年ネットワークを現況とし，旅行速度は2005年道路交通センサスを使用した。また，所要時間の計算は，Dijkstra法による所要時間最短経路探索により算出した。



図 4-3 対象範囲

表4-1 設定シナリオ

ケース1	現況ネットワークに対して、 中国道 のみをリンクカットすることで効果を算出
ケース2	現況ネットワークに対して、 山陽道 のみをリンクカットすることで効果を算出
ケース3	現況ネットワークに対して、 山陰道・姫路鳥取線（佐用～鳥取間） のみをリンク付加することで効果を算出

ケース1（中国道整備）の帰着便益についてみると（図4-5参照），中国道は山陰側と山陽側にそれぞれ正の便益を与えるとともに，中国地方以外のその他の地域（特に大阪や福岡）に対して大きな正の便益を与えることが分かる．また，中国道沿線の津山，真庭，阿新，庄原，三次地区といった地域に大きな正の便益を及ぼす結果となった．中国地方の高速道路整備の歴史を見てみても，中国道が最も早く整備され始めたのは，日本を縦貫する道路をいち早く整備し，九州から大阪までの間を繋ぐという位置づけであったことを踏まえれば，中国地域以外の便益が最も高く，費用対効果の比較的良好な中国道が選ばれた理由も当時としても妥当なことが分かる．

また中国道は，山陽地方の国道2号沿線（特に中国道から離れた岡山，井笠，三原，東広島地区）の帰着便益に対して負の影響を与えている箇所が存在する結果となった．これらの地域が中国道建設と同時に早期整備の要望が急激に高まったのは，太平洋ベルト地帯の形成と共に渋滞問題が生じてきたことに加え，中国道により相対的に負の便益を受けていることも影響したと考えられる．

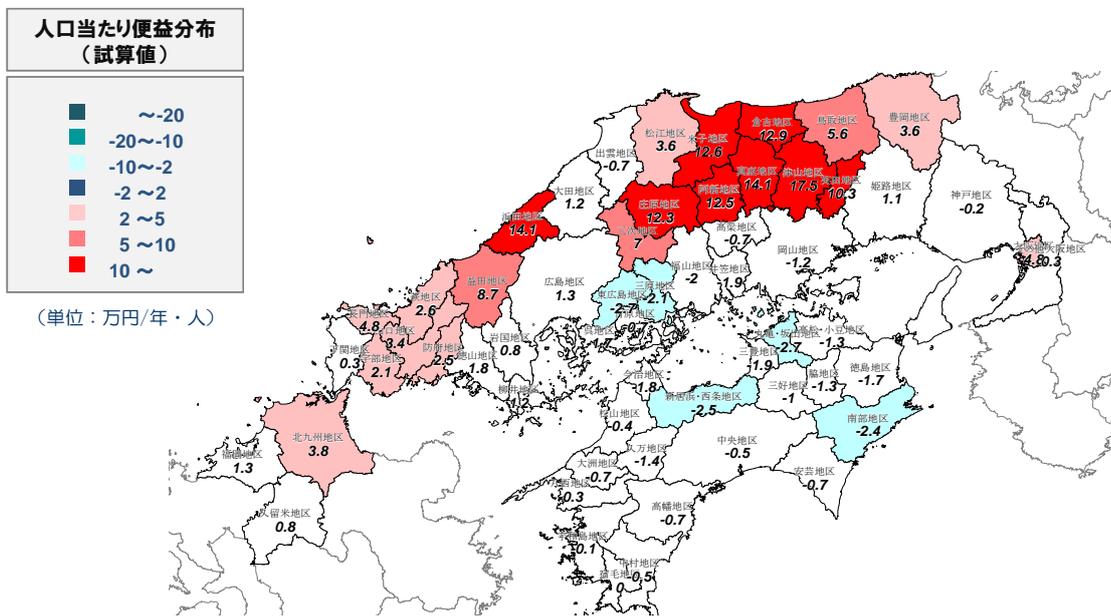


図4-5 ケース1（中国道整備）の帰着便益

ここで、現況の整備状況（中国道及び山陽道が供用され、山陰道が整備中）を考えてみる。便宜的にケース1とケース2の単純に合計をみると表4-3のとおりとなり、中国道と山陽道の合計は、山陽地方にも山陰地方にもその他の地域にも正の便益を及ぼしている。

表4-3 帰着便益（現況）

（単位：兆円）

シナリオ	便益（帰着）			
	山陽 地方	山陰 地方	その他	合計
ケース1+ケース2 （これまで）	20.7	0.9	2.4	24.0
ケース1～3 （国土計画）	19.5	5.6	1.3	26.4

中国道と山陽道が整備済みの状況で、これから山陰道を整備しようとしている現状から見みると、山陰側以外の地域にとって、負の便益が生じている。そのため、山陰地方以外の地域から見れば、山陰道は山陰地域のエゴのように見えるかもしれなく、山陰道をつくることに積極的になり得ない可能性があることが分かる。

一方、山陰地方から見れば、山陽道が整備されると負の便益となってしまいが、将来的に山陰道が整備されることを期待して現在受けている山陽道による負の便益も甘受してきたこととなる。そういった状況から、山陰地方にとっては、中国道と山陽道ができた後は、次は山陰側の順番という期待感が当然大きくなっている。

過去の経緯と現在の状況を考慮した際には、上記のような地域間での便益差による相対的な地方の公共投資に対するとらえ方の違いが生じることが分かる。

5. おわりに

戦後の復興、高度経済成長期には、社会的効率性の高い事業が優先的に実施され、生産性の高い地域に重点的に資本が投資され、それらの地域が日本の経済を牽引してきた結果、めざましい経済発展を遂げることができた。その点では、効率性の視点は資源配分の観点からは非常に重要である。また、効率性に基づき選定される中では、マニピュレーションの排除に寄与し、無駄な投資をある程度防いだという歴史もある。そして、今後の人口減少や財政の厳しくなる中、これからの社会資本整備は建設よりもより効率的な運営に比重が置かれていくことは間違いなく、新たな投資には、より費用有効度の高い基準の枠組みが要求されていくこととなるであろう。

しかしながら、効率性のみを優先していくことは、4. での帰着便益の結果で見てきたように、地域間の公平性の観点が抜け、計画の規範性すら損なうことになってしまう。また、効率性の一基準だけでは、無駄といわれる投資と一緒に必要な事業までも無視されていく可能性がある。

公平性については、現在に至るまで膨大な議論が行われているが、いまだに見解の一致を見るに至っていない。これは、公平性の判断基準が、多元的な価値基準を考慮しなければならず、ともすれば情緒的な声の掛け合いとならざるを得なく、誰も価値基準を定められないためである。

一方で、山陰の道路整備状況を見ると、国道9号現道における大型トラックを中心とした通過交通の多さ、交通事故（死亡事故率が全国トップクラス）や災害時における代替路の不備など、交通需要に起因しない道路幾何構造上の問題点やネットワークとしての課題（例えば防災、国防など）が残り、地域の競争基盤としての社会資本整備はまだまだ脆弱な状況にある。そして、今後の地域の自立的な発展、食糧安全保障、東アジアを視野に入れた環日本海軸の展開など、地域の将来の課題・方向性も考慮しなければならない。

こういった中で、事例で見たような地域間の格差を少しでもなくしていくためには、価値観が多元的であるからこそ、常にコミュニケーション（例えば「社会資本の整備に対する個々人の要求を正当化するものは何か？」との問いかけ¹⁹⁾）を絶やしてはならず、個々の実情に即した議論と主張を続けていかなければならない。

最後に、本研究で用いた帰着便益の計算方法・分析はオーソライズされたものではなく、試算値であり、考察は、国土交通省としての見解を示すものではなく、あくまでも議論のための資料であり、さらなる公平性の議論が進展することを願っての検討である。

参考文献

- 1) 川上征雄：国土計画の変遷，鹿島出版，2008.
- 2) 国土交通省：国土交通省所管公共事業の新規事業採択時評価実施要領，2001.
- 3) 建設政策研究センター：社会資本整備の便益評価等に関する研究 第2章，1997.
- 4) 森杉壽芳：社会資本整備の便益評価分析 一般均衡理論によるアプローチ，勁草書房，1997
- 5) 国土交通省道路局，都市・地域整備局：費用便益分析マニュアル，2003.
- 6) 金本良嗣：費用便益分析における効率と公平，費用便益分析に係る経済学的基本問題， pp. 5-18，社会資本整備の費用対効果分析に係る経済学の問題研究会，1999.
- 7) 上田孝行・森杉壽芳：便益の帰着関係の把握，道路投資の社会経済評価（中村英夫編），道路投資評価研究会，東洋経済新報社，1997
- 8) 小森俊文・上田孝行・宮城俊彦・森杉壽芳：規模の経済性を持つ交通ネットワークの便益帰着分析，土木計画学研究・論文集 N0.15， pp.205-215，1998.
- 9) 小池淳司：社会資本整備による効果のとらえ方，「地域計測」RAEM-Light Committee 公開セミナー， p p5-9，2008.
- 10) 小池淳司・佐藤啓輔・川本信秀：帰着便益分析による道路ネットワーク評価～応用一般均衡分析モデル「RAEM-Light」による実務的アプローチ～，土木計画学発表・講演会，2008
- 11) 武藤博己：道路行政，東京大学出版会，2008
- 12) 武部健一：道Ⅱ， pp.211-231，法政大学出版局，2003.
- 13) (社)日本道路協会：日本道路史，1977
- 14) 藤森兼一：高速道路計画論，鹿島研究所出版会，1956
- 15) 田中研究所：大いなる先見，1994
- 16) 高橋国一郎：わが国の高速道路，高速道路と自動車（1965年1月号），高速道路調査会，1965
- 17) 昭和の道路史研究会編著：昭和の道路史，全国加除法令出版，1990.
- 18) 武田文夫：歴史から見た今日における高速道路の諸問題，運輸と経済 第68巻第3号pp.32-40，2008.
- 19) 小林潔司：地域間公平性を巡る論点と課題，運輸政策研究，Vol.3 No.3 2000， pp15-26，2000

付録資料 A 空間的一般均衡分析モデル式体系

本検討では、「小池淳司・佐藤啓輔・川本信秀，帰着便益分析による道路ネットワーク評価～応用一般均衡分析モデル「RAEM-Light」による実務的アプローチ～，第37回土木計画学研究発表会，2008」において構築されているRAEM-Lightモデルを活用している（使用モデル名は，RAEM-Light Ver2.0i）．モデル体系の理論については，上記参考文献から抜粋及び加筆修正している．

(1) 社会経済に対する主な仮定

RAEM-Light Ver2.0i は，社会経済に対して主に以下の仮定を設ける．

- ①多地域多産業で構成された経済を想定する．
- ②財生産企業は，家計から提供される生産要素（資本・労働），他の財生産企業が生産した生産物を投入して，新たな生産財を生産する．
- ③家計は企業に生産要素（資本・労働）を提供して所得を受け取る．そして，その所得をもとに財消費を行う．
- ④交通抵抗を Ice-berg 型で考慮する．
- ⑤労働市場は地域で閉じているものの，資本市場は全地域に開放されているものとする．

なお，モデル式内のサフィックスは，以下のとおりとする．

地域を表すサフィックス： $I \in \{1, 2, \dots, i, \dots, I\}$

財を表すサフィックス： $M \in \{1, 2, \dots, m, \dots, M\}$

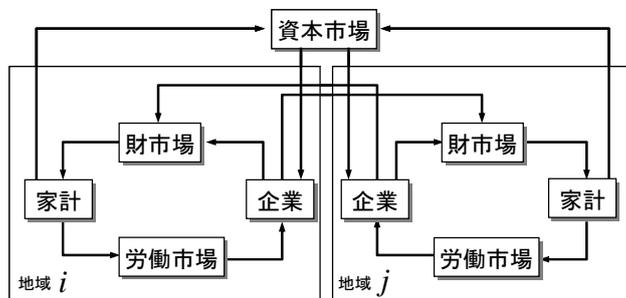


図-付1 モデル構造

(2) 企業行動モデル

各地域には生産財ごとに1つの企業が存在することを想定し，地域*i*において財*m*を生産する企業の生産関数をレオンチェフ型で仮定すると以下のようなになる．

$$Y_i^m = \min. \left\{ \frac{v_i^m}{a_{0i}^m}, \frac{x_i^{lm}}{a_i^{lm}}, \dots, \frac{x_i^{nm}}{a_i^{nm}}, \dots, \frac{x_i^{Nm}}{a_i^{Nm}} \right\} \quad (1)$$

ただし， Y_i^m ：地域*i*財*m*の生産量， v_i^m ：地域*i*財*m*の付加価値， x_i^{nm} ：地域*i*の産業*n*から産業*m*への中間投入， a_i^{nm} ：地域*i*の産業*n*から産業*m*への投入係数， a_{0i}^m ：地域*i*財*m*の付加価値比率

さらに、付加価値関数をコブダグラス型で仮定すると以下のようなになる。

$$v_i^m = A_i^m (L_i^m)^{\alpha_i^m} (K_i^m)^{1-\alpha_i^m} \quad (2)$$

ただし、 L_i^m : 地域 i 財 m の労働投入、 K_i^m : 地域 i 財 m の資本投入、 α_i^m : 分配パラメータ、 A_i^m : 効率パラメータ

付加価値生産に関する最適化問題は以下のように費用最小化行動となる。

$$\begin{aligned} \min. & w_i L_i^m + r K_i^m \\ \text{s.t.} & v_i^m = A_i^m (L_i^m)^{\alpha_i^m} (K_i^m)^{1-\alpha_i^m} \end{aligned} \quad (3)$$

ただし、 w_i : 地域 i の賃金率、 r : 資本レント

上式より、生産要素需要関数 L_i^m 、 K_i^m と付加価値 cv_i^m が超過利潤ゼロの条件から平均費用として得られる。

$$L_i^m = \frac{\alpha_i^m}{w_i} a_{0i}^m q_i^m Y_i^m \quad (4)$$

$$K_i^m = \frac{1-\alpha_i^m}{r} a_{0i}^m q_i^m Y_i^m \quad (5)$$

$$cv_i^m = \frac{w_i^{\alpha_i^m} r^{1-\alpha_i^m}}{A_i^m (\alpha_i^m)^{\alpha_i^m} (1-\alpha_i^m)^{1-\alpha_i^m}} \quad (6)$$

ただし、 cv_i^m : 地域 i 財 m の 1 単位生産あたりの付加価値

(3) 家計行動モデル

各地域には家計が存在し、自己の効用が最大になるよう自地域と他地域からの財を消費するとする。このような家計行動が以下のような所得制約下での効用最大化問題として定式化できる。

$$\begin{aligned} \max. & U_i(d_i^1, d_i^2, \dots, d_i^M) = \sum_{m \in M} \beta^m \ln d_i^m \\ \text{s.t.} & \bar{l}_i w_i + r \frac{\bar{K}}{T} = \sum_{m \in M} p_i^m d_i^m \end{aligned} \quad (7)$$

ただし、 U_i : 地域 i の効用関数、 d_i^m : 地域 i 財 m の消費水準、 p_i^m : 地域 i 財 m の消費者価格、 β^m : 財 m の消費の分配パラメータ $\left(\sum_{m \in M} \beta^m = 1 \right)$ 、 \bar{K} : 資本保有量、 \bar{l}_i : 一人当たりの労働投入量 $\left(\bar{l}_i = \sum_{m \in M} L_i^m / N_i \right)$ 、 T : 総人口 $\left(T = \sum_{i \in I} N_i \right)$

上式より、消費財の最終需要関数 d_i^m が得られる。

$$d_i^m = \beta_i^m \frac{1}{p_i^m} \left(\bar{l}_i w_i + r \frac{\bar{K}}{T} \right) \quad (8)$$

(4) 地域間交易モデル

Harker モデルに基づいて、各地域の需要者は消費者価格 (c.i.f. price) が最小となるような生産地の組み合わせを購入先として選ぶとする。地域 j に住む需要者が生産地 i を購入先として選択したとし、その誤差項がガンベル分布に従うと仮定すると、その選択確率 s_{ij}^m は、次式の Logit モデルで表現できる。

$$s_{ij}^m = \frac{Y_i^m \exp[-\lambda_j^m q_i^m (1 + \psi_j^m t_{ij})]}{\sum_{k \in I} Y_k^m \exp[-\lambda_j^m q_k^m (1 + \psi_j^m t_{kj})]} \quad (9)$$

ただし、 t_{ij} : 交通抵抗 (費用), λ_j^m : 交易パラメータ, ψ_j^m : 価格にしめる輸送費率

また、消費者価格は次の式を満たしている。

$$p_j^m = \sum_{i \in I} s_{ij}^m q_i^m (1 + \psi_j^m t_{ij}) \quad (10)$$

ただし、 q_i^m : 地域 i 財 m の生産者価格

(5) 市場均衡条件式

本モデルでは、以下の市場均衡条件が成立する。

$$\text{労働市場} \quad \sum_{m \in M} L_i^m = \bar{L}_i \quad (11)$$

$$\text{資本市場} \quad \sum_{i \in I} \sum_{m \in M} K_i^m = \bar{K} \quad (12)$$

財市場 (需要)

$$\begin{bmatrix} 1 - a_i^{11} & \cdots & 0 - a_i^{1N} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 - a_i^{m1} & \cdots & 1 - a_i^{mN} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} N_i d_i^1 \\ \vdots \\ N_i d_i^m \\ \vdots \\ N_i d_i^M \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_i^1 \\ \vdots \\ X_i^m \\ \vdots \\ X_i^M \end{bmatrix} \quad (13)$$

$$z_{ij}^m = X_j^m s_{ij}^m \quad (14)$$

財市場 (供給)

$$Y_i^m = \sum_{j \in J} (1 + \psi_j^m t_{ij}^m) z_{ij}^m \quad (15)$$

ただし、 z_{ij}^m ：財 m の地域 i から地域 j の交易量、 X_j^m ：地域 i 財 m の消費量、 a_j^{mn} ：地域 j の産業 m から産業 n への投入係数

(6) 便益の定義

本モデルでは、施策の効果を計測する指標として経済的効果を等価変分 (*EV: Equivalent Variation*) を用いて以下のように定義した。

$$EV^i = (w_i^0 L_i^0 + rK_i^0) \left(\frac{e^{U_i^1} - e^{U_i^0}}{e^{U_i^0}} \right) \quad (16)$$

ただし、 $0,1$ ：道路整備の有無を表すサフィックス

パラメータの設定

基準均衡データとして、表-付1で示す付加価値、労働・資本投入量、人口分布、地域間交通所要時間を用いた。なお、産業分類は、簡便化のため3分類（第1次産業、第2次産業、第3次産業）として集計した。

表-付1 基準均衡データ

基準均衡データ	出典
v_i^m (付加価値)	H16 市町村民経済計算 ただし、市町村民経済計算が存在しない県においては、1次と3次産業は、H16 事業所企業統計調査の従業者数で按分し、2次産業は、H16 工業統計の付加価値額で按分
L_i^m, K_i^m (労働と資本の初期保有量)	H12 産業連関表 (各県) の投入係数を地域別の付加価値に乗じることで算出
N_i (人口)	H17 国勢調査
t_{ij}^m (地域間交通所要時間)	Digital Road Map 1900 をベースにダイクストラ法によるゾーン間最短経路探索により算出 (所要時間算出時のリンク旅行速度は、H17 道路交通センサスにおける混雑時旅行速度を使用)

分配パラメータ α_i^m および効率パラメータ A_i^m については、H12 産業連関表 (各県) を用いたキャリブレーションにより県別に設定し、地域間交易モデルにおけるパラメータについては、グリッドサーチにより地域別に推定した。グリッドサーチの推定結果を以下に示す。なお、地域間交易モデルのパラメータ推定にあたっては、H17 道路交通センサス OD データを用いた。ただし、第3次産業については、統計情報が存在していないことから、本研究では地域内交易のみとして、地域間交易は行わないものとした。

表-付 2 購入先選択確率モデルのパラメータ

		山陰	山陽	四国	近畿	九州
第 1 次産業	λ_i^m	4.28	3.59	2.90	5.36	1.88
	ψ_i^m	0.128	0.108	0.098	0.101	0.143
第 2 次産業	λ_i^m	1.01	4.12	2.65	0.90	2.44
	ψ_i^m	0.756	0.102	0.138	0.361	0.134

2-5 現況再現性の確認

表付-3 に、本モデルにおける産業別の生産額の現況再現結果を示す。

表-付 3 現況再現性（生産額）

	相関係数	%RMS
第 1 次産業	0.90	4.76
第 2 次産業	0.99	0.67
第 3 次産業	1.00	0.38
GRP	1.00	0.02

2-6 モデルの解釈上の注意

- ①道路ネットワーク整備による物流活動の変化を表現しているため、人流の変化（例えば観光行動の変化など）は考慮していない。
- ②第 1 次産業および第 2 次産業の交易変化のみを対象にしており、第 3 次産業の交易変化による影響は考慮していない。第 3 次産業は域内のみ。
- ③労働者の就業先は、すべて地区内としており、通勤移動は加味していない。つまり、居住地と従業地は同地区内にあるものとしている。しかし、生活圏単位で地区をゾーニングしていることから、地区を越えた通勤行動は多くないものと考えられる。
- ④本モデルは、静学モデルであるため、評価結果は、ある一時点での with-without 分析であり、経済成長、人口変化・移動などの動学的な要素は考慮していない。つまり、算出結果は、動学的な社会経済変化の影響を排除した各道路ネットワーク体系別の整備効果である。
- ⑤本研究での政策シナリオは、道路ネットワーク整備のみであるため、その他の社会資本整備（港湾施設など）との複合的な関係性は明示化していない。

付属資料 B 算出結果

(1) 現況再現性の確認

現況再現性の結果を以下に示す。再現性の検証にあたっては、相関係数に加えて下記で示す% RMS 誤差値を採用した。

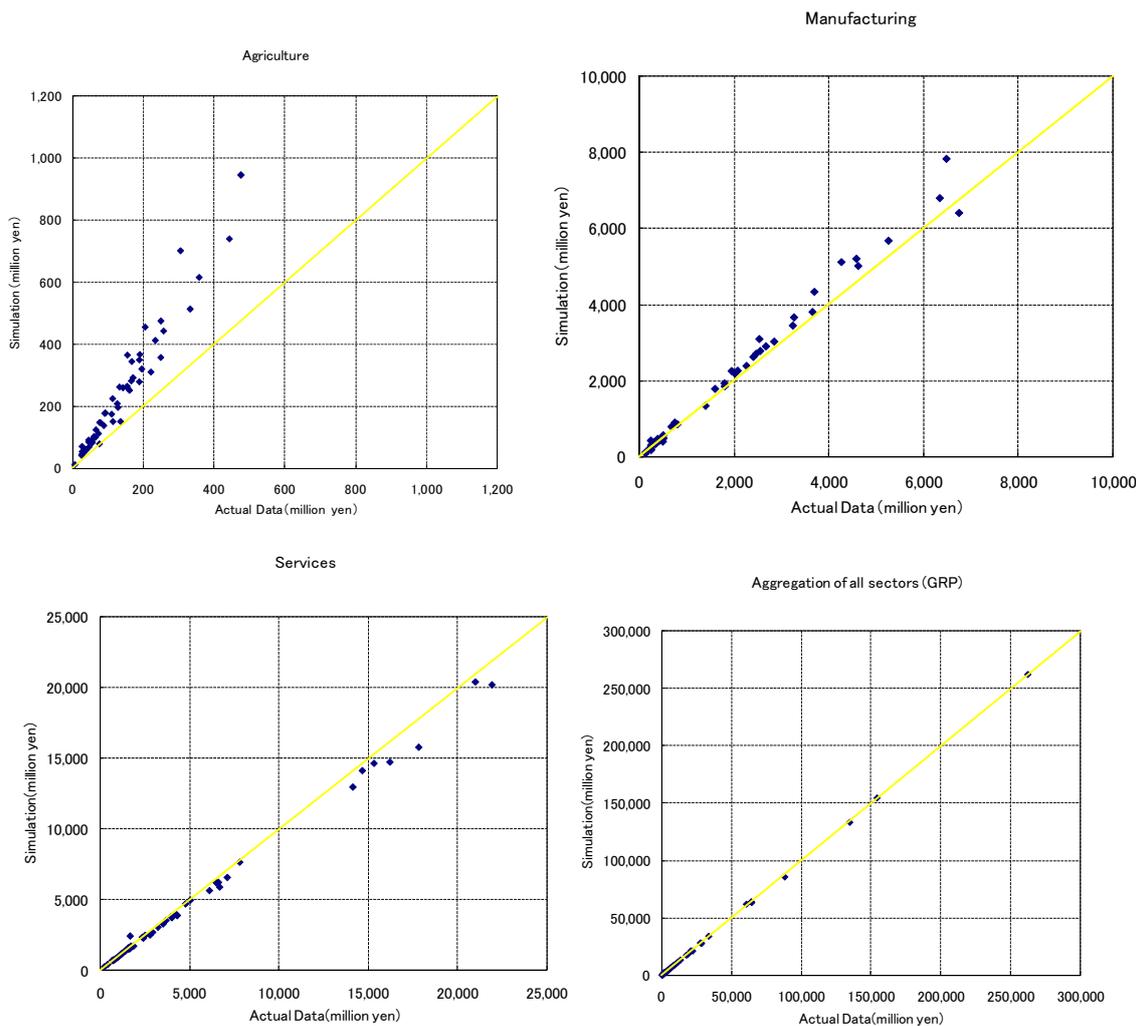
$$Abs.RMS = \sqrt{\frac{\sum_i (P_i - A_i)^2}{n}}$$

$$\%RMS = \frac{Abs.RMS}{\bar{A}}$$

(P : 推計値, A : 実績値, n : サンプル数)

表一付 4 現況再現性結果

項目	1次産業	2次産業	3次産業	GRP
相関係数	0.96	1.00	1.00	1.00
Abs.RMS	182.74	2400.12	2539.811	493.60
%RMS	0.64	0.40	0.18	0.02



付属資料の参考文献

- [1] 小池淳司, 地方部における事業評価の現状と課題, 交通工学, Vol.43No.1, pp.49-54, 2008.
- [2] 小池淳司・川本信秀, 集積の経済性を考慮した準動学 SCGE モデルによる都市部交通渋滞の影響評価, 土木計画学研究・論文集, Vol.23, pp.179-186, 2006.
- [3] Mun S.I.: Transport network and system of cities, Journal of Urban Economic, pp.205-221, 1997.
- [4] 文世一: 地域幹線道路網整備の評価 -集積の経済にもとづく多地域モデルの適用, 土木計画学ワンデーセミナー・シリーズ 15, 応用一般均衡モデルの公共投資評価への適用, 1998.
- [5] Haker, P. T.: Predicting Intercity Freight Flows, VNU Science Press BV, 1987.
- [6] Bröcker, J. (1998). Operational spatial computable general equilibrium models, Annals of Regional Science, 32, 367-387.
- [7] Lóránt A.Tavasszy, Atsushi KOIKE and Attila Vaga, Dynamic spatial equilibrium models for social cost benefit analysis of transport projects and policies: implementations for Japan, the Netherlands and Hungary, Proceedings of 11th world congress of transport research, WCTR, 2007.

謝辞

本研究を遂行するにあたり，RAEM-Lightの開発に携われた鳥取大学の小池淳司准教授には終始ご指導いただき，復建調査設計株式会社の佐藤啓輔氏には便益分析にご協力いただきました．京都大学の北村隆一教授，東京工業大学の藤井聡教授には有益なコメント・ご指導を賜りました．また，現況データ等，中国地方整備局より提供していただきました．この場をお借りし感謝の意を表します．

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of N I L I M

N o . 515 Jaunary 2009

編集・発行 ©国土技術政策総合研究所

本資料の転載・複写の問い合わせは

〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地

企画部研究評価・推進室 TEL:029-864-2675