

戦略的視点に基づく長期的幹線鉄道網の構築方針に関する考察*

A Study on Long-term Construction Policy of Trunk Railway Network Based on Strategic Viewpoint*

波床 正敏**・中川 大***

By Masatoshi HATOKO**・Dai NAKAGAWA***

1. はじめに

(1) 研究の背景

現在、整備新幹線計画が徐々に進行しており、そう遠くない時期に、基本計画線である中央新幹線も民間資金によって着工される可能性も出てきた。だが、日本の幹線鉄道網の全体構想は、新全国総合計画を背景とする全国新幹線鉄道整備法のままである。制定後、40年を経過しており、今後どのような幹線鉄道網を構築すべきかについて、再度検討を要する時期に来ているのではないかと考えられる。

幹線鉄道網をはじめ、全国的なインフラ整備が数年程度で完了することは希である。整備期間は極めて長期にわたり、計画完了までには前提としていた社会環境が変化してしまうことも少なくない。全国的な新幹線計画についても、経済の高度成長と人口増加を想定すれば全計画の実施は可能であったかもしれないが、近年の人口減少社会への突入、低成長経済、財源問題の顕在化といった状況下では、当初の全体計画をそのまま実施に移すことは必ずしも最適かどうかは不明である。

このような計画段階における不確実性への対応としては、直接的には予測精度の向上というアプローチが正攻法であるが、基本的な予測モデルでは、そのことが明記されなくとも、既存の社会状況が大きく変化しないことを前提としていることが多い。幹線鉄道網全体を完成させるには数十年の期間を要するため、その間に社会状況の変化が無いことを仮定すること自体、大きな無理があると考えるのが自然であり、単純に予測結果の優れた計画から順に実施に移せばよいというものではない。かといって、短期的な予測に基づく計画を作成するとともに、その都度実行するという方法を積み重ねたとしても、それが長期的視点で最適な計画になる保証もない。

一方、幹線鉄道網に限らず、交通網計画は個々の交通

施設計画の寄せ集めではないという視点も必要である。個々に評価した場合には評価結果が優れていなくとも、複数の計画を組合せた場合には相乗効果を発揮して優れた結果を得ることも考えられる。とくに幹線鉄道は都市間鉄道であり、数分おきに運転されている一部の高密度路線を除くと、運行頻度や発着のタイミングが乗り継ぎの良否に影響を与え、結果的に移動の利便性に大きな影響を与えることになる。

このように、幹線鉄道計画の現実的な計画過程については、長期的な視点を持つ必要がありながらも不確実性の視点を織り込む必要があり、しかも評価の視点は個々の路線や区間ではなく、ネットワーク全体に着目しなければならぬという特徴を持っている。

(2) 本研究の目的

本研究の目的は、幹線鉄道網計画は短期的な視点による計画を積み重ねるのではなく、長期的計画をたてるべきであることを明らかにすることにある。また、主要な不確実性の原因となる事象を考慮した場合、どのような手順で整備の順序を考慮すべきかについて、数値計算の結果を基に考察する。

全国的な幹線鉄道網計画における主なリスクとして、人口分布の変化、建設単価の変動、建設に投じることのできる費用の上限値の変化について分析した。人口分布は地域間の旅客流動に直接的に影響する要因であり、今後、とくに地方部での顕著な人口減少が見込まれている。建設単価と投資額については表裏一体の関係にあり、建設単価が安くなれば一定の投資額で多くの路線を建設できるが、逆の場合、建設路線は少なくなる。また、幹線鉄道網の構築に投じることのできる費用についても、安定的かつ長期的に供給される財源が確保されれば十分な投資が可能であるが、整備財源が乏しいと、効果が見込まれることがわかっていても十分な建設ができない事態も考えられる。

2. 既存の研究と本研究の視点

(1) 長期を要する計画に関する既存の研究

長期的な視点から幹線鉄道網について研究したものと

*キーワード：幹線鉄道計画, 全国新幹線鉄道整備法, 長期計画

** 正員, 博士(工), 大阪産業大学工学部都市創造工学科
(大阪府大東市中垣内 3-1-1, Tel: 072-875-3001 (ex 3722),
E-mail: hatoko@ce.osaka-sandai.ac.jp)

*** 正員, 工博, 京都大学大学院工学研究科
(京都市西京区京都大学桂, Tel: 075-383-3225,
E-mail: nakagawa@urban.kuciv.kyoto-u.ac.jp)

しては、明治以降のわが国の都市間交通整備の特徴を明らかにした中川・波床らの研究¹⁾があり、歴史的な幹線交通網整備の過程において利便性の地域的な差違が長期的に国土構造を変化させてきたことを実証している。しかし、事後評価であるため、今後の幹線鉄道整備をどうすべきかについての直接的な知見を得るものではない。また、幹線鉄道整備プロジェクトの便益評価を実施した研究としては野村・青山らの研究²⁾がある。都市間鉄道の特徴である間欠運行や乗り継ぎの問題を考慮した指標を用いて評価が行われているが、基本的にはプロジェクトの有無比較に基づく研究であり、幹線鉄道網全体の構築に長期を要するという観点は含まれていない。

社会基盤整備に関するリスクを考慮する方法については多数の研究があるが、例えば川除・多々納らの研究³⁾では、プロジェクト評価によく用いられる費用便益分析に関し、費用と便益をそれぞれ確率的にとらえることでプロジェクト採択が妥当と判断できる確率を計算することが行われている。また、中川の研究⁴⁾では、情報が不十分な状態において段階的に繰り返し代替案作成とその評価を行って計画を策定してゆく手法について研究が行われている。公共事業実施に長期を要することを考慮した長谷川・織田澤らの研究⁵⁾、織田澤・小林の研究⁶⁾では、プロジェクトの事前・再評価について研究されており、事業の延期を含めた見直し機能導入が行われるとともに、事業の遅延リスクの考慮等が行われている。

幹線交通網については、整備期間が長期であることの他にも考慮しなければならない重要な点が存在する。例えば、いま、とある幹線鉄道整備プロジェクトを実施に移したとしよう。他に路線が存在しない場合は単独のプロジェクトとして評価が可能であるが、現実には旅客の流動経路が変化したり、資金制約の面で間接的に他路線に影響が及んだりすることが考えられ、実際にはプロジェクトを独立して評価することが難しい。このような交通網独特のプロジェクト評価の特徴を考慮した研究としては青山・松中らの研究⁷⁾⁸⁾⁹⁾があり、高速道路の未完成路線ごとに着工の有無を設定し、組合せ最適化問題としてGAを使った分析が行われている。

(2) 本研究の主な視点

本研究では、分析対象として幹線鉄道網を取り上げるが、幹線鉄道網計画は長期計画であるとともに、個々の整備プロジェクトを単独で評価することが難しいことを考慮しなければならない。さらに、幹線鉄道は都市間交通であり、東海道新幹線のように高密度運行されている路線を除き、乗り継ぎや運行頻度の問題が生じる。例えば、海外には、乗り継ぎ改善を重視することで成功を取

めた鉄道政策も存在する¹⁰⁾¹¹⁾。

本研究では、これら幹線鉄道網計画の特徴を考慮し、以下の各点に配慮して分析を行う。

- ① 都市間交通では乗車時間だけでなく、運行頻度や乗り継ぎも、移動の実質的な利便性に影響を与えるため、これを考慮する。
- ② 個々の路線の評価をおこなっても、必ずしも最適なネットワーク形成にはつながらないので、ネットワーク全体を評価するような方法を採用する。
- ③ 長期計画であるので、計画途上で取り巻く環境が変化した場合であっても、無駄の少ない計画とはどのようなものかについて考察する。

(3) 幹線鉄道の整備と運営に対する本研究の立場

現在、わが国の幹線鉄道網は旧国鉄から民営化された複数の鉄道会社により運営されており、特に本州の三社については2001年以降、「旅客鉄道株式会社及び日本貨物鉄道株式会社に関する法律」の適用から外れ、完全に民営化されている。しかし、わが国における幹線鉄道事業は地域独占を認められた許認可事業であるとともに資金調達の問題から、各社が自由に路線を建設し、改良しているというわけではない。民営化以降、JR各社の業績が向上し、各種の事業投資を自由に行っているように見えるが、その大部分は大都市近郊輸送か関連事業であり、幹線系の運輸事業については、バスや航空ほどの自由度は無い。

既設新幹線では、高性能車両への更新を主体とした高速化事業は各社の経営判断により行われているが、それ以外については、鉄道会社独自の事業はほとんど無い。整備新幹線などの新線は公設であり、インフラ整備を伴う在来線改良は地元主導の補助事業が大半である。最近注目を集めている中央新幹線計画ですら、資金調達は民間であるものの、事業そのものは全国新幹線鉄道整備法に従って進められている。

以上のように、わが国には自由な高速鉄道市場が存在するかに見えることもあるが、実際には自由な競争下に置かれて各社が企業利益を追求できるような状況ではなく、公共の福祉に合致する事業が推進されているに過ぎない。

このような現状を鑑みるならば、国民全体の福祉の観点でどのような幹線鉄道網が適当であるかを議論することは大変重要であり、本研究はこの議論に資することを目的としている。また、このような議論の次の段階として、理想とする幹線鉄道網を実現する手段としての財源手法や経営形態が議論されるべきであると考えられる

3. 本研究の分析内容与方法

(1) 基本的な分析の流れ

本研究の分析の流れについて説明する。

a) 基本的なケースの分析

まず、以後の分析の基本となるケースとして、路線の新設単価や改良単価および新設・改良の費用制約値を設定し、その費用設定内で最も利便性が高くなるような路線の新設および改良の組合せを遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithm: 以下、単にGA) によって探索する。人口分布については、公表されている将来人口推計値(日本の都道府県別将来推計人口[2035年の値, 2007年5月推計, 国立社会保障・人口問題研究所])を用いる。

b) 費用制約値の影響分析

本研究ではGAを用いた分析を行うが、GAは細部に至るまで実用解を探索する一方で、費用制約値の設定(あるいは路線の改良単価等の設定)に対して、各路線の選択肢の選択結果(新設・改良の内容)が鋭敏に変化する場合がある。本研究では、改良選択肢の選択結果が費用制約値に応じてどのように変化するか(あるいは、変化しないのか)について分析を行う。

c) 人口分布変化の影響分析

新設・改良の内容に大きな影響を与える要素としては、費用制約値の他に、人口分布の変化も考えられる。本研究では、現在[2005年とする]の人口分布に基づく計算結果と、公表されている将来人口推計値を用いた計算結果(基本ケース)、さらに現在から将来人口値に至る変化量がより程度が大きい場合(過度に人口減少が生じた場合)に関する計算結果とを比較して、改良選択肢の選択結果(新設・改良の内容)が受ける影響について分析を行う。

d) 計画過程の差違に関する分析

これまでのわが国の幹線鉄道網整備の歴史を振り返ってみると、東北・上越新幹線開業後の整備新幹線計画や近年の中央新幹線計画のように、財源確保が容易ではないために、効果が見込まれることがわかっても長期にわたって建設が滞るような時期もあった。そこで、本研究では整備を事実上途中で止めざるを得ない場合を想定した分析を行う。具体的には、最適となる費用制約値に対応する幹線鉄道網の姿を設定した上でその全体整備を目指す方法と、短期間で実施できる範囲で比較的小さな費用制約値を設定し、その都度最適な幹線鉄道網を目指すことを繰り返す方法とについて、計画を途中で縮小せざるを得なくなった場合の影響という視点で比較分析する。

(2) 分析対象と評価方法

本研究では、図1のような沖縄を除く都道府県を結ぶ幹線鉄道網(JR・第3セクター)を分析対象とする。また、長距離区間では単に競合する可能性があるだけでなく、航空と幹線鉄道を乗り継ぐことも希ではないため、航空路の影響も無視できない。そこで、一部の航空路(1日5往復以上の路線)も分析対象に加えた。(図1は、航空路線および北海道内札幌以东の路線については、作図を省略している。)

基本的には、先行研究¹²⁾¹³⁾と同様の計算方法を採用した。一定の費用制約値を設け、その費用制約下において実質的な移動時間が最小となるような改良対象路線・改良対象内容・運行ダイヤ設定(列車が駅を出発するタイミング)の組合せを求めることにより分析を行う。この組合せ数は極めて多数存在するため、一種のナップサック問題(一定制約下における組合せ最適化問題)ととらえ、GAを用いて解の探索をおこなった¹⁴⁾¹⁵⁾。構築される路線網の評価基準としては、列車等の乗車時間だけでなく、乗継ぎ利便性等を反映しうる指標として期待所要時間(Expected Value of Traveling Time: EVTT)を採用した¹³⁾¹⁶⁾。

主要地点間の所要時間や運行頻度については流動データの年次を考慮して2005年としたが、新幹線については、2009年末時点で着工されている区間が完成した状態を想定した。四国新幹線の海峡横断部と中央新幹線については、新設だけを考慮し、並行線の改良は考慮しない。新規に新幹線を建設できる区間としては、全国新幹線鉄道整備法における基本計画線もしくは整備計画線とし、それ以外の線区については在来線の改良だけを考慮



図1 分析対象とした幹線鉄道網

した。

EVTT の計測代表地点としては、各都道府県の県庁所在都市の代表駅とし、北海道は全国幹線旅客純流動調査にあわせて四分分割している。

なお、本研究は利用者数や機関分担率を予測するようなモデル分析ではなく、幹線鉄道への資金投入に対して如何にネットワークの利便性を高められるかについて、所要時間の観点から分析したものである。したがって、料金の引き下げや無料化が検討されている高速道路や低料金的高速バスの影響を分析することは研究目的外であり、結論を不明瞭にすると考えられる。また、たとえこれらを考慮したとしても、本研究では料金水準を反映できる分析の枠組みを用いていないので、考慮外とした。

(3) 基本的な計算方法

費用制約下における組合せ最適化問題を扱うため、改良単価や建設単価が結果に影響を与えるが、本研究では、在来線の改良単価を表1、新線の建設単価および新幹線の高速化の単価を表2のように設定した。表1および表2は文献13)と同じ設定である。また、より実際の整備に近くなるように、次の基準を用いた。この基準についても、文献13)と同じ設定である。

- 改良対象路線が曲線を高速走行できる振子式車両を使用している場合、同様の車両を使用する路線データを使用する。そうでない場合は、制限なし。
- 近年は動力方式が速度に与える影響が小さいので、改良対象の電化・非電化の別は選択肢の採否に影響させない。ただし、対象路線が非電化で、採用しようとしている表1上の事例が電化を前提としている場合は、電化費用を加算する。電化は改良区間長にかかわらず、区間全体を電化する。
- なるべく類似のケースを参考とするために、改良対象路線の「表定速度+10%」を計算し、これ以下の表定速度となっている路線データを使用する。
- 過大な速度とならないようにするため、改良後の表定速度は、選択肢の速度向上幅を加算するか、選択肢の改良後表定速度かのどちらか小さい方を採用。
- 直接的に速度に影響しないため、単線・複線の別は選択肢採否の条件にしない。ただし、必要に応じて線増費用等を計上する。
- 新線建設はいかなる場合も選択可能とするが、260km/h 以上の新線(フル規格新幹線)は全幹法に示された区間(実質的に並行してる区間であり、路線名称にはこだわらない)のみとする。ただし、それ以外の路線における160km/hの新線建設は可能とする。

g) 大都市近郊区間では、在来線の改良を行わない。

h) 東海道新幹線の改良は原則として行わない。ただし、京都-米原間については、高速化の検討が行われているので、改良を可能とする。

これらをもとに、分析対象路線(幹線鉄道+航空路)それぞれについて、表3のように、5分の整数倍から乗継ぎ時間の2分(新幹線と在来線との乗継ぎの場合は7分)を減じた所要時間となるような選択肢を作成した。選択肢の作成方法は、文献13)と同じである。改良の程度を離散的な値にするとともに、各交通結節点における列車の出発時刻を5分刻みで変化させ、その組合せの中から、次式で計算される費用が設定値以下であり、かつ評価値(都道府県間の幹線旅客純流動量[2005年, 秋期平日, 鉄

表1 在来線の改良単価設定

改良前の条件	改良後の条件	キロ単価	参考事例
単:電:振:表定速度 複:化:子:速度 km/h	単:電:振:表定速度 複:化:子:速度 km/h	億円	
単:電:振:51.5	単:電:振:69.7	0.64	紀勢線白浜以南高速化試算
" " " 51.5	" " 非:96.8	13.45	同、ミニ新幹線化(路線付替)
複:" " 85.5	複:" 振:92.0	0.13	阪和線高速化試算
" " " 86.7	" " " 98.9	0.81	紀勢線白浜以北高速化試算
" " " 86.7	" " 非:115.1	12.36	同、ミニ新幹線化(路線付替)
" " " 94.6	" " 振:106.2	5.60	高尾-甲府130km/h化試算
" " " 94.6	" " " 123.1	20.13	同、160km/h化試算
単:非:非:46.3	単:非:非:56.8	0.21	津山線高速化事業
" " " 57.4	" 電:" 67.9	2.02	山陰線・園部-福知山改良
" " " 58.8	" 非:" 68.8	0.14	宮福線高速化試算(KTR車)
" " " 58.8	" 電:振:90.4	1.88	同、(651系電車)
" " " 58.8	" " 非:78.7	1.30	同、(485系電車)
" " " 63.2	" " " 83.0	5.87	北越急行130km/h運転試算
" " " 63.2	" " " 105.0	5.37	同、160km/h運転試算
" " " 66.2	" 非:振:73.7	0.10	中村線高速化事業
" " " 68.3	" " " 88.6	0.41	智頭急行130km/h(気動車)
" " " 68.3	" 電:" 92.9	1.22	同、(381系電車)
" " " 68.3	" " " 100.5	2.09	同、160km/h運転試算
複:電:" 68.8	複:" 非:87.1	4.82	山形新幹線
単:" " 68.8	単:" " 83.7	0.29	日豊線(延岡-宮崎)改良
" " " 71.4	" " " 90.9	4.65	秋田新幹線
" 非:" 72.4	" 非:振:81.6	0.74	高德線(高松-徳島)改良
" 電:" 72.4	" 電:非:99.7	4.65	山形新幹線延伸
複:" " 78.8	複:" " 85.5	1.57	白新線・羽越線高速化試算
単:非:" 79.5	単:非:振:97.6	0.32	山陰線(鳥取-米子)高速化
複:電:" 85.4	複:電:" 100.5	0.19	日豊線(大分以北)高速化

表2 新線建設・新幹線速度向上費用の単価設定

	億円/Km	表定速度(Km/h)	備考
新線建設130km/h	29.30	91.9	複線電化[延長10.0km以上]
新線建設160km/h	35.95	113.1	複線電化[延長12.3km以上]
新線建設260km/h	58.18	213.3	フル規格新幹線[延長20.0km以上]
新線建設300km/h	61.29	253.4	フル規格新幹線[延長23.1km以上]
新線建設320km/h	62.84	273.5	フル規格新幹線[延長24.6km以上]
新線建設350km/h	65.17	303.5	フル規格新幹線[延長26.9km以上]
新線建設500km/h	188.88	453.9	リニア新幹線
新幹線高速化	0.78	+10.1	最高速度の向上幅10km/hあたり

表3 山陰線(鳥取-米子)の改良選択肢(例)

番	分	億円	改良後の状態	改良長(km)	参考事例
1	62	0	単線, 非電化, 振子	0	基本
2	58	117.0	単線, 電化, 振子	64.4	紀勢線白浜以北高速化
3	53	468.7	単線, 電化, 非振子	61.0	同、ミニ新幹線化試算
4	48	964.8	単線, 電化, 振子	86.8	高尾-甲府160km/h 試算
5	27	5393.3	複線, 電化, 非振子	92.7	260Km/h 新線
6	22	5681.6	複線, 電化, 非振子	92.7	300Km/h 新線
7	19	6041.3	複線, 電化, 非振子	92.7	350Km/h 新線

道+航空)×EVTTの総和)が最小となるものをGAを使用した計算システムで探索した。

$$c \geq \sum_i (LIC_{in}) \quad [1]$$

c : 費用制約値
 LIC_{in} : 区間iにおける改良選択肢がn番の場合の改良費用(例えば、表3の「費用」欄の値)

探索は文献15)の方法に倣い、同じ条件で10回繰り返し探索を行った後、各結果を用いて再度探索する方法で計算時間の短縮と精度向上を図った。各路線の運行周期は60分を基本とし、最低毎時1本運行とした。すでに毎時1本以上運行されている区間については、現状と同本数とした。

4. 費用制約値(および単価)の影響に関する分析

(1) 基本ケースに関する計算結果について

図2は、各費用制約値に対する評価値(区間旅客純流動量×EVTTの総和で、次式により計算される)が現状(2005年のネットワークの場合)を基準にどれだけ短縮したか(総所要時間短縮量)を示したものである。EVTTは列車や航空便等の乗車時間・運行頻度・乗り継ぎ利便性などを総合的に考慮できる指標である。所要時間に関する指標であり、運賃や快適性などについては考慮されていない。計算途上における経路選択は確定的であり、ロジックモデルのように確率的に経路選択するものではない。EVTTの定義については、多数の先行研究¹³⁾⁻¹⁶⁾において示されており、本研究もそれらと同じ定義により計測した。

$$fc = \sum_i \sum_j (A_{ij} EVTT_{ij}) \quad [2]$$

fc : 費用制約値cに対する評価値
 (小さいほど良い)

A_{ij} : ij間の旅客純流動
 EVTT_{ij} : ij間のEVTT

地域間の旅客流動量としては、全国幹線旅客純流動調査(2005年)の流動量(鉄道と航空の合計、秋期平日)を用いた。人口分布は将来人口推計値を用いたが、本研究では、旅客流動のパターンが大きく変化しないと仮定し、現在パターン法(デトロイト法)で将来人口に対応する都

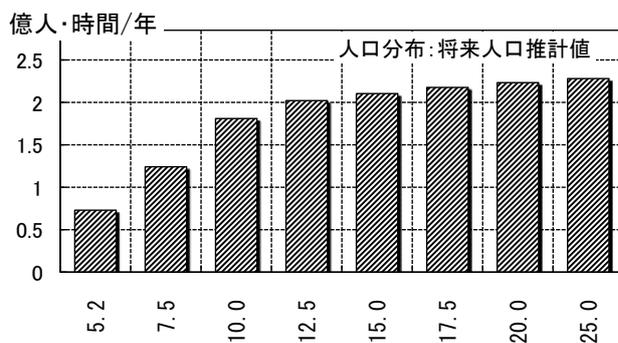


図2 費用制約値と総時間短縮量(fc) (兆円)

道府県間の旅客流動量を計算した。旅客流動のパターンが大きく変化しないと仮定した理由としては、近年のわが国は低成長時代であり、新たな機能を持った都市が出現するような事態が考えにくい状況にあるからである。

費用制約値については、すでに現時点において中央新幹線(リニア新幹線)の東京-名古屋間について運行予定の鉄道会社が建設の意思を表明していることから、この区間の整備を前提として分析するとともに、5.2兆円を最小値とし、図2の横軸のように費用制約値を7.5兆円、10兆円...20兆円、25兆円としている。費用制約値は主として2.5兆円間隔としているが、これはわが国の幹線鉄道への投資額を参考にしたものである。わが国の幹線鉄道の整備費用は、整備新幹線の事業費と幹線鉄道等活性化事業をあわせて、平成22年度予算ベースで約2,640億円であり¹⁷⁾、2.5兆円は約9.5年分になる。

計算の結果、費用制約値が大きくなるほど総所要時間短縮量(fc)は増大するが、費用制約値12.5兆円付近を境に急速に伸びが鈍化し、ほぼ頭打ち状態となる。

(2) 費用制約値が整備内容に与える影響

表4は、各費用制約値に対する計算結果について、主要路線の主要区間ごとに、その概略を示したものである。●印は160km/h以上で連続運転できる高速新線(フル規格新幹線やリニア新幹線を含む)の建設であり、建設延長が区間長の2/3以上のもの、▲印は2/3未満のものである。また、○印は在来線改良であり、改良延長が区間長の2/3以上のもの、△印は2/3未満のものである。＝印は無改良を示す。「▲△」など、複数記号併記は、各条件を両方とも満たしている。

一般的に費用制約値が大きいほど新幹線等の高速新線の建設が数多く実施される傾向にあるが、費用によらず整備内容がほとんど変化しない路線と、費用変化に応じて整備内容が変化する路線がある。

整備内容が大きく変化しない路線で、整備の水準が比較的高い路線としては、田沢湖線(秋田新幹線)や常磐線、北陸新幹線の金沢-敦賀間、北陸・中京新幹線、中央新幹

表4 費用制約値と整備内容 (人口分布：将来人口)

主な路線と区間	費用制約値(兆円)							
	5.2	7.5	10	12.5	15	17.5	20	25
北海道(幹) 旭川 - 札幌	=	=	=	△	△	●	●	●
北海道(幹) 札幌 - 函館	=	△	△	△	△	△	△	○
北海道南回り(幹)	=	▲△	▲△	▲△	▲△	▲	▲	▲△
羽越(幹) 青森 - 秋田	=	○	○	○	△	○	○	△
羽越(幹) 秋田 - 新潟	=	○	△	○	△	○	○	○
羽越(幹) 長岡 - 上越	=	△	△	=	△	△	△	△
田沢湖線	=	○	△	○	○	○	○	○
奥羽(幹) 山形 - 秋田	=	○	○	○	○	△	○	▲△
奥羽(幹) 福島 - 山形	=	○	○	○	●	○	●	●
常磐線水戸以北	=	△	△	○	○	○	○	○
常磐線水戸以南	=	△	=	●	●	●	●	●
北陸(幹) 金沢 - 敦賀	=	▲	△	●	●	●	●	●
北陸(幹) 敦賀 - 大阪	=	=	=	=	=	●	●	●
北陸・中京(幹)	=	○	○	●	●	●	●	●
湖西線	=	=	=	=	=	=	=	●
中央(幹) 東京 - 名古屋	●	●	●	●	●	●	●	●
中央(幹) 名古屋 - 大阪	=	=	●	●	●	●	●	●
山陰(幹) 鳥取以東	=	△	△	△	△	△	○	○
山陰(幹) 鳥取 - 松江	=	△	△	△	▲△	▲△	▲○	▲○
山陰(幹) 松江以西	=	△	▲△	▲△	▲△	▲△	▲△	▲△
中国横断(幹)	=	=	=	=	▲	●	●	●
四国横断(幹) 坂出以北	=	●	●	●	●	●	●	●
四国横断(幹) 坂出以南	=	=	=	=	△	=	△	▲△
四国(幹) 大阪 - 徳島	=	=	=	=	=	●	●	●
四国(幹) 徳島 - 松山	=	○	△	▲○	▲○	▲△	▲○	●
四国(幹) 松山 - 大分	=	=	=	=	=	=	=	△
東九州(幹) 大分以北	=	△	△	△	●	●	●	●
東九州(幹) 大分以南	=	○	△	○	○	○	○	○
九州横断(幹)	=	△	△	△	△	△	△	△
九州(幹) 長崎ルート	=	△	=	▲	▲	▲	●	●
整備単価増(+20%) [兆円]	6.2	9	12	15	18	21	24	30
整備単価減(-20%) [兆円]	4.2	6	8	10	12	14	16	20

備考：(幹)…新幹線、=…無改良、●…区間の大部分に高速新線を建設、▲…区間の一部に高速新線(160km/h以上)を建設、○…区間の大部分で在来線改良、△…在来線の一部改良

線(リニア新幹線)、四国横断新幹線の坂出以北(瀬戸大橋区間を含む)などが挙げられる。これらは他路線に比べて、比較的利用者の多い区間であるが、これら路線においても多少整備内容は変化しており、その変化は、多くの場合、費用制約値 10 兆円付近となっている。この付近では、建設費の大きい中央新幹線が建設されている。本研究では一種のナップサック問題として路線網を分析しており、財源の負担者や地域バランス等は考慮していないため、中央新幹線の整備内容が他路線に使用できる費用を大きく変化させたことが影響しているものと考えられる。また、中央新幹線は他路線に比べて極めて速度が高いため、中央新幹線へのアクセスとして機能する可能性のある北陸新幹線や北陸・中京新幹線、常磐線等の路線で、影響がより大きくなったと考えられる。

一方、整備内容が変化しやすかった路線としては、北海道内の路線や北日本の日本海側の路線、山陰地域の路

線、四国内の路線などが挙げられる。これら路線では、費用制約値が大きい方が、整備内容が低くなるという逆転現象も一部で見られる。これは、本研究が費用制約下における組合せ最適化問題(ナップサック問題)を解くという方法で分析しているからである。費用制約値をより大きくした場合、一部の整備プロジェクトの実施を取りやめたり整備水準を下げることで、費用はかかるが、より効果の大きい他路線の整備に振り向けるということが可能となる場合がある。また、交通ネットワークを取り扱っているため、関連するリンクの状態の影響を受ける場合もある。整備が取りやめになったり整備水準が下げられた路線だけに着目すれば、費用制約値が大きい方が、整備内容が低くなるという逆転現象が生じることがある。

なお、この表に示された結果はそれぞれ独立に計算された結果であるため、例えば費用制約値 15 兆円の整備内容は費用制約値 12.5 兆円の整備内容を前提として計算されているわけではない。

このように、幹線鉄道網整備では費用制約値、すなわち最終的に路線網全体に投入する費用の大小によって路線ごとの整備内容の組合せが変化する。したがって、実際に幹線鉄道網を構築する際には、目標とする費用制約値を決めるとともに、それに対応した路線網の全体像を確定した上で整備を開始する必要があると考えられる。もし、最終的に路線網全体に投入する費用が不確定で目標とする路線網の姿が曖昧なまま整備を開始してしまった場合、当初は効率的に機能していた施設がその後不要になるような事態が生じうる。また、社会情勢変化により路線網全体に投じることができる費用が予期せず変化してしまう可能性を考慮するならば、費用制約値に対する整備内容の変化が鈍い路線から順に整備着手するなどの対応も有効であると考えられる。

(3) 整備単価設定の影響について

路線の改良や建設に要する単価が変化すると、形成される路線網も変化する。しかし、単価と路線網全体の費用の関係は相対的なものであり、例えば通常の単価に対する 10 兆円の路線網と、単価が全体的に 2 割上昇した場合における 12 兆円の路線網は、同じ内容になるはずである。単価が 2 割上昇した場合および 2 割下降した場合については、表 4 の下側に示した費用制約値が対応する。すなわち、整備単価の変動という要因については、前節で述べた「路線網全体に投じることができる費用が予期せず変化してしまう」事態と実質的に同義であると考えられる。すなわち、整備単価が予期せず上昇する事態は、費用制約値が予期せず低くなる事態と同様に

取り扱うことができる。

(4) 航空路線考慮の影響について

本研究では、一部の航空路線を考慮して分析したが、航空路線を考慮したことによる影響はほとんど無かった。この理由としては、次のような理由が考えられる。

- a) 新幹線で2~3時間程度までの中距離帯以下では、そもそも航空路線がほとんど無い。
- b) 新幹線整備などが新規に行われることによって鉄道と航空が競合するようになる区間では、現状では航空による旅客流動があまり多くはないため、[2]式で計算される評価値への影響が小さい。
- c) 長距離帯では、たとえ新幹線を整備したとしても、本研究のような所要時間に基づく分析では、依然として航空便の方が早く着く場合が多く、EVTTの計測結果が変化しないため、評価値に影響しない。

5. 人口分布の影響に関する分析

(1) 計算方法について

本章では人口分布の違いによる影響を分析する。本研究の基本ケースでは、人口減少が進行することを織り込んだ将来人口推計値を用いているが、本章では、人口減少が進まなかった場合の分布として現在の人口(2005年度の国勢調査人口)を使った場合の計算を行うとともに、基本ケースよりも人口減少が1.5倍過度に進んだケースとして、各都道府県人口を以下の式で計算した人口となった場合について計算した。

$$P^{(\text{strong})}_i = P^{(2005)}_i + (P^{(\text{future})}_i - P^{(2005)}_i) \times 1.5 \quad [3]$$

$P^{(\text{strong})}_i$: 人口減少が過度に進んだ場合の地域 i の人口

$P^{(2005)}_i$: 地域 i の 2005 年度国勢調査人口

$P^{(\text{future})}_i$: 地域 i の将来人口推計値(2035年)

以下、2005年の国勢調査人口による計算結果を「2005年」、将来人口推計値で計算した基本ケースを「将来人口」、過度に進んだケースを「強減少」と記す。

「強減少」に関しては、基本ケースである「将来人口」と同じく、都道府県間の旅客流動量をデトロイト法で計算した。以後の評価値計算については、「2005年」「将来人口」「強減少」のいずれも第4章の[2]の方法を用いた。

(2) 将来人口推計値の傾向について

使用した将来人口推計値は2035年に対するものであるが、全国の人口は2005年比86.6%であり、東京と沖縄を除く全ての道府県で人口が減少している。最も人口減少の程度が大きいのは秋田県であり、2005年比68.3%である。地方別では、関東地方が2005年比93.7%、中京

3県が90.5%であるのに対し、東北が2005年比77.1%、四国が77.0%と減少の程度が大きい。

(3) 人口分布の変化が整備内容に与える影響について

本節では人口分布の違いが整備内容に与える影響について考察するが、すべての費用制約値について分析を行うと極めて煩雑であるため、比較的費用対効果の大きかった費用制約値に関する分析を行う。そこで、本節では総所要時間短縮量(式[2]により計算される評価値fc)の一定期間累積値を金額換算し(以下、この値のことを「時間短縮量換算値」と表現)、ここから整備費用を差し引いた値(以下、「短縮量費用差」と表現)を使って分析する。この短縮量費用差は運賃変化や需要量の増減、運行コストの変化等を考慮していないので厳密な意味での便益額ではないが、各種コストや流動量に変化が無いと仮定した場合における、投じた費用でどれだけの時間短縮を得ることができるかという指標として使用できる。

総所要時間の短縮量(評価値fc)を文献2)を参考に1分あたり69.4円の率で時間短縮便益に変換するとともに、これを一定期間分を累計した。本研究では文献18)において便益の計算期間が30年および50年とされていることを参考に、累計期間を40年とした。図3は以上の方法でfcから「時間短縮量換算値」および「短縮量費用差」を計算して図示したものであり、細線は「時間短縮量換算値」に関するもの、太線は「短縮量費用差」に関するものである。また、一点鎖線は両者ともに「2005年」に関するもの、実線は「将来人口」に関するもの、点線は「強減少」に関するものである。なお、「2005年」と「強減少」については、費用制約値7.5~17.5兆円の範囲で計算した。

図3では、「時間短縮量換算値」はいずれの人口分布で計算した結果も費用制約値が12.5兆円付近を境に急速に伸びが鈍化している。「短縮量費用差」についても、いずれの人口分布で計算した結果も、最大値の値こそ違っても、12.5兆円の時が最大である。すなわち、「短縮量

時間短縮量換算値 または 短縮量費用差 (兆円)

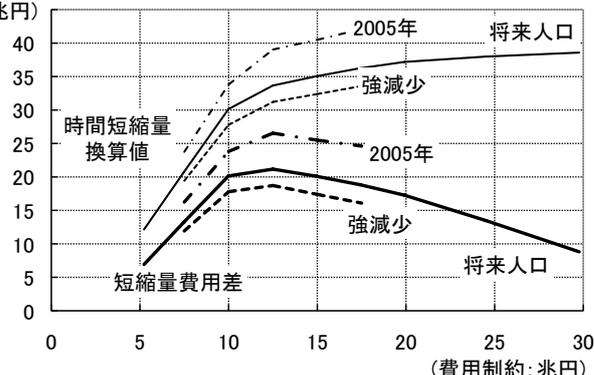


図3 人口分布が与える影響

費用差」が最大となる費用制約値は人口分布に対して感度が鈍く、幹線鉄道網計画に投じる目標投資額の設定がしやすいと考えられる。

表5は、この費用制約値12.5兆円の時の各人口分布に対する整備内容の概要をまとめたものである。表中の記号は表4と同じである。表に表現できない詳細な計算結果は若干異なっているものの、表5に示された計算の前提となる人口分布に対する整備内容の差異は小さく、目標とすべき幹線鉄道網の整備内容の設定は比較的容易であると考えられる。

詳細に見ると、人口分布によって結果が変化することが多かったのは、北海道、東北、山陰、四国などである。これらは比較的人口減少の程度が大きいと推計されている地域である。逆に、常磐線（水戸以南）、北陸新幹線、北陸・中京新幹線、中央新幹線、四国横断新幹線（坂出以北）などでは整備内容の変化がほとんど無かった。

なお、表5において整備内容が変化する理由としては、表4に対する説明と同様、本研究が組合せ最適化問

題を取り扱っているからである。人口分布が変化した場合、全国的に見て相対的に人口が少ない地域での整備水準を下げ、相対的に人口の多い地域での整備水準を上げた方が、全体的には評価値が改善される場合がある。ただし、組合せ問題であるため、人口の増減の傾向に対して、整備内容が単調に変化するとは限らない。

6. 計画過程の差異に関する分析

(1) 幹線鉄道計画に求められる要件について

本研究の冒頭でも述べたように、幹線鉄道計画の実施には長期を要する。また、個々の幹線鉄道整備プロジェクトは、ひとたび実施に移されると整備費用が多額なために中止という方法を事実上選択しにくいことも多い。このため、計画途上で再評価を行って計画の変更が生じた場合にも、出戻り作業が少ない柔軟さを残した計画の立案が必要とされる。しかしながら、幹線鉄道網は路線網全体で機能を発揮するものであるため、小規模な計画を立て、その都度最適なプロジェクトを選択するという方法を採用すると、結果的には非効率な整備過程となってしまう可能性がある。

(2) 計画過程に関する比較分析の方法

本章では、次の2種類の計画過程に関して分析を行い、幹線鉄道網構築に関する計画過程の考察を行う。図4にこれらの計画過程のイメージを示す。

- a) 戦略的計画は、図4の上側のように、まず現状をもとに最適な幹線鉄道網を最終形として想定し、最終形を構成するプロジェクト群の中から当面の実施区間を選ぶ方法である。計画実施の途中段階では、必ずしも直前の段階に対しての最適プロジェクトが選択されているわけではない（すなわち、[2]式で計算される評価値が最小化されない）。
- b) 逐次計画は、図4の下側のように、小規模な計画を段階的に繰り返し行う方法である。比較的少額の費用制約に基づき、比較的短い期間内に実施可能なあらゆるプロジェクトのうち、直前の段階に対する最適なプロジェクト群を選択するという方法を繰り返す方法である。

(3) 戦略的計画に関する考察

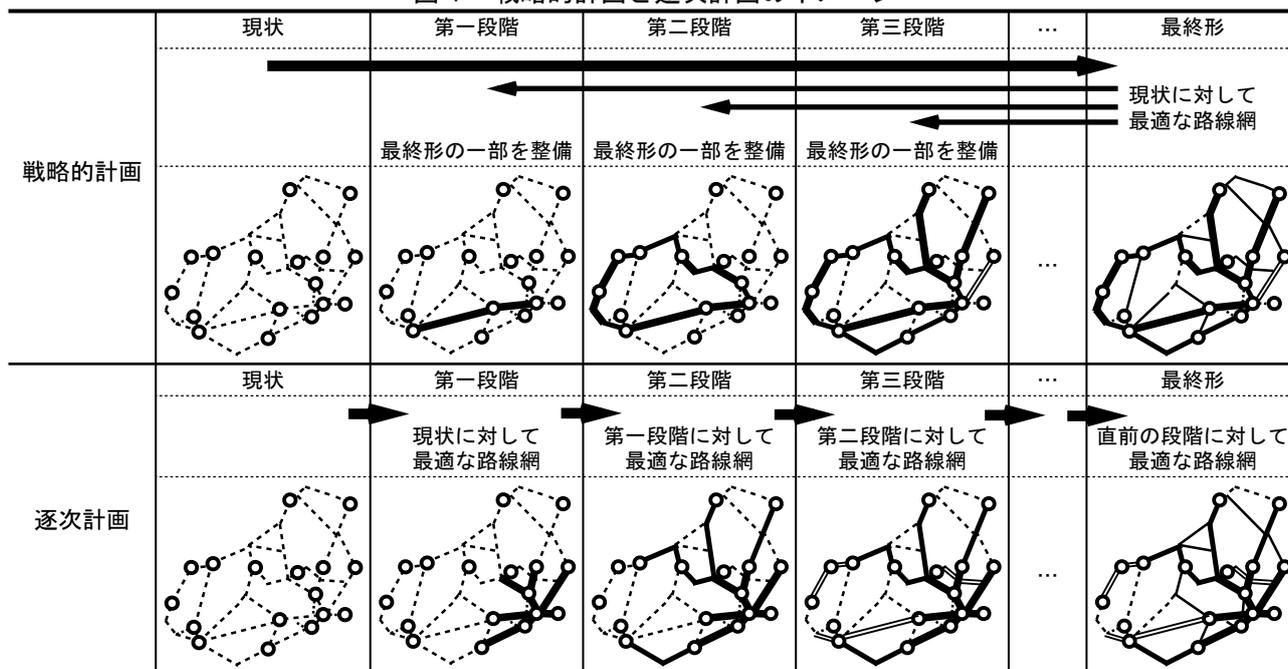
図5は戦略的計画に関する分析を行うために作成したものである。「リニア無しから探索」とは、図1に示した現状の幹線鉄道網をもとに、2.5兆円、5兆円、7.5兆円…と費用制約値を増やしてゆき、それに対応する「時間短縮量換算値」と「短縮量費用差」とを計算して図示し

表5 人口分布と整備内容（費用制約値：12.5兆円）

主な路線と区間	人口分布		
	2005年	将来人口	強減少
北海道(幹)旭川-札幌	△	△	△
北海道(幹)札幌-函館	○	△	△
北海道南回り(幹)	▲	▲△	▲△
羽越(幹)青森-秋田	○	○	○
羽越(幹)秋田-新潟	△	○	○
羽越(幹)長岡-上越	△	=	△
田沢湖線	○	○	○
奥羽(幹)山形-秋田	○	○	○
奥羽(幹)福島-山形	○	○	○
常磐線水戸以北	△	○	○
常磐線水戸以南	●	●	●
北陸(幹)金沢-敦賀	●	●	●
北陸(幹)敦賀-大阪	=	=	=
北陸・中京(幹)	●	●	●
湖西線	=	=	=
中央(幹)東京-名古屋	●	●	●
中央(幹)名古屋-大阪	●	●	●
山陰(幹)鳥取以東	△	△	○
山陰(幹)鳥取-松江	△	△	=
山陰(幹)松江以西	▲△	▲△	▲△
中国横断(幹)	=	=	=
四国横断(幹)坂出以北	●	●	●
四国横断(幹)坂出以南	=	=	=
四国(幹)大阪-徳島	=	=	=
四国(幹)徳島-松山	▲△	▲○	▲○
四国(幹)松山-大分	=	=	=
東九州(幹)大分以上	△	△	△
東九州(幹)大分以南	○	○	○
九州横断(幹)	△	△	△
九州(幹)長崎ルート	▲	▲	▲△

備考：(幹)…新幹線、=…無改良、●…区間の大部分に高速新線を建設、▲…区間の一部に高速新線(160km/h以上)を建設、○…区間の大部分で在来線改良、△…在来線の一部改良

図4 戦略的計画と逐次計画のイメージ



たものであり、左下から一点鎖線で示されている。細線は「時間短縮量換算値」に関するものであり、太線は「短縮量費用差」に関するものである。一方、「リニア有りから探索」とは本研究の基本ケースそのものである。鉄道会社が建設の意思を示している中央新幹線の東京 - 名古屋間の存在を前提として探索した結果であり、実線で示される。この区間の建設費が約 5.2 兆円であるため、グラフは図中に●印で示した 5.2 兆円の位置から始まっている実線である。図のように、別個に計算したにもかかわらず、両者のグラフはほぼ完全に一致し、一点鎖線と実線が重なっている。なお、人口分布は両者とも将来人口推計値を用いている。

「リニア無しから探索」における中央新幹線の建設については、費用制約値 5 兆円の場合は名古屋 - 大阪間だけ、7.5 兆円の場合は東京 - 名古屋間だけをそれぞれ建設するのが適当と探索されているが、10 兆円以上の場合には全区間建設という探索結果になっている。このため、「リニア有りから探索」に必ず含まれている中央新幹線の東京 - 名古屋間については、「リニア無しから探索」の 7.5 兆円以上の制約値の場合全てに含まれている。

このことは計画過程に関して何を意味するかというと、最終的な幹線鉄道網の形態が、例えば 12.5 兆円に対応するものとなろうと、意図せず 7.5 兆円で止めざるを得なくなろうと、中央新幹線の東京 - 名古屋間の建設を無駄にすることなく各費用制約値に対応する最適幹線鉄道網に到達可能であるということを意味する。すなわち、最終的な幹線鉄道網の形態を想定した上で、それを構成する整備プロジェクトの中から、本稿第 4 章 (2) で考察したような「費用に対する整備内容の変化が鈍い路

線から順に整備着手する」という戦略を採用することが有効であると考えられる。

(3) 逐次計画に関する考察

図 6 は逐次計画に関する分析を行うために作成したものである。図の実線で示された「戦略的計画」とは図 4 における「リニア有りから探索」と同じであり、本研究の基本ケースである。また、点線で示された「逐次計画」とは、費用制約値 5.2 兆円 (中央新幹線の東京 - 名古屋間のみ) の状態をもとに、費用制約値 7.5 兆円 (上記区間を含む) における最適な幹線鉄道網を探索する。以下 7.5 兆円の幹線鉄道網の状態をもとに 10 兆円の状態を、10 兆円の状態をもとに 12.5 兆円の状態を…と逐次最適な状態を探索した。費用制約値の増分幅の設定については、第 4 章 (1) の考え方と同じである。「戦略的計画」「逐次計画」ともに、細線は「時間短縮量換算値」に関するものであり、太線は「短縮量費用差」に関するものである。

図 6 のように、費用制約値 7.5 兆円については戦略的計画とほぼ同じ時間短縮量換算値になっているが、10 兆円では戦略的計画に比べて時間短縮量換算値が大幅に小さくなる。12.5 兆円を過ぎると、短縮量費用差の値がいったん低下し始めるため、計画をここで中止するという判断がなされる可能性もある。そのまま逐次計画によって整備を続けると 15 兆円の時に中央新幹線の奈良 - 大阪間が建設され、17.5 兆円の時に名古屋 - 奈良間が建設されることで中央新幹線が全通し、戦略的計画の結果に概ね追いつく。しかし、時間短縮量換算値を見ると、逐次計画の 17.5 兆円に対する値と戦略的計画の 15 兆円

時間短縮量換算値 または 短縮量費用差
(兆円)

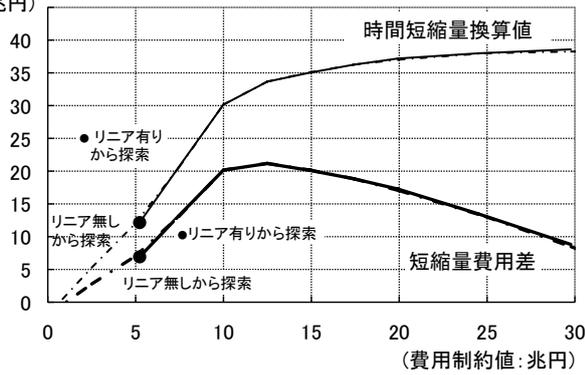


図5 戦略的計画に関する分析

時間短縮量換算値 または 短縮量費用差

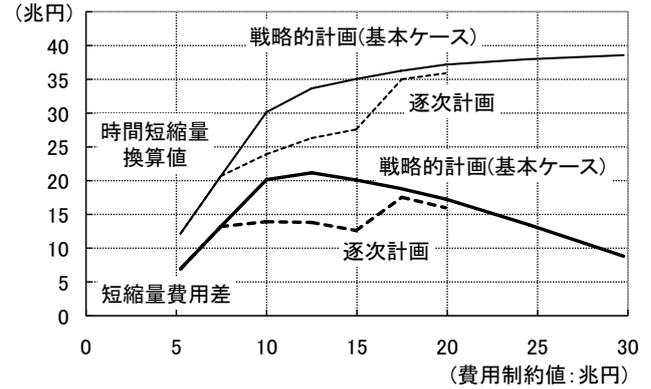


図6 逐次計画に関する分析

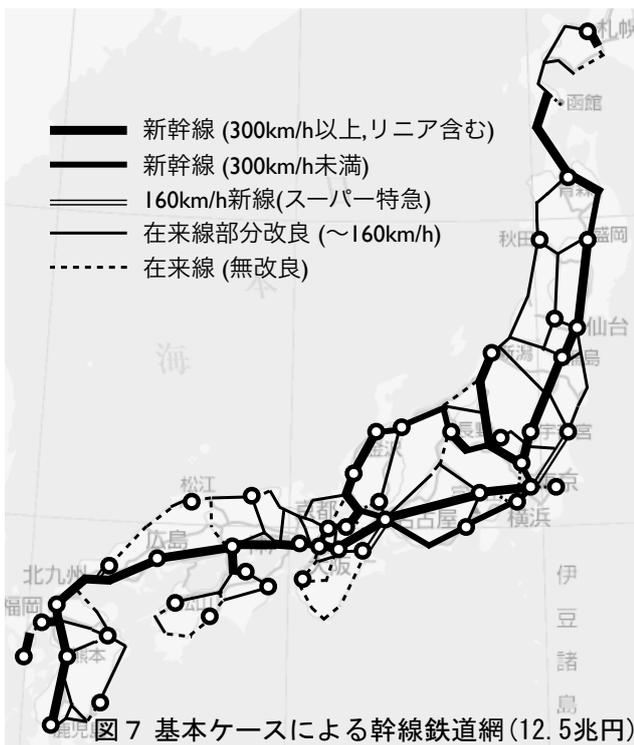


図7 基本ケースによる幹線鉄道網(12.5兆円)

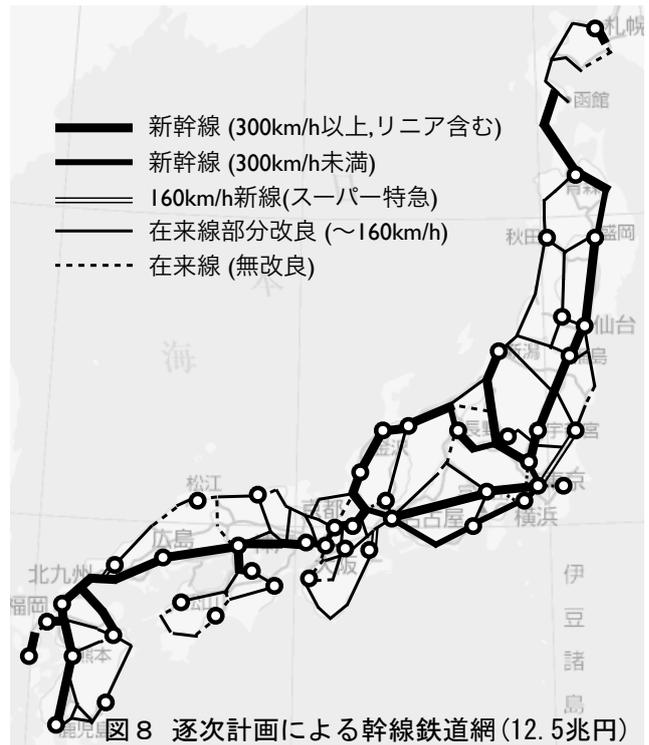


図8 逐次計画による幹線鉄道網(12.5兆円)

に対する値がほぼ同じであり、逐次計画を採用することで約2.5兆円の無駄が生じる可能性があることがわかる。

なお、本研究では費用制約値の増分幅を2.5兆円に設定したが、この値を例えば5兆円などの大きな値に設定することも考えられる。増分幅が大きい場合、整備費用の大きなプロジェクトが即座に採用されやすくなり、その結果、逐次計画と戦略的計画の分析結果が似通う可能性は高い。しかし、第4章(1)で説明したわが国の幹線鉄道への投資状況を考慮すると、5兆円は幹線鉄道整備費用の約20年分になり、そのような大きな増分幅では、もはや逐次計画とは言えない。つまり、大きな増分幅の採用をすると、計画過程の適切な比較ができなくなると考えられる。

図7は基本ケース(戦略的計画)における12.5兆円の費用制約値の場合の路線網、図8は逐次計画による12.5

兆円に対応する路線網である。両者はよく似ているが、中央新幹線の名古屋-大阪間および東九州新幹線の小倉-大分間の状態が異なっており、これが時間短縮量換算値に大きく影響しているものと考えられる。

7. おわりに

(1) 今後の我が国の幹線鉄道網計画に関する考察

本研究の分析結果をまとめるとともに、今後の幹線鉄道網計画に関して考察すると、次のようになる。

期待所要時間を指標として幹線鉄道網を評価した場合、図3に示されるように、費用制約値12.5兆円の時に時間短縮量の総量を金額換算して一定期間累積したもの(時間短縮量換算値)から整備費用を差し引いた値(短縮量費用差)が最大になることがわかった。この値については、人口分布の変更に関しての感度が鈍く、整備内容

も大きくは変わらないため、目標額として安定していることがわかった。

第6章の分析の結果では、図6に示されるように、短期的な計画(比較的少額の費用制約に基づく路線網整備)を繰り返し行う逐次的な計画を実施するよりは、目標とする路線網の全体像を確定した上で整備を行う戦略的な計画の方が短縮量費用差の最大値は大きく、戦略的な計画は逐次的な計画よりも効率的である。

路線ごとの整備内容については表4に示されるように、費用制約値、すなわち最終的に路線網全体に投入できる費用の大小によって変化する。実際に幹線鉄道網を整備しようとする、即座に完成できるわけではないため、社会環境が大きく変化してしまうと、途中で余儀なく計画を縮小して投入費用を減じたり、長期にわたって中断したりせざるを得ないことがある。このような状況が発生しうることを考慮すると、整備の順序に関しては、戦略的計画を採用した上で、費用変化に対する整備内容の変化の感度が鈍い路線から順に整備着手するのが適切である。これにより、図5に関する分析のように、不必要な整備を回避しながら、新しい費用制約値に対応する路線網に到達しやすくなる。

なお、このような「費用変化に対する整備内容の変化の感度が鈍い路線から順に整備着手する」という方法については、必ずしも時々刻々の状況に対応させた短期的視点からの計画に対しては最適ではない可能性がある。

以上のように、幹線鉄道網計画は短期的な視点による計画を積み重ねるのではなく、長期的計画をたてる方が、効率の観点でも、不確実性への対応の観点でも有効であると言える。

(2) 今後の研究課題

本研究では幹線鉄道網の評価指標を EVTT としたが、評価指標としては期待一般化費用(EVGC)²⁾の方が優れている。費用は原則として距離に比例するため、EVTT と EVGC では計算結果の傾向に大きな差があるとは考えにくい。例えば、北海道新幹線は並行する航空路線の運行頻度が高いため、本研究の分析結果では高速新線として全通していない。東京 - 札幌間の新幹線運賃・料金は航空路の場合に比べて正規運賃では1万円程度安くなる可能性があるため、長距離区間では費用差が無視できず、評価指標の変更により分析結果が変わる可能性がある。このような状況であるにもかかわらず、EVTT を用いた理由としては、分析手法が GA であるために計算時間が極めて多大(比較的高性能な計算機を数十台用いて数ヶ月を要する)なため、指標の高度化を行っていくことが背景がある。最近では計算の効率化の研究⁵⁾も進み、指

標計算の高度化の可能性も出てきている。

また本研究では、路線の運行頻度を固定しているが、実際には流動量に応じて運行頻度が調整されるため、これらの考慮も必要である。さらに、考慮すべき因子として整備費用と人口分布を取り上げたが、他の交通機関の存在などについても考慮が必要である。

一方、幹線鉄道整備は、人口分布および地域間の結びつきといった国土構造を長期的に変化させる可能性があり、過去における幹線鉄道整備が国土構造をどのように変化させたかを分析するとともに、今後の幹線鉄道整備が将来の国土構造にどのような影響を与えるかについて検討を行う必要もあると考えられる。

幹線鉄道網では、ネットワークを構成する個々の路線を単体で評価することが困難であるため、整備プロジェクト群全体として評価する必要がある。これは一種の政策パッケージの設定とその評価と見なすことができる。各種のリスクを考慮しながら政策パッケージを実施に移すには、どのような方法が適切であるかといった視点で、今後の幹線鉄道政策について考察を深めることも必要ではないかと考えられる。

【参考文献】

- 1) 中川大・波床正敏・加藤義彦:「交通網整備による都市間の交流可能性の変遷に関する研究」, 土木学会論文集 No. 482/IV-2, pp. 47-56, 1994
- 2) 野村友哉・青山吉隆・中川大・松中亮治・白柳博章:「EVGCを用いた都市間高速鉄道プロジェクトの便益評価に関する研究」, 土木計画学研究・論文集 Vol. 18, No. 4, pp. 627-635, 2001
- 3) 川除隆広・多々納裕一・岡田憲夫:「費用便益分析指標を基にしたプロジェクト採択リスク分析法」, 土木計画学研究・論文集 Vol. 18, No. 2, pp. 223-230, 2001
- 4) 中川大:「交通施設の計画過程とその方法論に関する研究」, 京都大学学位論文, 1989
- 5) 長谷川専・織田澤利守・小林潔司:「遅延リスクを考慮した公共事業の事前・再評価」, 土木計画学研究・論文集 Vol. 21, No. 1, pp. 63-74, 2004
- 6) 織田澤利守・小林潔司:「プロジェクトの事前評価と再評価」, 土木学会論文集 No. 737/IV-60, pp. 189-202, 2003
- 7) 青山吉隆・松中亮治・野村友哉:「大規模高速道路ネットワークの段階的整備プロセスの最適化手法とその応用」運輸政策研究 Vol. 5, No. 2, pp. 2-13, 2002
- 8) 松中亮治・柚木俊郎・青山吉隆・中川大:「わが国における高速道路ネットワークの段階的整備プロセスの事後評価」, 土木計画学研究・論文集 Vol. 20, No. 1, pp. 33-42, 2003
- 9) 松中亮治・谷口守・青山吉隆・舛岡田渡史:「高規格幹線道路網整備計画における段階的整備プロセス」, 土木学会論文集 No. 793/IV-68, pp. 13-25, 2005
- 10) SBB: Rail 2000 - A Public Transport Network for the Third Millennium, <http://mct.sbb.ch/mct/en/bahn2000-summary.pdf>
- 11) SBB: Information-Bahn2000, German, http://mct.sbb.ch/mct/infrastruktur/infrastruktur_bahnbetrieb/bahn2000.htm
- 12) 波床正敏・中川大:「幹線鉄道整備の基本方針がネットワーク形成に与える影響に関する研究」, 土木計画学研究論文集 Vol. 25, no. 2, pp. 487-498, 2008
- 13) 波床正敏・中川大:「遺伝的アルゴリズムを用いた幹線鉄道網構築分析に基づく幹線鉄道政策の課題抽出」, 土木計画学研

究論文集 Vol. 26, no. 4, pp. 763-774, 2009

- 14) 波床正敏・中川大:「GAを用いた都市間鉄道網計画策定支援システムの開発」, 2007年度土木情報利用技術論文集 Vol. 16, pp. 71-82, 2007
- 15) 波床正敏:「GAを用いた都市間鉄道網計画策定支援システムの計算効率化に関する研究」, 2009年度土木情報利用技術論文集 Vol. 18, pp. 223-234, 2009

16) 天野光三・中川大・加藤義彦・波床正敏: 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 9, pp. 69-76, 1991

17) 国土交通省:「平成 22 年度鉄道局関係予算配分概要」, <http://www.mlit.go.jp/common/000110415.pdf>, 2010. 3

18) 国土交通省:「鉄道プロジェクトの評価手法マニュアル 2005」, http://www.mlit.go.jp/tetudo/jigyo_hyoka/1.pdf, 2005

戦略的視点に基づく長期的幹線鉄道網の構築方針に関する考察*

波床 正敏**・中川 大***

本研究では、幹線鉄道網構築時の主要な不確実性の原因となる人口分布の変化や資金総額が変化した場合について、期待所要時間 (EVTT) を指標として GA による最適幹線鉄道網を計算し、どのような手順で整備すべきかについて考察した。

その結果、費用制約値 12.5 兆円の時に総時間短縮量の金額換算値を一定期間累積した値と整備費用の差が最大になることがわかった。また、12.5 兆円という値および整備内容は人口分布の変化に対しての感度が鈍く、整備目標として安定していることがわかった。計画過程については、短期的計画を逐次実施するよりは、路線網の全体像を確定した上で、費用に対する整備内容の変化の感度が鈍い路線から順に整備着手する方法が有効であると考察した。

A Study on Long-term Construction Policy of Trunk Railway Network Based on Strategic Viewpoint*

By Masatoshi HATOKO** and Dai NAKAGAWA***

Changes of population distribution or upper limit of total cost are uncertainty for building of trunk railway network. In this paper, optimized network is searched by genetic algorithm with Expected Value of Traveling Time, and a certain protocol for making the network is studied based on the calculation.

As the result, construction total of 12.5 trillion yen can make the maximum value of difference between construction cost and conversion from total resuction of EVTT. The value and combination of options are stable targets against change of population distribution. It is found that a postponement strategy of cost sensitive projects is better than a short-term sequential planning.
