

大阪産業大学論集

自然科学編

112

天野光三教授・松本 衛教授・日下浩次教授退職記念号

<論文>

- 冷却用小型軸流ファンの性能向上 ……………安達 勤・杉田 尚弘 ……(1)
- CADによる福祉自動車の設計開発 ……………前田 真正 ……(7)
- 対角距離 $\sqrt{3}d$ によるボルト・ナットの略画法
—平均相対誤差和による最適比率に基づく— ……………前田 真正 ……(13)
- 地物の位置を定めることの地域計画論的意義
—北河内地域における生活環境構成要素の定位による地域研究のために—
……………谷口 興紀 ……(23)
- 溶融亜鉛めっき摩擦面にりん酸塩処理を施した
高力ボルト摩擦接合部の繰返し荷重下での挙動
……………小端 高行・辻岡 静雄・脇山 広三 ……(35)
- 地理情報データベースシステムと河内長野市の路傍祠分布の分析
……………スニル バブ セレスタ・谷口 興紀 ……(45)
- ITSの高度化を支援するITを活用した道路施設総合監視システムについて
……………中野 雅弘 ……(79)
- 都市交通における移動体通信技術を活用した行動分析に関する研究
……………中野 雅弘 ……(93)
- 超圧力ボルトの曝露試験 ……………平井 敬二・脇山 広三・宇野 暢芳 ……(97)
- 道路デザインのための知的データベース構築に関する研究
……………福井 義員・榊原 和彦・谷口 興紀 ……(111)
- 北陸新幹線プロジェクトの進展と完成への方策
—整備新幹線の再評価— ……………波床 正敏・中川 大 ……(121)
- Nano-particles/Wires Produced by XeCl Excimer Laser Ablation of Carbon
……………草場 光博・網脇 恵章 ……(133)

2003

大阪産業大学学会

北陸新幹線プロジェクトの進展と完成への方策 —整備新幹線の再評価—

波床正敏^{*)}, 中川大^{**)}

THE RECENT PROGRESS OF HOKURIKU SHINKANSEN AND ITS WAY TO COMPLETION —A REEVALUATION OF THE CONSTRUCTING HIGH-SPEED RAIL—

Masatoshi Hatoko and Dai Nakagawa

Abstract

The Tokaido Shinkansen links Tokyo with Osaka via the south coast of Honshu, and another line, the Hokuriku Shinkansen, via the north shore was planned in '70s. It didn't go ahead for a long time, while a section from Tokyo to Nagano got open in 1997. The westward extension to Tsuruga was decided up, but the rest to Osaka is not fixed. In this paper, we analyzed construction cost, fare, traveling time, and passengers flow about each route of the three ideas as the final section. And then, we found out that there is some possibility for Maibara Route to be a good choice at the point of users' benefit or convenience. While there may be another problem of the capacity of Tokaido Shinkansen, and we examined about it.

1. はじめに

東京—大阪間を北回りで結ぶ予定の北陸新幹線は、東京から長野まで既に営業開始、金沢まで一部区間を除き工事中、敦賀まではルートが決まっているが、その先はルートが確定していない。この敦賀以西のルートについては、1999年の政府与党の政策責任者担当者会議などにおいて、湖西線の利用や米原接続を含めて議論された^{1) 2) 3) 4)}が、その後3年間は議論の具体的な進展がなかった。しかし、最近、ルート案に関する議論が再開されたようである⁵⁾。

本研究では、北陸新幹線の敦賀以西のルートについて、これまでの案である若狭ルートの他に、湖西ルートと米原ルートの計3案について、基本的な特徴を整理するとともに、特に米原ルートに着目し、運輸面の課題について検討を行うことを目的とする。また、北陸新幹線が東海道新幹線に米原で接続された場合、北陸新幹線列車が

東海道新幹線に乗り入れ可能かどうかについて、特に新大阪—名古屋間に着目し、ダイヤ設定の検討を行う。

2. 新幹線ネットワーク小史

我が国最初の新幹線である東海道新幹線は1959年に建設が開始され、1964年の東京オリンピック直前に開業した。当時、我が国は急速に経済成長していたため、1889年に全通した東海道本線は客貨両面で輸送が逼迫していた。1956年時点では東京—横浜間で1日あたり366本、京都—大阪間で541本の列車が運転されており、もはや増発の余地はなかった。そのような状況下、東京と大阪を3時間で結ぶ新線を建設する方針が出された。1959年には着工され、5年後には完成した。その後、いくつかの新幹線計画が開始され、2002年末までに2,050kmのネットワークが形成されるに至っている(図1)。

1987年までは日本国有鉄道が新幹線を運営していた。初期の新幹線プロジェクトは営業的に非常にうまくいっていたので、以後の新幹線プロジェクトは全額借入金によって建設され、建設資金は郵便貯金や簡易保険、あるいは厚生年金や国民年金などを資金源とする財政投融资から調達された。経済成長が当面続くと信じられていた

*平成14年11月28日 原稿受理

*) 大阪産業大学 工学部 土木工学科

***) 京都大学大学院 工学研究科 土木システム工学専攻

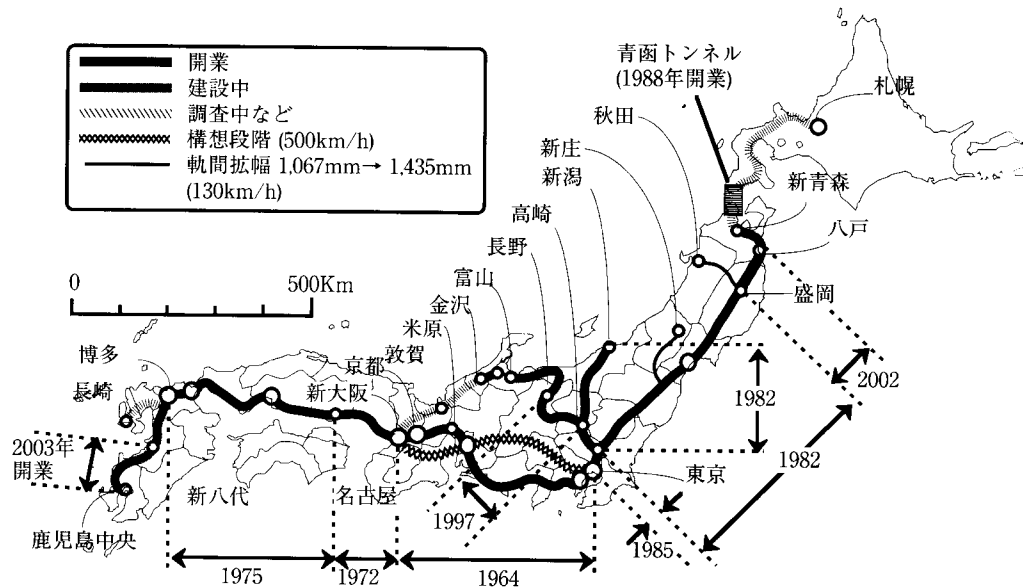


図1 新幹線ネットワーク (2002年現在)

ため、金利は比較的高く設定されていた。言い換えるなら、日本政府は新幹線の効果を税金という形ではなく、運賃という形で還元・集金しようとしていたのである。新幹線の運営そのものは順調だったが、金利は返済するにはあまりにも高い設定であり、国鉄の借金は膨らみ始めた。税金という形で政府の歳入を確保するならば、経済が低迷すれば自動的に減額されるが、借金の返済であると一定額に固定されてしまうのである。結局、整備新幹線計画を含む新幹線プロジェクトは行き詰まってしまった。

1987年、国鉄はJRへと分割・民営化され、巨額の債務はこの新しい会社からは分離された。新幹線については、公共が路線を建設し、JRが運営するという形態とすることが取り決められた。整備新幹線計画も1989年に再始動し、この枠組みの下、北陸新幹線の高崎—長野間が建設され、長野冬季五前の1997年に東京から長野まで営業を開始した。現在、500km以上の区間が工事中であり、700km以上の区間が調査中の状態にある。さらに東京—大阪間を1時間で結ぶ超高速鉄道が構想中である。

3. 北陸新幹線計画

東京から大阪まで、東海道新幹線沿線には多くに人口が集まっており、初期の新幹線プロジェクトは経営的に非常に良好であった。1965年、新全国総合開発計画がスタートしたが、北陸新幹線計画は新全総の一部であった。

この北回り新幹線は東京から長野や富山を経由して大阪まで日本海経由で結ぶものであった。

北陸新幹線のいくつかの区間は既に営業を開始している。東京から上野までは1991年に、上野から大宮までは1985年に、大宮から高崎までは1982年に、そして高崎から長野までは1997年に開業した。高崎から長野までだけが正式な北陸新幹線であり、東京から大宮までは東北新幹線、大宮から高崎までは上越新幹線である。現在、長野から富山までの区間と小矢部から金沢までの区間が建設中であり、富山から小矢部の区間と金沢から南越までは着工命令を待っている状況にある。南越から敦賀までは環境影響調査が終わった段階にある。だが、敦賀から西については全く何も決まっていない。

政府与党政策担当者責任者会議では、1999年、この北陸新幹線の敦賀以西の区間のルート問題について議論がなされたようである。そこでは、狭軌である湖西線の洗用案や東海道新幹線の米原に接続する案、若狭を經由して大阪に直接至る案などが検討されたようである。だが、その後3年あまり、何らの進展もなかった。2002年に入り、議論は再度始まった。

4. 北陸新幹線計画におけるルート問題

4.1 若狭ルート

敦賀以西の主なルート案としてはまず、図3のように小浜経由で丹波高地を縦貫し大阪に至るルート（以下、

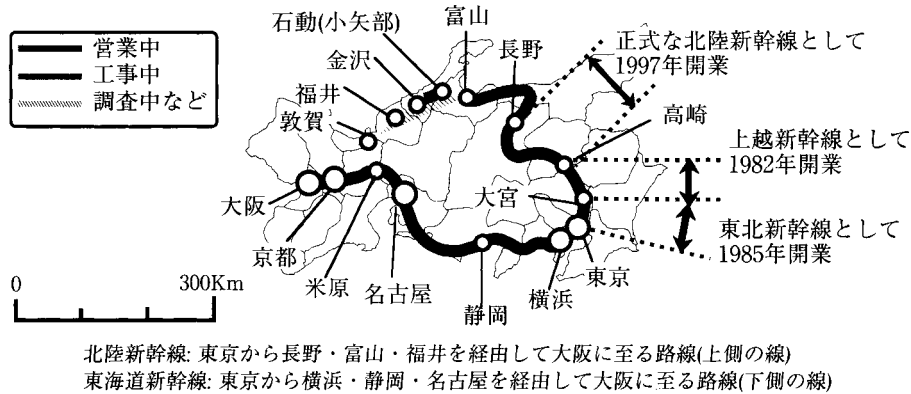


図2 北陸新幹線の位置

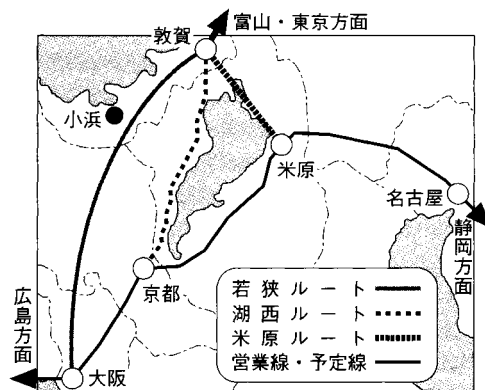


図3 敦賀-大阪間の主なルート案

若狭ルート)がある。整備新幹線のルートの根拠となる法律は1971(昭和46)年制定の「建設を開始すべき新幹線鉄道の路線を定める基本計画」だが、同法では北陸新幹線については、起点が東京都、終点が大阪市、主要な経過地が長野市付近および富山市付近と記されているのみである。1973年には整備計画が策定され、同ルートは整備新幹線計画を説明する図⁶⁾などでしばしば示されている。

4.2 湖西ルート

2つ目の案としては、敦賀からJR湖西線に沿って京都を経由し大阪に至るルート(以下、湖西ルート)である。湖西線は1974年開通の狭軌在来線であるが、全線高架で曲線も緩やかなため⁷⁾、現状でも列車が比較的高速に運行されている。最近では新幹線(標準軌)が在来線に直通運転することができるよう、車輪幅を軌間にあわせて変換できる車両(フリーゲージトレイン)の開発⁸⁾

が進むなどの環境変化があり、北陸新幹線の敦賀-大阪間の建設を省略できる可能性のあるこのルートが注目されている。

4.3 米原ルート

3つ目の案は、敦賀から米原まで新幹線規格で新線を建設し、米原から大阪までは東海道新幹線と線路を共用するルート案(以下、米原ルート)である。敦賀から名古屋までは「北陸・中京新幹線」という名称で基本計画路線が設定されており、米原ルートは北陸新幹線の敦賀-大阪間の代わりに北陸・中京新幹線の一部区間を建設するという案である。

5. 鉄道による対北陸輸送(敦賀口)の現況

5.1 鉄道利用者の流れ

図4は、1995年に実施された第2回全国幹線旅客純流動調査のトリップデータを分析し、鉄道利用による北陸方面(敦賀口)への旅客流動量を出発方面別経路別に図示したものである。最も多いのは大阪および大阪以遠を出発してそのまま乗換え無しに北陸方面に達する旅客であり、全体の半分を占めている。京都を出発する直通の旅客とあわせると、全体の約3分の2が乗換え無しの旅客、すなわち湖西線経由の列車を利用している。名古屋方面およびそれ以遠からの旅客は全体の約3分の1で、このうち、直通列車利用と米原乗換の割合はほぼ半々である。

5.2 輸送力

図5は1995年における大阪圏および中京圏から北陸方面への輸送力を図示したものである。運行本数⁹⁾については大阪方面からと名古屋・米原方面からの比はほぼ

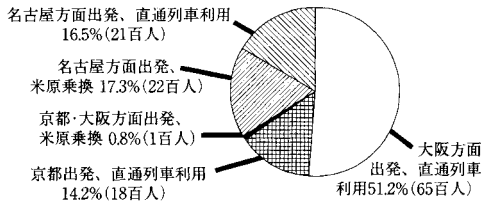


図4 北陸方面への旅客流動 (1995年)

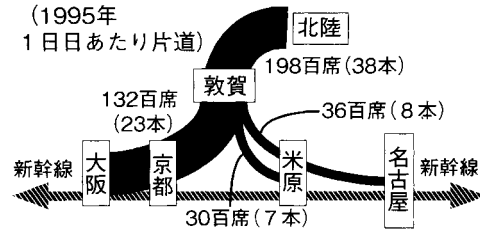


図5 提供座席数と運行本数^{9) 10)}

3:2である。1列車あたりの座席数が異なっているため、提供座席数¹⁰⁾では2:1となり、図4で示した旅客数にほぼ比例している。

6. 分析対象とした3ルートの特徴

6.1 比較分析の設定条件

表1に各ルートの主な特徴をまとめた。設定条件としては、若狭ルートについてはフル規格新幹線という設定である。湖西ルートについては軌間可変車両を使用して敦賀から在来線に入り、北陸本線・湖西線・東海道本線を経由して大阪に至るといった設定であり、湖西線内は最高時速160km/hで運行するとの設定である。米原ルートについては敦賀-米原間については最高速度260km/hのフル規格新幹線、米原からは現状の東海道新幹線と同じという設定である。建設費は地図上で距離を計測した建設延長に北陸新幹線(高崎-長野間)の建設単価(71億円/km)を乗じたものである。

表1には敦賀から主要な駅までの距離・所要時間・運賃も示しているが、フル規格新幹線の所要時間については東海道新幹線の「のぞみ」号(最高速度270km/h)の表定速度206km/h(東京-新大阪間515kmを150分で走行)と同じに設定した。また、敦賀-京都間94.1kmを最高速度160km/hで走行する場合については、現状で最高速度130km/hの列車が53分(表定速度107km/h)で運行されていることを参考に、表定速度を131km/hと設定した。乗換えが必要な場合は乗換え時間を7分と設定した。運賃についてはフル規格新幹線部分は東海道新幹線の運賃体系と同じと設定し、在来線活用部分についてはJR特急A特急料金の体系と同じと設定した。

6.2 若狭ルートの特徴

若狭ルートは建設費に9,000億円以上を要するが、大阪(および大阪以西)方面との移動時間短縮量が大きい。また、新幹線規格で建設できるので、大型車両が使用可

表1 敦賀-大阪間の3ルート案の特徴

ルート	現状	若狭ルート	湖西ルート	米原ルート	
線路規格	狭軌	新幹線規格	狭軌高架線路	新幹線規格	
列車の最高速度	130km/h	260km/h	160km/h	260km/h	
建設延長	—	128km	(94km)	46km	
建設費	—	9,229億円	—	3,309億円	
他の路線への影響	—	—	都市圏列車、貨物列車	東海道新幹線	
車両	—	新幹線車両	座席数の少ない車両	新幹線車両	
その他の課題	—	新大阪駅の構造	軌間可変台車が開発中	米原駅の構造	
敦賀 ↓ 新大阪	経由	(京都)	(京都)	(米原)	
	距離	133km	128km	133km	
	所要時間	75分	38分(-37分)	65分(-10分)	52分(-23分)
	運賃	4,500円	5,130円(+630円)	4,500円(+0円)	5,440円(+940円)
敦賀 ↓ 京都	経由	—	亀岡乗換	(米原)	
	距離	94km	108km	94km	
	所要時間	53分	50分(-3分)	43分(-10分)	34分(-19分)
	運賃	3,280円	4,700円(+1,420円)	3,280円(+0円)	4,810円(+1,530円)
敦賀 ↓ 名古屋	経由	(米原)	亀岡・京都乗換	京都乗換	
	距離	228km	243km	228km	
	所要時間	70分	93分(+23分)	86分(+16分)	39分(-31分)
	運賃	5,020円	8,900円(+3,880円)	7,640円(+2,620円)	5,130円(+110円)

能である。しかし、図4において旅客数が14%を占める京都については移動時間の短縮が僅かであり、運賃は上昇する。名古屋方面へは移動時間が増えるため、名古屋から北陸方面への在来線列車は残さざるを得ない。このように、北陸方面敦賀口の半分の旅客には大きな利点がある反面、残る半分については、ほとんど利点が無い案である。

6.3 湖西ルートの特徴

在来線活用なので、基本的には建設費不要である。時速160km/hに対応するための軌道強化や軌間可変車設備費が必要であるが、新線の建設費に比べればかなり費用は小さいと考えられる。しかしながら、整備費が廉価であると同時に移動時間の短縮量も小さく、大阪、京都とも10分程度の短縮にしかならない。また、名古屋方面については時間短縮がないので、北陸―名古屋間の在来線列車は残さざるを得ない。湖西線を走行する貨物列車や都市圏鉄道との調整も必要である。さらに在来線経由となるため、首都圏から秋田や山形方面に向かう列車に使用されているような小型車両を使用する必要がある。

6.4 米原ルートの特徴

建設延長が短く、建設費は若狭ルートの約3分の1である。移動時間の短縮量は大阪方面については若狭ルートと湖西ルートのほぼ中間程度であるが、京都方面については湖西ルートよりも短縮量を大きくできる。名古屋方面へはここで取り上げた3案の中で、唯一、移動時間の短縮ができる。在来線走行列車との調整も不要で、車両も大型のものを使用できる。

以上のように米原ルートは北陸方面敦賀口のほぼ全ての旅客の利便性を改善できる上、建設費も安いという利点を備えているいっぽう、過密路線である東海道新幹線

との連携方法に課題がある。

6.5 3ルートの比較

若狭ルートのケースおよび湖西ルートのケースにおいて、名古屋から北陸方面に向かう在来線特急列車が北陸新幹線開業後も営業を続けるとすると、北陸方面敦賀口を通過する旅客の所要時間の短縮総量は図6の▲の点のようになる。時間短縮量は図4および表1等のデータを用いて作成した。Nomuraらの研究¹¹⁾に示されている時間価値69円/分を用いて、旅客便益についても計測し、結果を同じ図に●の点として示している。

図6によると、若狭ルートは3つの案の中で最も費用が高い。だが、旅客の所要時間の短縮総量はより建設費の安い米原ルートよりも少ない。旅客便益については米原ルートと同程度だが、大阪からの旅客のみが便益を享受できる。

湖西ルートは3つの案の中で最も安価な計画である。軌道強化や車輛に要する費用を無視すれば、建設費はほぼゼロである。だが、得られる効果も3案の中で最小であり、旅客の所要時間の短縮総量は米原ルート案の4分の1、旅客便益についても米原ルート案や若狭ルート案の半分ほどである。

米原ルート案は建設費はさほど大きくなく、旅客の所要時間の短縮総量が本研究で対象とした3案の中では最も大きい。旅客便益についても若狭ルート案よりも若干大きい。

以上をまとめると、若狭ルート案は高価だが得られる効果は米原ルート案と同程度である。

湖西ルート案は安価だが得られる効果も小さい。米原ルート案は中程度の投資で、十分な効果が得られる案である。

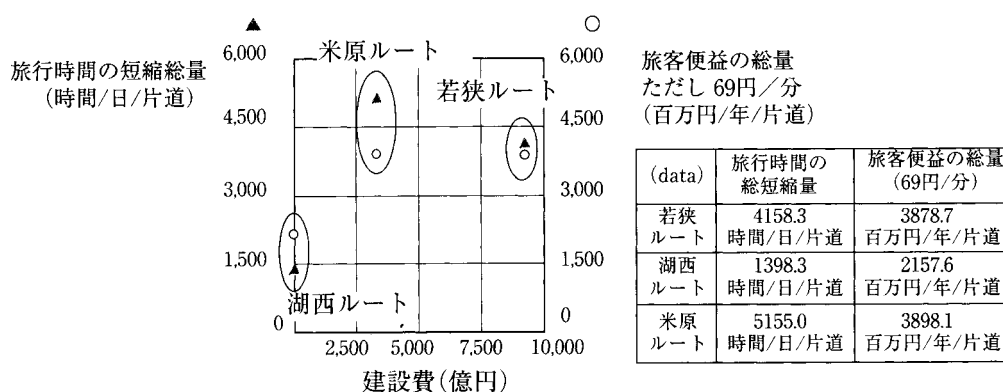


図6 建設費と利用者便益の比較

7. 東海道新幹線の輸送現況

7.1 米原ルート採用時における主要課題

米原ルート案が北陸新幹線の敦賀以西のルートとして採用された場合、あるいは前章で示した案以外のルートであっても、東海道新幹線と一部区間の線路を共用する場合、重要な課題が発生する。北陸方面からやってきた北陸新幹線列車は、米原から東海道新幹線の線路に乗り入れなくてはならない。だが、現状の東海道新幹線は過密路線であり、北陸新幹線が入り込む余地はないかと思われる。この章およびこれ以降の章では、果たして東海道新幹線に北陸新幹線列車が入り込む余地があるか否かについて分析を行うこととする。

7.2 東海道新幹線の旅客流動(1995)

表2は第2回全国幹線旅客純流動調査のトリップデータを分析し、東海道新幹線の旅客数を集計したものである。同時に各断面における提供座席数も示しており、これらをもとに乗車効率(通勤鉄道の混雑率に相当し、旅客数÷座席数で計算)も算出した。

表に示した区間のうち、最も混雑しているのは小田原駅東側断面下り方向であり、最大75.6%に達する。北陸新幹線と関係が大きい名古屋駅西側(大阪寄り)断面の下り方向で66.1%、米原駅西側(大阪寄り)断面で63.8%となっている。

7.3 東海道新幹線の線路容量¹²⁾

東海道新幹線では毎時片道11本の営業列車および4本の回送列車が運行されている。東京駅発の大阪方面行き列車は3分30秒間隔で出発することが可能であり、①追い越しをしない、②停車駅にはホームのある線が2線以上ある、といった条件を満たす限り、本線上でもこの運行間隔を維持できる。これより、東京口の最大運行本数は毎時17本となる。同様に新大阪駅から東京方面には3分15秒間隔で出発させることができ、同、18本となる。

7.4 現状の東海道新幹線における潜在的可能性

図7は縦軸に新大阪からの位置を、横軸に時刻(0:00は毎時00分)をとり、東海道新幹線新大阪口上り方向の列車の運行状況を示したもの(列車ダイヤ)である。細線として示した線は営業列車である。早朝・深夜はこのパターンから若干ずれ、昼間時は旅客数に応じて運行されない列車パターンもある。

図7では、細線で示された営業列車の間隔が開いている箇所が新大阪付近に7カ所存在しているが、新大阪から東京方面には3分15秒間隔で列車が発車可能であることを考慮すると、図中の太線のようなダイヤを新たに挿入することが可能と考えられる。これらは新大阪駅から車両基地(新大阪駅と京都駅の間に位置)への回送列車用として使用可能であり、実際にいくつか使用されているものと考えられる。新たに挿入した7本のダイヤのうち、3本については、既存の営業列車の運行に影響を与えることなく米原まで延長が可能である。さらに、米原を毎時05分発とする名古屋方面に向かう列車も設定可能であり、北陸新幹線列車として運行できる。

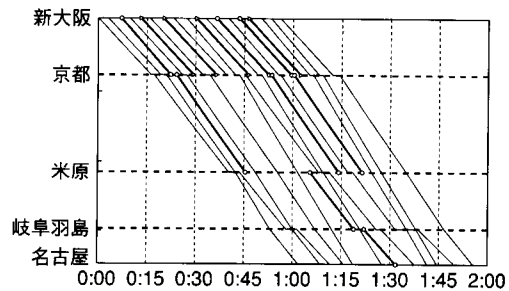


図7 現状ダイヤにおける直通運転の可能性

8. 米原ルート採用時における東海道新幹線への影響

8.1 東海道新幹線と北陸新幹線の協調策

北陸新幹線敦賀以西のルートとして米原ルートを採用した場合、東海地方や近畿地方および以西と北陸地方と

表2 東海道新幹線の輸送量

区間	方向	旅客数	席数	乗車効率
小田原駅東側断面	下り	123,900	163,800	75.6%
	上り	116,600	165,100	70.6%
名古屋駅東側断面	下り	115,700	159,900	72.4%
	上り	109,800	154,700	71.0%
名古屋駅西側断面	下り	102,000	154,700	66.1%
	上り	93,100	149,500	62.8%
米原駅西側断面	下り	98,700	154,700	63.8%
	上り	91,400	149,500	61.1%

の移動は東海道新幹線との連携が必要だが、その主な方法としては以下の3案が考えられる。

一つは北陸新幹線と東海道新幹線の運転系統を完全に分離し、米原で乗換える方法である。ダイヤ設定上の課題は少ないが、東海道新幹線の輸送力に北陸新幹線乗継ぎ客を輸送できるだけの余裕があることが条件である。(→米原乗換え案)

二つ目は北陸新幹線列車を東海道新幹線に大阪方面および名古屋方面へと一方的に直通運転する方法である。乗入れによって東海道新幹線の輸送が逼迫する場合は採用が難しい。(→北陸新幹線片乗入れ案)

三つ目は北陸新幹線と東海道新幹線に乗入れるが、東海道新幹線内では北陸新幹線列車と東海道新幹線列車を併結し、米原で分割・併合することにより、東海道新幹線における輸送力不足を極力抑える方法である。(→北陸・東海道併結案)

8.2 米原駅乗り換え案

北陸新幹線の旅客がすべて東海道新幹線へ乗継ぐと仮定すると、米原から京都・大阪方面については「雷鳥」等の在来線旅客が、名古屋方面については「しらさぎ」の旅客が東海道新幹線の旅客として新たに加わることとなる。

表3はこのような旅客を加えた後の各断面における推定旅客数を示したものであり、表2と同様に乗車効率も算出している。名古屋駅西側断面では上り下りとも1.3～1.4ポイントの上昇であり、東海道新幹線の輸送力が大きいため、変化は小さい。米原駅西側断面については5ポイント前後の上昇となっているが、乗車効率の値そのものは現状における名古屋駅東側断面の乗車効率よりも小さく、線路容量・運行本数が現状のままでも、東海道新幹線列車の混雑に与える影響は小さい。

8.3 直通列車案

図5を参考に、現状と同じ列車本数である新大阪から米原経由で23本/日/片道、東京始発で名古屋を経て米原経由で15本/日/片道の列車を北陸方面に運行する。これ

ら北陸新幹線列車が東海道新幹線内を走行する場合は既存の東海道新幹線列車のダイヤを消費して運行することとする。このとき、北陸新幹線列車(12両編成で885席とする)を1本運行することに東海道新幹線の提供座席数は415席ずつ減少する。

表4は上述の条件における各断面での乗車効率である。東海道新幹線の全線にわたって混雑が増しているが、現状の乗車効率の最大値である75.6%(小田原駅東側断面下り方向)を上回るのは北陸新幹線乗り入れ後も小田原駅東側断面下り方向のみである。つまり、線路容量および東海道新幹線の運行可能本数が現状のままでも、12両編成の列車が直通する場合では、東京一名古屋一大阪間の輸送に多少の負担をかける可能性があるものの、決定的な負担増とは言い切れない。

8.4 併結列車案

運行本数などは前案と同じだが、図8のように大阪を出発する北陸新幹線列車(8両編成で630席とする)にもう1編成(8両編成で630席とする)を増結し、米原で分離する。その後、東京行き編成に新たに増結を行って東京方面に向かう。東京始発の列車も同様の分割・増結をする。このとき、北陸新幹線列車を1本運行することに東海道新幹線内の提供座席数は40席減少する。

以上の条件で乗車効率を算出したものが表5である。乗車効率は米原乗換え案の場合を若干上回る程度であり、線路容量・運行本数が現状のままでも、東海道新幹線列車の混雑に与える影響は小さい。

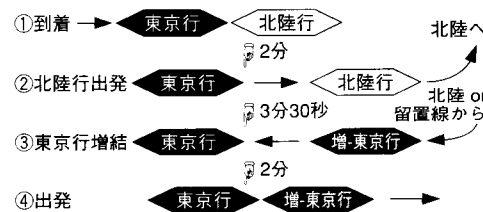


図8 米原駅での分割・併合

表3 東海道新幹線の推定旅客数と乗車効率(米原駅乗り換え案)

区間	方向	旅客数	席数	乗車効率
小田原駅東側断面	下り	123,900 (+0)	163,800	75.6% (+0.0pt)
	上り	116,600 (+0)	165,100	70.6% (+0.0pt)
名古屋駅東側断面	下り	115,700 (+0)	159,900	72.4% (+0.0pt)
	上り	109,800 (+0)	154,700	71.0% (+0.0pt)
名古屋駅西側断面	下り	102,000 (+2,400)	154,700	67.5% (+1.4pt)
	上り	95,800 (+2,700)	149,500	64.1% (+1.3pt)
米原駅西側断面	下り	105,600 (+6,900)	154,700	68.3% (+4.5pt)
	上り	99,700 (+8,300)	149,500	66.7% (+5.6pt)

表4 東海道新幹線の推定旅客数と乗車効率（直通列車案）

区間	方向	旅客数	席数	乗車効率
小田原駅東側断面	下り	123,900 (+0)	157,600 (-6,200)	78.6% (+3.0pt)
	上り	116,600 (+0)	158,900 (-6,200)	73.4% (+2.8pt)
名古屋駅東側断面	下り	115,700 (+0)	153,700 (-6,200)	75.3% (+2.9pt)
	上り	109,800 (+0)	148,500 (-6,200)	73.9% (+2.9pt)
名古屋駅西側断面	下り	104,400 (+2,400)	148,500 (-6,200)	70.3% (+4.2pt)
	上り	95,800 (+2,700)	143,300 (-6,200)	66.9% (+4.1pt)
米原駅西側断面	下り	105,600 (+6,900)	145,200 (-9,500)	72.7% (+8.9pt)
	上り	99,700 (+8,300)	140,000 (-9,500)	71.2% (+10.1pt)

表5 東海道新幹線の推定旅客数と乗車効率（併結列車案）

区間	方向	旅客数	席数	乗車効率
小田原駅東側断面	下り	123,900 (+0)	162,900 (-900)	76.1% (+0.5pt)
	上り	116,600 (+0)	164,200 (-900)	71.0% (+0.4pt)
名古屋駅東側断面	下り	115,700 (+0)	159,000 (-900)	72.8% (+0.4pt)
	上り	109,800 (+0)	153,800 (-900)	71.4% (+0.4pt)
名古屋駅西側断面	下り	104,400 (+2,400)	153,800 (-900)	67.9% (+1.8pt)
	上り	95,800 (+2,700)	148,600 (-900)	64.5% (+1.7pt)
米原駅西側断面	下り	105,600 (+6,900)	153,800 (-900)	68.7% (+4.9pt)
	上り	99,700 (+8,300)	148,600 (-900)	67.1% (+6.0pt)

9. 東海道新幹線の輸送力増強策

東海道新幹線ではいくつかの輸送力増強策が計画されている。北陸新幹線が東海道新幹線に乗り入れる形で開業する場合には、これらの策が実現済みと考えられ、東海道新幹線乗り入れ検討の前提条件になると考えられる。

9.1 品川新駅設置 (2003年秋)¹³⁾

東京駅付近では毎時4本の回送列車が東京駅と車両基地の間で運行されており、車両基地よりも大阪寄りの本線上では少なくとも4本分の列車ダイヤの空きが存在している。車両基地よりも大阪寄りの品川に新たに駅を設けることによって、この空いている線路容量を活用しようというものである。

9.2 "7-2-3"ダイヤ (2003年秋)¹³⁾

品川新駅開業にあわせて、1時間あたり、のぞみ号7本、ひかり号2本、こだま号3本のダイヤパターンの導入が検討されている。またこれら以外にも品川駅発着の増発列車が検討されている。本研究では、東海道新幹線の営業列車本数をこの毎時12本、最大毎時15本と設定する。

9.3 デジタルATCの導入 (2006年頃)¹³⁾

新幹線では保安装置としてATC（自動列車制御装置）が導入されている。現行のATC装置では、駅停車に際

する減速過程で段階的に減速するが、デジタルATCでは1段で減速するため、表6のように停車駅間の所要時間を40秒程度以上短縮できる。また、図9に示すように、続行する列車の運行間隔についても120秒まで短縮可能である^{7) 12) 14) 15) 16)}。

9.4 車体傾斜機構付き車両の導入 (2007年頃)¹⁷⁾

東海道新幹線の電車は曲線半径4,000m以上で270km/h、半径2,500m以上で255km/hで運行することが出来る。2007年度導入予定の車両では、半径2,500mの曲線においても270km/h運行を可能とすることを予定しており、北陸新幹線開通時には東海道新幹線列車はすべてこのような車両に置き換えられている可能性が高い。現状において減速を伴う急曲線は、駅付近の加減速区間以外では新大阪-京都間に延長約5kmのものが1箇所（短い直線を挟んで連続する区間は1箇所として数える）、京都-米原間では延長約3kmのものが1箇所、米原駅西側から名古屋駅までは2,500~3,000m級の曲線が多数有り、大部分で時速255kmの速度制限区間となっている¹⁸⁾。

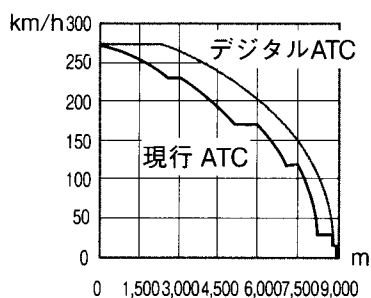
所要時分の短縮については、図5のように、新大阪-京都間、京都-米原間、岐阜羽島-名古屋間でそれぞれ数秒程度、米原-岐阜羽島間で20秒程度と推計される。また、京都-名古屋間無停車の列車での時間短縮量は45秒程度と見込まれる。^{7) 12) 18)}

9.5 びわこ栗東駅（仮称）の設置 (2010年頃)

京都-米原間に設置される新駅で、草津線との交差付

表6 駅停車時におけるATC各速度段階の推定減速時間と距離
(減速に要する時間と距離は100系電車のブレーキ性能をもとに計算)

No.	軌道回路長	速度段	状態	列車速度	推定時間	推定距離	デジタルATC使用時
8	1,500m	270km/h	巡航状態	270km/h	20.0sec.	—	-
7	1,500m	270km/h	巡航状態	270km/h	20.0sec.	—	-
6	1,400m	230km/h	減速	270->230km/h	39.0sec.	2,748.5m	-
5	1,400m		惰行	230km/h	0.8sec.	51.5m	回避可能
4	1,200m	170km/h	減速	230->170km/h	38.4sec.	2,150.4m	-
3	1,200m		惰行	170km/h	5.3sec.	249.6m	回避可能
2	1,200m	120km/h	減速	170->120km/h	25.0sec.	1,013.8m	-
			惰行	120km/h	5.6sec.	186.2m	回避可能
1	1,200m	70km/h	減速	120->70km/h	21.0sec.	558.6m	-
			惰行	70km/h	33.0sec.	641.4m	一部回避可能
駅構内	600m	30km/h	減速	70->30km/h	15.4sec.	214.9m	-
			惰行	30km/h	28.3sec.	236.2m	回避可能
			減速	30->0km/h	11.6sec.	48.9m	-
			残り	—	—	100.0m	-



軌道回路長を1.5kmとすると、先行する列車の1つ手前の区間では列車速度は30km/hに制限される。2つ手前の区間では120km/hに、3つ手前の区間と4つ手前の区間は170km/hに、5つ手前の区間と6つ手前の区間は230km/hに、それぞれ制限される。従って、現行のATCシステムを使用すると、7つ手前の区間で初めて最高速度の270km/hで走行できることになる。このときの列車間隔は10.5kmになり、270km/hで走行すると140秒となる。デジタルATCを導入すると、ブレーキ距離は少なくとも1区間分短縮することが可能であり、最高速度での1区間分の走行時間である約20秒だけ列車間隔を詰めることができる。

図9 デジタルATC使用時におけるブレーキ距離の短縮

表7 255km/hの速度制限時における所要時間のロス等
(100系電車のブレーキ性能と300系電車の加速性能をもとに推計)

状態	列車速度	推定時間	距離
減速時	270->255km/h	14.0sec.	1021.4m
加速時	255->270km/h	54.0sec.	3945.0m
減速+加速(最高速度時との差)	270->255->270km/h	68.0sec. (+1.8sec.)	4,966.4m
最高速度で運行時	270km/h	66.2sec.	4,966.4m
定速走行時	270km/h	13.3sec.	1,000.0m
定速走行時	255km/h	14.1sec. (+0.8sec.)	1,000.0m

近の東京起点452.1kmに設置される予定¹⁹⁾である(京都駅から24.2km、米原駅から43.9km)。

10. その他の考慮事項

10.1 東海道新幹線の営業列車本数

東海道新幹線の営業列車本数は、1時間あたり片道15本とする。新大阪から鳥飼基地にむかう回送列車は、1時間あたり数本設定する。

10.2 駅間所要時分

基準とする駅間所要時間は、公表されている運行ダイヤ(2001年10月)を元に計算した駅間所要時分の最小値に30秒を加えた値とする。また、京都一名古屋間の所要時間は途中無停車で36分30秒、2駅停車で計46分30秒であることから、1駅停車するごとに所要時間が5分延びると計算できる。さらに、前章9.4を考慮し、駅間の走行時分を表8のように設定した。なお、栗東駅関係の値は京都一米原間の所要時間を按分したものである。

発車時にはそれぞれ2分30秒を表1の値に加えるが、前章9.3を考慮し、停車時に加える値は1分45秒と設定

表8 推定駅間所要時間（加減速に要する時間を含まない値）

始/終	京都	栗東	米原	岐阜羽島	名古屋
新大阪	9'30"	—	—	—	—
京都	—	6'00"	16'15"	27'15"	32'30"
栗東	—	—	10'15"	—	—
米原	—	—	—	9'15"	14'30"
岐阜羽島	—	—	—	—	5'15"

する。

10.3 追越し時の列車間隔

追越し時、先行列車が待避してから後続列車が通過するまでの時間は、図9より列車間隔を9,000mとすればよいことから、2分とする。追越し後は、3,000mの間隔が空けば概ね支障なく発車できるので、通過45秒後に発車するものとする¹²⁾。

10.4 米原駅で分割併合する場合

米原駅で列車を分割併合する場合は、次のような手順と時間を要する。

図8のように、列車を分割し、発車するまでの時分は、東北新幹線福島駅等での列車分割の事例を参考に2分と設定する。分割した列車が発車後、増結編成が入線するまでの時分は、東京駅での平面交差支障時分を参考に、3分30秒とする。増結編成入線後、発車するまでの時分は福島駅等の事例を参考に2分とする。よって、米原駅で分割併合する列車の停車時間は7分30秒以上とする。

10.5 新大阪駅の列車発車間隔

現状の新大阪駅の列車の発車間隔は3分15秒であるが、これは駅構内の平面交差支障時分から導かれたものである。構内の分岐器通過速度70km/hから停車までの時分についても、デジタルATC導入によって表6などより20秒程度の短縮が可能^{7) 12) 14) 15) 16)}であり、発車間隔は3分まで詰めることが可能と考えられる。

11. 北陸新幹線米原接続時のダイヤ案

11.1 ダイヤ案

図10は、前章までの条件を考慮して作成した東海道新幹線（新大阪一名古屋間）の運行ダイヤ試案である。19分サイクルを基本パターンとし、基本パターンには新大阪付近の回送列車（△印付）1本、こだま号1本、のぞみ号（又は、ひかり号）3本、北陸新幹線列車1本（図中の太線）を含む。1時間あたり3サイクルに加え、二点鎖線で示した1本が運行できる。

北陸新幹線列車用のダイヤは米原の新大阪側部分は大阪方面から北陸方面への列車ダイヤ、米原の名古屋側部

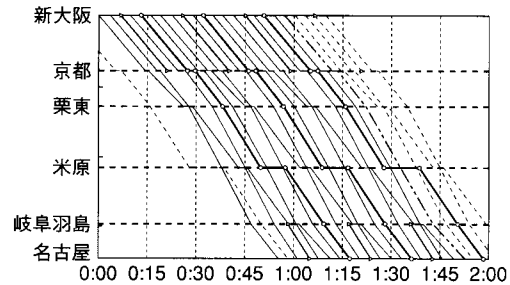


図10 既定計画考慮済みダイヤにおける可能性

分は北陸方面から名古屋方面へ向かう列車ダイヤとして利用できるだけでなく、1つのダイヤとして扱うことで、図8のような運行も可能である。北陸新幹線列車として運行しない場合は、東海道新幹線の輸送力を増強用としても利用可能である。

さらに、二点鎖線で示したダイヤについては、東海道新幹線の直通列車として運行可能であるほか、新大阪付近の回送列車用として、あるいは北陸方面への列車の増発用に利用可能である。

11.2 北陸新幹線の輸送力検討

図10によると、北陸方面から大阪方面・名古屋方面ともに毎時最大3本の運行が可能であり、12両編成定員885席の列車を毎時3本、1日15時間運行すると、片道39,825席の提供が可能である。東海道新幹線の輸送を優先して米原での分割併合案（図8）を採用し、北陸方面には座席定員630席の列車を運行する場合でも、それぞれ片道28,350席が供給可能であり、現状の輸送力13,200席や6,600席と比べて十分に大きい。

以上より、将来においても東海道新幹線列車の輸送力を確保しながら、東海道新幹線ダイヤに北陸新幹線列車を追加することが可能と考えられる。

12. 北陸新幹線計画の完成に向けての課題

12.1 若狭ルートにおける課題

若狭ルート採用時の最大の課題は財源である。整備新幹線の建設費は、現状では国が2に対して沿線が1の割

合で負担することとなっている。若狭ルートの場合、単純に通過する延長に比例させて沿線府県の負担を計算すると、福井県が約1,300億円、京都府が約880億円、大阪府が900億円となる。京都府や大阪府は現状では厳しい財政下であり、既存の負担方法では計画が進行しなくなる可能性がある。

もう一つの課題は京都や名古屋方面からのアクセスである。若狭ルートはこれらの地域からの旅行者の所要時間を短縮することができないので、これら地域から北陸方面に向かう在来線特急列車を運行し続けなければならない可能性がある。だが、大阪から北陸に向かう旅客の多くは若狭ルート経由になるので、京都から北陸に向かう特急列車は運行頻度を高くすることができない可能性がある。さらに、若狭ルートは沿線開発を目的にしているにもかかわらず、京都や名古屋方面から若狭地域へのアクセスに難があるという側面がある。

12.2 湖西ルートにおける課題

湖西ルート採用時の最大の課題は、効果が小さいことにある。もし湖西線の曲線や勾配が改良されて北陸新幹線列車が200km/h以上で走行できるようになるとするならば、悪くない選択肢である。だが、そのような軌道強化をしたとしても、都市圏列車や貨物列車とのダイヤ調整という課題はなお残ることとなる。

もう一つの課題は列車の車輛である。このルートの成功の可否は車輛の開発にかかっている。軌間可変車輛が営業に就ける状態になれば、湖西ルート案は近畿圏から北陸に向かう乗客だけでなく、中京圏からの旅客にもメリットがある。だが、軌間可変車輛の車体は在来線の車両限界に合わせて設計されることとなるため、通常の新幹線車両よりも少ない旅客しか運ぶことができない。

さらにもう一つの課題は、若狭地域の開発である。湖西ルート案は若狭地域の開発にはまったく寄与しない。

12.3 米原ルートにおける課題

米原ルート採用時の最大の課題は、東海道新幹線との連携方法である。この課題については本研究で検討を行った。東海道新幹線に関連するプロジェクトとしては中央新幹線計画があるが、この計画が実現すれば東海道新幹線には列車増発の余地が生まれると考えられる。中央新幹線計画を東京一大阪間の輸送以外の視点から検討するという考え方もあるように思われる。

2つ目の課題は財源である。米原ルートの建設費は3,300億円と見積られるが、これを若狭ルートと同様の考え方で配分すると、福井県の負担は約210億円、滋賀県の負担は約890億円となる。さらにもう一つの課題は、若狭地域の開発である。米原ルート案も若狭地域の

開発には寄与しない。

13. おわりに

本研究の結果として、東海道新幹線の容量の課題などもあるが、旅客の便益や利便性と言った観点からは、米原ルート案が良案である可能性が高い。現状においても東海道新幹線には北陸新幹線を受け入れる程度の潜在的な能力があるものと推測されるが、東海道新幹線の輸送改善策の実施後は北陸新幹線の乗り入れがより容易になるものと考えられる。

前章で挙げた各ルートに関する課題については、今後調査されるべきであると考えられ、さらに関連する課題などについても調査を続ける必要があるものと考えられる。

【参考文献】

- 1) 福井商工会議所「北陸新幹線建設促進に関する意見書」(<http://www.fcci.or.jp/fpln/fpln076.htm>), 1999.5
- 2) 朝日新聞1999.8.3朝刊, 日本経済新聞1999.8.4朝刊他
- 3) 長野県企画局新幹線・交通対策課「北陸新幹線ニュースレター」(<http://www.pref.nagano.jp/doboku/kousoku/sinkan/sinkakense10.htm>), 1999.10
- 4) 富山県土木部新幹線建設課「現在の課題について」(<http://www.h-shinkansen.gr.jp/toyama/p4.html>)
- 5) 福井新聞Web 2002.06.09, 2002.07.12他
- 6) 国土交通省 (<http://www.mlit.go.jp/tetudo/shinkansen.html>) 等
- 7) 小野純郎「鉄道のスピードアップ」, p.223, (社)日本鉄道運転協会, 1987
- 8) 国土交通省 (<http://www.mlit.go.jp/tetudo/gijutukaihatu.html>) など
- 9) JTB時刻表1995年6月号, 日本交通公社
- 10) JR全車両ハンドブック1998, ネコ・パブリッシング
- 11) NOMURA, T., AOYAMA, Y., NAKAGAWA, D., MATSUNAKA, R. and SHIRAYANAGI, R. The Evaluation of the Benefit of the Intercity High-speed Train Project Using the EVGC, Infrastructure Planning Review, Vol.18, No.4, 627-636, 2001
- 12) 海老原浩一「新幹線」, 成山堂書店, 1996
- 13) 須田寛「東海道新幹線の現状と展望」, 鉄道ジャーナル2002年1月号, pp.75-81
- 14) 角本良平「東海道新幹線」, p.79, 中央公論社, 1964
- 15) 柳田邦男「新幹線事故」, 中央公論社, 1977
- 16) 内田清五「新幹線のプレーキシステム」, レールアンドテック出版, 2001

- 17) 交通新聞2002.7.2他
- 18) 「東海道新幹線工事誌土木編」, (社) 日本鉄道施設協会, 1965
- 19) 栗東市 (<http://www.city.ritto.shiga.jp/>)