

北陸新幹線米原接続時における東海道新幹線の列車ダイヤ案に関する研究*
 A Study on a Trial Train Schedule of the Tokaido Shinkansen
 with which the Hokuriku Shinkansen Links at Maibara*

波床 正敏**・西浦 智***・阿部 裕也****

By Masatoshi HATOKO**・Satoshi NISHIURA***・Hiroya ABE****

1. はじめに

東京-大阪間を北回りで結ぶ予定である北陸新幹線は、福井県敦賀市まではルートが確定しているが、敦賀以西のルートは確定していない。1999年頃¹⁾以降、しばらくルートに関する議論が停止していたが、ごく最近、再び議論が活発化しつつある²⁾。

考えられる主なルートとしては、図1に示すように、基本案である若狭ルート他に、湖西ルートと米原ルートの計3案がある^{3) 4)}。これらルートの基本的な特徴を運輸面から比較分析した研究⁵⁾によると、米原ルート案が建設費が安価で、北陸方面への旅客流動の観点からも望ましい案であるが、東海道新幹線との輸送面での連携方法が課題となっている。

本研究では、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. 敦賀以西の主なルート案と特徴

(1) 対北陸輸送の概要

第2回全国幹線旅客純流動調査(1995)によると、鉄道利用による北陸(敦賀口)方面への旅客流動で最も多いのは、図2のように大阪および大阪以遠からの旅客が51%、京都からの旅客が14%、名古屋および名古屋以遠からの旅客が34%となっている。

(2) 各ルート案の特徴と課題

若狭ルート案は建設費に9,000億円以上を要し、大阪(および以遠)方面との移動時間短縮量が大きい。しかし、旅客数が14%を占める京都や34%を占める名古屋方面については移動時間の短縮が無い。

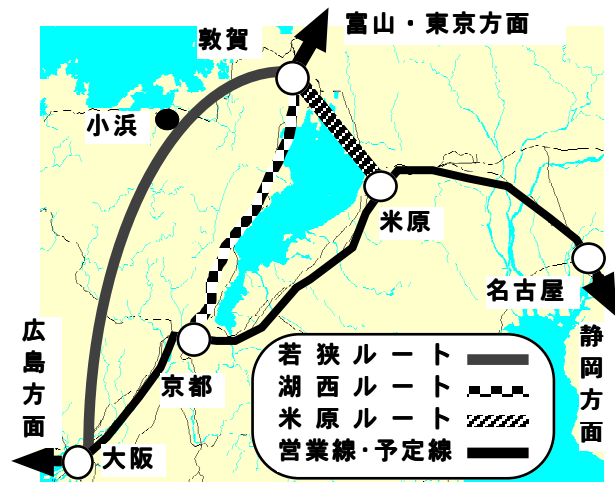


図1 敦賀-大阪間の主なルート案

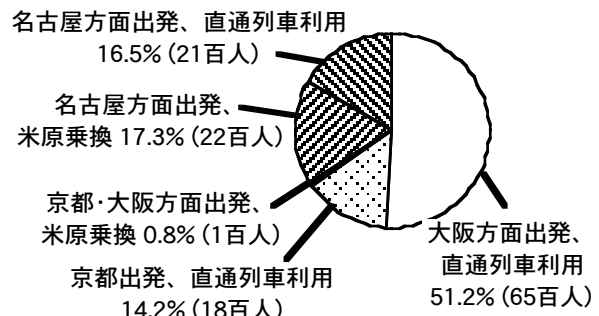


図2 北陸方面への旅客流動(1995年)

湖西ルートは在来線活用なので、基本的には建設費不要だが、効果が小さく、大阪・京都とも10分程度の短縮、名古屋方面は時間短縮が無い。在来線経由のため、小型車両を使用する必要がある。

米原ルートの建設費は3,300億円程度であり、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中間程度、京都方面は湖西ルートよりも短縮量が大きくなる。名古屋方面へは唯一、移動時間短縮ができる。

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が、東海道新幹線と接続する関係上、輸送面での連携の方法に課題がある。

3. 北陸新幹線と東海道新幹線との連携方法

*キーワード: 新幹線, 鉄道計画, 公共交通計画, 公共交通運用
 ** 正員,博士(工),大阪産業大学工学部土木工学科
 (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, 東鉄工業株式会社
 **** 非会員,大阪産業大学工学部土木工学科

米原ルートを採用した場合の運輸上の連携方法としては、次の3案が考えられる。

- ①北陸新幹線と東海道新幹線の運転系統を完全に分離し、乗客は米原で乗り換える
- ②北陸新幹線列車をそのまま米原から大阪方面もしくは名古屋方面へと直通運転する
- ③北陸新幹線列車を米原から大阪方面もしくは名古屋方面へと直通運転するが、提供座席数を確保するため、東海道新幹線内では増結する

このうち、①についてはダイヤ設定上の課題は小さいが、②③については影響が大きいと考えられ、詳細な検討が必要と考えられる。

4. 現状ダイヤでの北陸新幹線乗入れ可能性

(1) 東海道新幹線の線路容量⁶⁾

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。

(2) 現状ダイヤにおける北陸新幹線の乗入れ

図3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下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3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秒間隔で列車が発発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)への回送列車用として使用可能であり、実際にいくつかが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。

(3) 北陸新幹線の輸送力検討

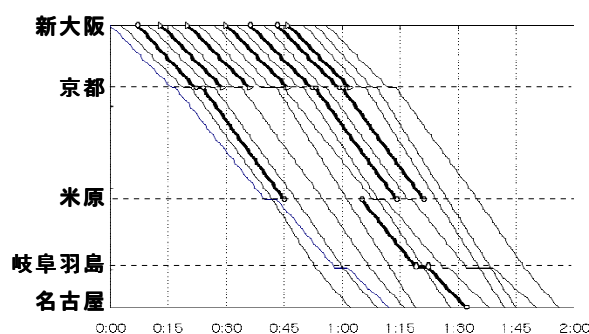


図3 現状ダイヤにおける直通運転の可能性

上述の方法は、前章②の形態となり、北陸新幹線列車は列車編成を長くすることができる。北陸新幹線列車を12両編成(編成定員を956名と設定⁷⁾)とすると、6時~21時台の16時間で、新大阪から北陸方面に1日あたり片道45,900席の供給が可能であり、現状の輸送力13,200席に比べて十分に大きい。同様に名古屋方面には最大15,300席が供給可能であり、現状の6,600席に比べて十分大きい。

以上より、現状の東海道新幹線ダイヤに、北陸新幹線列車を追加し、東海道新幹線列車の運行に影響を与えることなく、十分な輸送力の北陸新幹線列車を運転することが可能である。

5. 東海道新幹線の輸送力増強とダイヤへの影響

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。実際の北陸新幹線開業時には、これらの策が実現済みと考えられ、東海道新幹線への北陸新幹線乗り入れの前提条件になると考えられる。

(1) 品川新駅の設置(2003年秋)⁸⁾

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。

(2) 7-2-3ダイヤ(2003年秋)⁸⁾

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。

(3) デジタルATCの導入(2006年頃)⁸⁾

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段階で減速するため、図4(左)のように停車駅間の所要時間を50秒程度短縮できる。また、図4(右)に示すように、続行する列車の運行間隔についても約20秒短縮可能である。

(4) 車体傾斜機構付き車両の導入(2007年頃)⁹⁾

東海道新幹線電車は曲線半径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¹¹⁾。

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。^{6) 10) 11)}

(5) びわこ栗東駅(仮称)の設置(2010年頃)

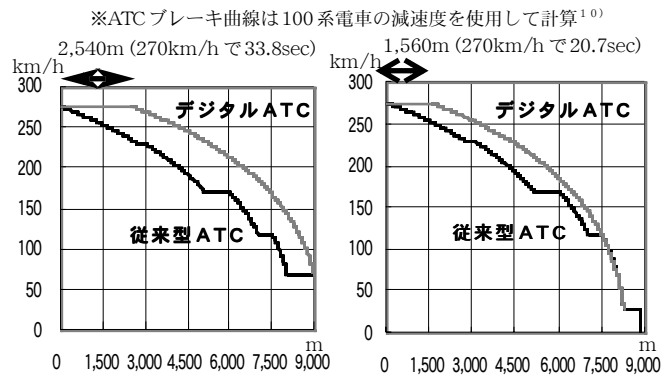
京都-米原間に設置される新駅で、草津線との交差付近の東京起点452.1kmに設置される予定¹²⁾である(京都駅から24.2km、米原駅から43.9km)。

6. その他の考慮事項

(1) 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-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(4)を考慮し、駅間の走行時分を表1のように設定した。なお、栗東駅関係の値は京都-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(3)を考慮し、停車時に加える値は1分



※ATCブレーキ曲線は100系電車の減速度を使用して計算¹⁰⁾

※駅構内の分岐器通過速度は70km/hであり、軌道回路長を1500mとすると⁶⁾、従来型ATC使用時に270km/hから減速するには9000m手前から減速開始し、分岐器まで209secを要する。デジタルATCの場合は6500m手前から減速開始し、分岐器まで123sec、2540mの走行時間33.8secを考慮すると、52secの時間短縮。

※先行列車のいる軌道回路の手前の区間で30km/hまで減速するとすると、従来型ATC使用時には7区間(≈約10.5km)手前を走行すれば速度制限を受けないが、デジタルATCの場合は6区間で良い。したがって、1区間を270km/hで走行する時分である約20secの運行間隔短縮が可能。

図4 デジタルATC導入による時間短縮

- (1) 走行速度そのものによる所要時間差
 1kmを255km/hで走行する時分：14.1sec
 " 270km/hで走行する時分：13.3sec
 ∴制限区間長1kmあたり0.8secの時間差
- (2) 加減速に伴う所要時間差(300系電車の性能から推定)
 270→255km/hの減速に要する時分：14.0sec
 255→270km/hの加速に要する時分：54.0sec
 この間の走行距離4966m(270km/hで66.2sec)
 ∴加減速1回あたり1.8secの時間差

図5 255km/h制限に伴う所要時間の遅れ

表1 駅間走行時分(加減速を考慮しない値)

始/終	京都	栗東	米原	岐阜	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	-	-	-	-	5'15"

45秒と設定する。

(2) 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4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。

(3) 米原駅で分割併合する場合

3章③のように米原駅で列車を分割併合する場合

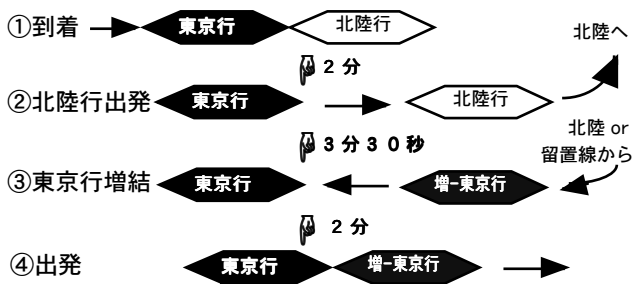


図6 米原駅での分割・併合

は、次のような手順と時間を要する。

図6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。

(4) 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通過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20秒程度の短縮が可能^{6) 10) 13) 14)}であり、発車間隔は3分まで詰めることが可能である。

7. 北陸新幹線米原接続時のダイヤ案

(1) ダイヤ案

図7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-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坂方面から北陸方面への列車ダイヤ、米原の名古屋側部分は北陸方面から名古屋方面へ向かう列車ダイヤとできるだけでなく、1つのダイヤとして扱うことで、図6のような運行も可能であり、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。

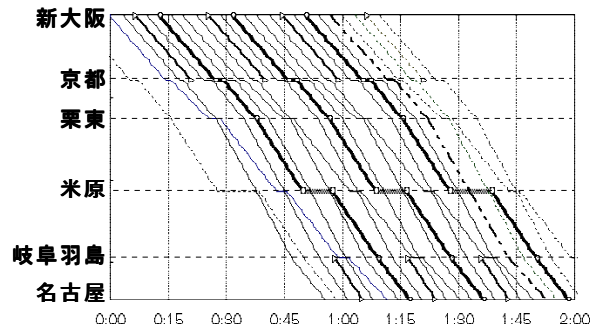


図7 既定計画考慮済みダイヤにおける可能性

(2) 北陸新幹線の輸送力検討

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、1日片道45,900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6)を採用し、北陸方面には座席定員630席⁷⁾の列車を運行する場合でも、それぞれ1日あたり片道30,200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である。

8. 今後の課題

米原ルート以外の案についても、さらに詳しい検討を行うことなどが課題であると考えられる。

【参考資料等】

- 1) 朝日新聞 1999.8.3 朝刊, 日本経済新聞 1999.8.4 朝刊他
- 2) 福井新聞 Web 2002.6.9 他
- 3) 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
- 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) 西浦智・波床正敏「北陸新幹線敦賀以西のルート案に関する研究」, 第25回土木計画学研究発表会, 2002
- 6) 海老原浩一「新幹線」, 成山堂書店, 1996
- 7) JR全車両ハンドブック 1998, ネコ・パブリッシング
- 8) 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
- 9) 交通新聞 2002.7.2 他
- 10) 小野純郎「鉄道のスピードアップ」, pp.60-63, (社)日本鉄道運転協会
- 11) 「東海道新幹線工事誌土木編」, (社)日本鉄道施設協会, 1965
- 12) 栗東市 (<http://www.city.ritto.shiga.jp/>)
- 13) 角本良平「東海道新幹線」, p.79, 中央公論社, 1964
- 14) 柳田邦男「新幹線事故」, 中央公論社, 1977