

# イタリアにおける高性能車両と高速新線導入に伴う 主要都市間の移動時間の特徴分析

波床 正敏<sup>1</sup>・下 京介<sup>2</sup>・祐代 浩希<sup>3</sup>

<sup>1</sup>正会員 大阪産業大学教授 工学部都市創造工学科(〒574-8530 大阪府大東市中垣内3-1-1)  
E-mail: hatoko@ce.osaka-sandai.ac.jp

<sup>2</sup>非会員 大阪産業大学 工学部都市創造工学科(〒574-8530 大阪府大東市中垣内3-1-1)  
E-mail: shi-mo@nike.eonet.ne.jp

<sup>3</sup>非会員 泉佐野市(〒598-8550 大阪府泉佐野市市場東1-295-3)  
E-mail: sonic.train.07@gmail.com

イタリアは高速新線の着工が比較的早く、1970年には着工され、1977年以降に工事完了区間から順に営業を始め、近年までにTorino-Milano-Roma-Napoliを結ぶ高速幹線軸が完成している。在来線でも曲線を高速走行できる車両を開発し、都市間の列車速度は向上してきている。本研究では1963年以降概ね10年ごとに2015年までの6年次について、主要都市間の各種所要時間指標を計測し、その特徴を考察した。

その結果、都市間の列車は確実に速度向上（乗車時間が短縮）してきたことが確認できた。しかし、運行頻度の低さや、乗り継ぎが便利で無いなど、速度面以外での利便向上が不十分なため、路線網全体では総合的な所要時間指標である期待所要時間が必ずしも改善していなかったことがわかった。

*Key Words : Italy, trunk railway, stayable time, expected value of traveling time, major cities*

## 1. はじめに

### (1) 研究の背景

日本以外的高速鉄道といえば、いずれも独自開発を行ったフランスのTGVが1981年、ドイツのICEが1991年に営業を開始していることが想起される。しかし、高速鉄道を独自開発した国は独仏以外にもあり、イタリアでも1977年に高速新線が部分開業するとともに1988年に本格的な高速車両が営業投入されている。最初的高速新線が全線開業したのは1992年であった。このように本格開業は比較的遅かったものの、高速鉄道事業そのものの着手は比較的早く、しかも他国からの技術導入に依らない独自開発を行っていた。

イタリアは地中海に伸びる長細い半島状の国土の形状をしており、北側はアルプスによって他国と分断されるなど、日本の国土形状に似た面を持っている。また、日本ほど険しくはないが半島中央部に山地があることで鉄道路線の線形が悪く、スペインの場合と同様（あるいは日本も）、長年にわたって曲線を比較的高速で通過できる車両の開発に力が入れられてきている。国土の南北で

地域発展に格差を生じているなどといった点でも日本の国土に似た面を持っている。

このように国土の形態や幹線鉄道網の特徴などにおいてイタリアは日本と類似した面を持っており、イタリアにおける幹線鉄道網に関する分析を行うことは、我が国の今後の幹線鉄道整備のあり方を考えてゆく上でも意義深いと考えられる。

### (2) 本研究の目的と構成

このような背景のもと、本研究では高速鉄道システムを独自開発し、山岳幹線鉄道線を持つ長細い国土形態のイタリアに着目し、主要都市間における鉄道利用による移動時間推移の特徴を定量的に明らかにすることを目的とする。

本研究では、第二次大戦後のイタリアの鉄道政策の概観、その直接的影響としての列車の表定速度の変化の把握、ネットワークへの影響の観点からの各種所要時間指標の計測、指標計測結果を整理することによるイタリアの幹線鉄道網整備の特徴分析を行うこととする。

## 2. 本研究の視点と位置づけ

### (1) 幹線鉄道網整備の特徴分析に関する既存の研究

本研究に至る一連の研究では、日本の幹線鉄道網の歴史的な発達過程に関する定量的な研究<sup>1)</sup>、最小限の投資によって乗り継ぎ時のロスを少なくすることを念頭においたスイスのBahn 2000 (Rail 2000) 政策の評価を行った研究<sup>2)</sup>、パリを中心とする高速新線建設を通じてTGV網の展開をはかってきたフランスの幹線鉄道政策についての事後評価を行った研究<sup>3)</sup>、高速新線の建設と在来線の改良を組み合わせるとともにスイスの政策を参考にしながらICE網を拡大してきたドイツの幹線鉄道政策についての事後評価を行った研究<sup>4)</sup>、在来線と高速新線とで軌間の異なる路線網を持ちながらも高速新線の建設を積極的に進めてきたスペインの幹線鉄道政策についての事後評価を行った研究が行われてきている<sup>5)</sup>。

いずれも速度向上による目的地までの到達時間の短縮だけでなく、運行頻度向上や乗り継ぎ時の待ち時間の短縮といった移動時の無駄な時間の改善についても計測できる方法が採用されており、乗り継ぎ時間の削減等を目指した政策（スイス、ドイツ）は効果的であること、高速新線建設を行ってはいらぬものの運転本数が限定的で乗り継ぎにも無駄が多いと、必ずしも設備投資が利便向上につながりにくいこと（フランス）、首都を中心とする高速新線網を急速に拡大することで国土全体の利便性向上に成功する例もあること（スペイン）などがわかってきている。本研究は、これら一連の研究の延長にあり、高速鉄道を自主開発した数少ない国（日本、フランス、ドイツ、イタリア）のうち、イタリアに着目するものである。

イタリアの幹線鉄道整備に関する研究は余り数は多くないが、例えば次のようなものがある。2008年に開業したRoma-Napoli間の高速鉄道の影響をネスティッド・ロジットモデルによって検討した研究<sup>6)</sup>、上下分離されている高速新線に新規事業者が参入した際の国内需要量の増加を実証的に調査した研究<sup>7)</sup>、高速鉄道の開業が観光に与えた影響について調査するとともに航空との機関選択についての影響についてモデル分析した研究<sup>8)</sup>などがある。だが、イタリアの鉄道政策の直接的な結果として、幹線鉄道網の全体的な利便性をどのような形で変化させてきたのかについては明らかではない。

### (2) 本研究の視点と位置づけ

本研究では所要時間の観点で幹線鉄道ネットワークの整備状況を評価するが、これまでの一連の研究では「政策分析は投資効果や国民生活への影響を分析すべきだ」

「都市間交通の市場分析をすべき」といった意見を受けてきた。だが、本研究（および一連の研究）はそのような視点の研究ではなく、より高性能な車両、高速運転できる新線、高度な保安装置などが開発されて、それらを組み合わせた都市間鉄道ネットワークが完成した状況下で、その輸送システムそのものの性能を計測するような位置づけになっている。鉄道網の競争力等の経済的側面については本研究では議論の対象としていない。

本研究はイタリアにおける1970年代以降活発になった車両の改善による幹線鉄道輸送の改善および高速鉄道網の発達の影響に関する分析を行うものであり、そのような時期を挟むように分析時期を設定しながら、1960年代以降について分析する。分析は定量的分析を基本とし、後述する都市間交通を評価するために適した指標を用いて計測する。分析結果の相互比較を可能とするため、基本的には文献<sup>9)</sup>と同様の方法で分析する。

## 3. 幹線鉄道輸送改善と高速新線の建設

### (1) 高速新線建設までの幹線鉄道整備

イタリア最初の鉄道は1839年にNapoli-Portici間の開通から始まり、1859年までに1,829kmが建設されているが、当時の鉄道建設は軍事目的の意味合いが大きかった。路線網は1875年には8,000kmに達した。第二次世界大戦が勃発する1939年まで、鉄道の建設と近代化が進行した。曲線の多かった旧線に並行して大都市間に直線的新線（Direttissima、現在の高速新線とは別物）が建設された。第二次世界大戦後では路線網の約40%が破壊されてしまったが、戦後は復旧が進み、1945年までに戦前と同程度まで復旧した<sup>9)</sup>。1950年代にはMilano-Rome間で最高速度180km/h運転の特急（TEE = Trans Europe Express）が運転され始めていたが、630kmの距離に6時間弱を要しており、表定速度は107km/hにすぎなかった<sup>10)</sup>。

1957年に最初の鉄道投資の5カ年計画が策定され、インフラの改善と車両の更新が始まった<sup>11)</sup>。1967年にMilano-Napoli間に800kmあまりの太陽高速道路が開通したことを契機に、区間長316kmのうち35%が曲線となっていたRoma-Firenze間を260kmに短絡する250km/h運転の新線建設計画が立てられた。この区間では220本の列車が運転されており、輸送の隘路ともなっていた。新線完成後は旧線と合わせて貨物列車やローカル列車も含めて600本の運転が可能となることが想定された。旧線とは8箇所のインターチェンジで連絡して総合的な輸送体系が目指された<sup>12)</sup>。イタリア全体では、電化が早期に進行することで1960年代前半には電化率が50%弱にまで達し、1973年現在において表-1のように欧州各国の中でも高

かった。だがその一方で複線化率は30%程度と低く<sup>13)</sup>、インフラそのものの弱さが目立つ状況であった。

(2) 高速新線の建設

前述のように、イタリアにおける高速鉄道は1960年代より計画されており、1968年に高速新線の建設が決定された。イタリアの幹線鉄道にはTorino-Milano-Firenze-Roma-Napoli-Salerno間の南北軸とGenova-Milano-Venezia間の東西軸があり、1970年6月よりRoma-Firenze間の高速新線の工事が開始された。最初の区間はOrvieto-Città della Pieve間の22kmだけであったが<sup>14)</sup>、1977年にはFirenze-Roma間のうちの122kmが開業した。表-2のように順次開業し、1992年5月にFirenze-Roma間が全線開業した。曲線の多い在来線に対し、新線はトンネルを多用しながら直線的に都市間を結んだので、ディレティシマ(Direttissima、一直線の意味、戦前の路線改良とは別物)と呼ばれている<sup>9)</sup>。この新線は最高速度250km/h、最小曲線半径3,000m、最急勾配8‰、トンネルは全体の約1/3、陸橋は約15%を占め、当初は3,000Vの直流電化(後に25KVの交流電化に変更)であった<sup>16)</sup>。イタリアの高速新線はフランスのTGVなどと同じく、既存駅はそのまま活用し、駅間に高速新線を建設する方式が採られている。

表-1 鉄道の電化率・複線化率(1973,UIC)

国名	営業キロ	電化率	複線化率
英	18,227 km	20.0%	73.7%
仏	36,300 km	25.4%	43.3%
西独	29,089 km	32.7%	42.1%
伊	16,339 km	48.9%	30.8%
日	21,099 km	33.0%	24.8%

※1：日本の営業キロは新幹線を除く  
 ※2：文献<sup>13)</sup>記載の表を簡略化

表-2 高速新線の区間と建設時期<sup>15)</sup>  
(2019年1月現在)

Status	Section	Max.Speed (km/h)	Date	Dist. (km)
In operation	Roma-Firenze (First section)	250	1977	122
	(Second section)	250	1985	52
	(Third section)	250	1986	20
	(Forth section)	250	1992	44
	Torino-Novara	300	2006	86
	Milano-Bologna	300	2008	182
	Napoli-Salerno	250	2008	29
	Roma-Napoli	300	2009	205
	Novara-Milano	300	2009	38
	Firenze-Bologna	300	2009	78
Milano (Treviglio)-Brescia	300	2016	40	
Under construction	Genova-Milano (Tortona)	250	2022	53
Long-term planning	Brescia-Verona	300	2020 after	73
	Verona-Padova	250	2020 after	79

る。

1986年にイタリア国鉄によって高速鉄道網計画が策定され、1990年には高速鉄道網の実施計画、建設、運営を行うための持株会社であるTAV (Trento Alta Velocita) が設立された<sup>11)</sup>。TAVによってTorino-Milano-Firenze-Roma-Napoli-Salerno間、Genova-Milano-Venezia間の合計約1,300kmの路線の建設が進められ、1994年4月にRoma-Napoli間(最高速度300km/h、延長220km、最小曲線半径5,450m、最急勾配はトンネル内17.7‰、明かり区間21‰)が最初に着工された。以後、順次建設が進められ(表-2)、2009年末までに高速新線の南北軸が完成している(図-1)。なお、図-1と表-2とでは工事中区間に若干の差異があるが、UICの情報をそのまま記載した。

在来線の改良による高速運転も行われており、2007年にはPadova-Venezia(Mestre)間で220km/h運転が実施されている。また、イタリア半島のアドリア海側(北東側)のBologna-Foggia間でも在来線改良の計画がある。

(3) Pendolino

イタリアは欧州としては地形が比較的険しく、線形の悪い路線が多かった。そこで、1960年代以降、曲線を高速走行可能な振り子装置が装備された車両の開発が行われた。最初の試作的な意味合いの強かった車両(ETR401)は車体を約10度傾斜させることで半径600mの曲線を150km/hで運転できるように設計され<sup>13)</sup>、1976年7月からRoma-Ancona間の電車特急として運行が開始されるとともに、同区間の所要時間が約40分短縮された<sup>14)</sup>。しかし、この区間ではインフラ整備が不十分であっ

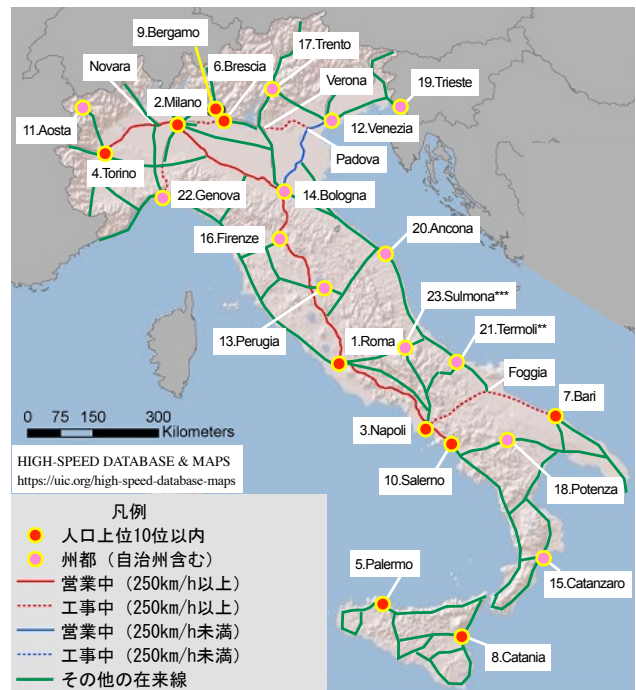


図-1 イタリアの高速鉄道網(2019年1月現在)<sup>15)</sup>

たため営業運転は短期間で終了し、本格的な車両の開発と営業運転の開始は1988年であった。

初期車両 (ETR450, ETR460) は高速新線を250km/hで運行し、そのまま在来線に直通運転する形態であったが、後に高速新線の技術仕様の変更に伴い在来線特急の専用車両となっている。その後、高速新線と在来線を直通する別の車体傾斜式車両 (ETR480以降) も開発されたが、高速新線上の速度は250km/h運転のままである。近年開業した300km/h運転対応の高速新線用の車両は車体傾斜式車両ではない別形式のものが使われている。

#### 4. 本研究の分析方法

##### (1) 分析指標について

本研究では、都市間の所要時間指標として、滞在可能時間、期待所要時間、仮想最速所要時間の3つを使用し、これらに加えて、実運転時損失時間を計算して分析する。これら指標の定義や特徴については、既に30年近く前から多数の研究<sup>2)-5)</sup>で説明されているが、本研究の理解を促すため、例を示しながら説明する。

##### (2) 期待所要時間について

表-3は2019年2月末現在における新大阪駅から長野駅に向かう場合の先着便 (乗継ぎ) の一覧である。出発時刻により経由地も所要時間 (着時刻と発時刻との差分) もバラバラであり、前便との間隔もバラバラなので出発時の待ち時間も均一では無い。すなわち、何を以てこの区間の移動時間に関する利便性を表現するのかは明確でない。都市間交通では一般に出発しようとした時刻  $t$  に対して到着時刻  $f$  は  $t$  の関数であり、 $f(t)$  と表現できる。表-3の場合、横軸に出発時刻  $t$  を、縦軸に  $f(t)-t$  をとって図示すると図-2のような複雑な波形になる。このとき、期待所要時間 (EVTT, Expected Value of Traveling Time) は次のようになる<sup>2)-5),17)</sup>。

$$EVTT = \frac{1}{(t_b - t_a)} \int_{t_a}^{t_b} f(t) - t \, dt \quad (1)$$

$t_a$  は計測時間帯の開始時刻、 $t_b$  は終了時刻である。表-4の初便から終便までの間で算出した場合、EVTTは4h21mになる (次章以降でEVTTを算出する場合は、6時から21時までの15時間の間に出発する場合についてこの指標を算出する)。この値は何らかの数値を計算式に投入すれば即座に結果が出るようなものではないため、実際には列車の発着時刻をデータとして乗継ぎ可否を考慮しつつ最短経路探索して求める。

EVTTで考慮可能な事項は次のようになり、運行頻度

や乗り継ぎ、乗車時間を総合した地点間の総合的な所要時間指標として使用できる。

- a) 最小の乗車時間 (経路上の最速便が乗り継げる場合の理論的最小値)
- b) 最速便よりも遅い場合の追加的乗車時間 (全便考慮、先行列車や単線運転の対向列車待ち、途中停車駅の追加等により、列車の走行時間を延ばさざるを得なくなるような場合)
- c) 経路が異なる場合の追加的乗車時間 (全便考慮)
- d) 出発が離散的なために生じる待ち時間 (全便考慮、運行本数が多いと小さくなり、等間隔運転の方が小さく

表-3 例：新大阪→長野の先着乗継ぎ(2019年2月末)

間隔(分)	発時刻	乗換時間(分)			着時刻	所要時間	乗車時間
	新大阪	金沢	名古屋	東京	長野		
	6:03			13	9:59	3:56	3:43
20	6:23			11	10:39	4:16	4:05
10	6:33			17	10:46	4:13	3:56
1	6:34	8			10:48	4:14	4:06
30	7:04	8			10:51	3:47	3:39
36	7:40			11	11:44	4:04	3:53
23	8:03		7		11:59	3:56	3:49
17	8:20			11	12:48	4:28	4:17
20	8:40			11	12:52	4:12	4:01
23	9:03		7		12:54	3:51	3:44
60	10:03		7		13:53	3:50	3:43
17	10:20			11	14:48	4:28	4:17
20	10:40			11	14:52	4:12	4:01
6	10:46	28			14:53	4:07	3:39
17	11:03		7		14:56	3:53	3:46
17	11:20			11	15:53	4:33	4:22
43	12:03		7		15:55	3:52	3:45
17	12:20			11	16:49	4:29	4:18
43	13:03		7		16:55	3:52	3:45
37	13:40			11	17:46	4:06	3:55
23	14:03		7		17:53	3:50	3:43
37	14:40			11	18:49	4:09	3:58
23	15:03		7		18:58	3:55	3:48
17	15:20			11	19:43	4:23	4:12
20	15:40			11	19:46	4:06	3:55
36	16:16	24			20:24	4:08	3:44
24	16:40		9		20:39	3:59	3:50
10	16:50			9	21:14	4:24	4:15
50	17:40		9		21:34	3:54	3:45
6	17:46	45			22:06	4:20	3:35
4	17:50			13	22:18	4:28	4:15
30	18:20			11	22:26	4:06	3:55
20	18:40		9		22:38	3:58	3:49
6	18:46	13			23:02	4:16	4:03
34	19:20			15	23:53	4:33	4:18

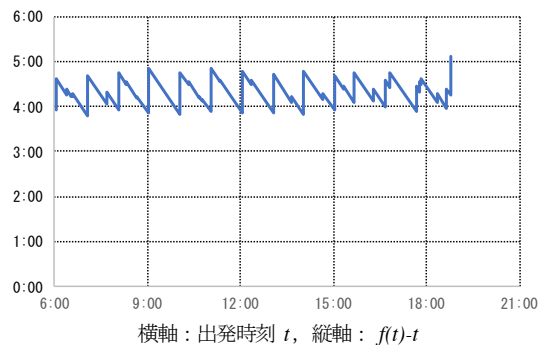


図-2 出発時刻  $t$  に対する  $f(t)-t$  の波形 (表-3に対応)

なる)

e)途中で乗り継ぐ場合の乗り継ぎ時間（全便考慮，ホーム間の移動時間や乗り継ぎダイヤの設定状況）

### (3) 仮想最速所要時間について

さて，都市間鉄道の改良が行われる場合，上記のa)～e)の全てが改善対象とされるわけではなく，列車の速度向上を主眼とする改善，すなわち上記のa)だけの改善が目指される場合も多い。行政等においてインフラ整備の事前検討をする際も区間ごとの最速便が乗り継げることを仮定して地点間の所要時間が計算されることが少なくなく，これは上記のa)だけしか考慮していない。そこで，この指標を本研究では仮想最速所要時間（VFTT，Virtual Fastest Traveling Time）と定義する<sup>2)5)</sup>。VFTTは列車の乗車時間そのものの合計（理論的最小値）と考えて差し支えない。例として示した表-3では，一見17:46発の金沢乗継ぎの場合の3h35mがこの指標に該当するように見えるが，実際には乗継がない列車（サンダーバード33号とかがやき500号など）を組合わせた3h32mがこの指標値に該当する。

### (4) 実運転時損失時間について

VFTTは前述のa)だけを表現しているので，VFTTとEVTTとの差は前述のb)～e)で示される待ち時間や乗り継ぎ時間などの列車速度以外を原因とする所要時間指標になる。本研究ではこれを実運転時損失時間（ROLTime，Real Operation Loss Time）と呼ぶことにする<sup>2)5)</sup>。

$$ROLTime \equiv EVTT - VFTT \quad (2)$$

例として示した表-3の場合，EVTTが4h21m，VFTTが3h35mなので，ROLTimeは0h46mとなる。

### (5) 滞在可能時間について

EVTTは計測がかなり煩雑なため，次のような簡易指標も存在する。滞在可能時間<sup>1)5),17)</sup>とは，ある都市を一定時刻（例えば6時）以後に出発し，一定時刻（例えば24時）以前に帰着する場合における目的地での滞在できる時間数である。形式的には1日での往復行動を模して計測しているが，朝夕の往復に用いられた（乗り継ぎを含めた）便のみをサンプルの対象としたEVTTと同様の指標として扱える（前述のa)～e)の各項目を比較的良好に反映）ことがわかっている<sup>17)</sup>。

### (6) 分析対象都市について

本研究ではイタリアの国内主要都市間の各種指標を計測するが，計測対象地点は主要都市を網羅しつつもイタ

リア全土になるべく散らばっていることが望ましい。そこで本研究では表-4に示すイタリアの人口上位10都市（上側）もしくは州都（下側，離島のSardegna自治州を除く）を対象とすることとした。図-1にはこれら都市の位置も示しており，分析対象路線としてはこれらをつなぐ高速鉄道および在来幹線鉄道（イタリア半島とシチリア島を結ぶ鉄道連絡船を含む）とした。なお，Molise州の州都Campobassoには幹線鉄道の駅が無く，全年次を通してのデータ取得ができなかったため北東約60kmに位置するTermoli駅を代用した。また，Abruzzo州の州都L'Aquilaにも幹線鉄道の駅が無いいため，南東約60kmに位置するSulmona駅を代用した。それ以外の都市については，それぞれ中央駅などの長距離旅客列車ターミナル駅を使って各種所要時間指標の計測をした。

### (7) 分析対象年次について

イタリアの高速鉄道開通は1977年以降であり，本格開通は1980年代後半以降であるが，1960年代以降に高速鉄道計画が策定されるなどしており，また既存の研究の結果を使った多国間の鉄道整備状況の比較分析の可能性などを考慮し，表-5に示した6年次について分析した<sup>2)5)</sup>。分析対象路線は前節で説明した都市間をつなぐ幹線鉄道とし，分析対象列車は平日に運行されているもののみとし，週末運転の列車や特定日だけ運転される列車は対象外とした。なお，本研究は都市間交通全般の分析では無く，鉄道網の利便性計測であるので，原則として鉄道以外の交通モードは分析対象では無い。

表-4 分析対象都市

番号	州（自治州含む）	都市名	人口 (千人)
1	Lazio	Roma	435.4
2	Lombardia	Milano	321.8
3	Campania	Napoli	310.7
4	Piemonte	Torino	227.8
5	Sicilia	Palermo	126.8
6	Lombardia	Brescia*	126.2
7	Puglia	Bari	126.0
8	Sicilia	Catania*	111.3
9	Lombardia	Bergamo*	111.0
10	Campania	Salerno*	110.5
11	Valle d'Aosta	Aosta	12.7
12	Veneto	Venezia	85.4
13	Umbria	Perugia	66.1
14	Emilia-Romagna	Bologna	101.0
15	Calabria	Catanzaro	36.2
16	Toscana	Firenze	101.4
17	Trentino Alto Adige	Trento	53.9
18	Basilicata	Potenza	37.1
19	Friuli-Venezia Giulia	Trieste	23.5
20	Marche	Ancona	47.4
21	Molise	Campobasso**	22.5
22	Liguria	Genova	85.0
23	Abruzzo	L'Aquila***	30.2

\*州都でない，\*\*Termoliで代用，\*\*\*Sulmonaで代用

## 5. 路線整備と表定速度の推移

### (1) 表定速度の計算方法

各種所要時間指標について分析する前に、イタリアの幹線鉄道網整備の特徴を知るため、Romaから、国内各方面の主要都市までの幹線の表定速度を計算した。

朝6時以降にRomaの長距離列車駅（Termini）を出発して目的地のターミナル駅に到着する列車と、深夜24時までにRomaへ到着する列車のうちの目的地側ターミナル駅を最も遅く出発する列車とで、表定速度の大きかった方についてその推移を図示したものが図-3および図-4である。途中で乗換えが必要であった場合は、その乗換え時間も所要時間に含めている。各図に示した表定速度を  $V_{ij}^{SC}$ 、路線長を  $L_{ij}$  とすると、次式のようになる。

$$V_{ij}^{SC} = \text{MAX} \left\{ L_{ij} / (T_j^{arr} - T_i^{dep}), L_{ij} / (T_i^{arr} - T_j^{dep}) \right\} \quad (3)$$

- $T_i^{dep}$  : 往路における*i*からの出発時刻
- $T_j^{arr}$  : 往路における*j*への到着時刻
- $T_j^{dep}$  : 復路における*j*からの出発時刻
- $T_i^{arr}$  : 復路における*i*への到着時刻

### (2) 北西部方面

図-3はRomaから北西部のTorino, Aosta, Genova,

表-5 使用した資料		
年次	資料名	出版社等
1963	Thomas Cook Continental Timetable, May 26-June 30 1963	Thomas Cook & Son Limited
1975	Thomas Cook Continental Timetable, May 1-31 1975	Thomas Cook Limited
1985	Thomas Cook Continental Timetable, June 1985	日本語版 ダイヤモンド社
1995	Thomas Cook European Rail Timetable, Summer 1995	日本語版 ダイヤモンド社
2005	Thomas Cook European Rail Timetable, Summer 2005	日本語版 ダイヤモンド社
2015	European Rail Timetable, Summer 2015	日本語版 ダイヤモンド社

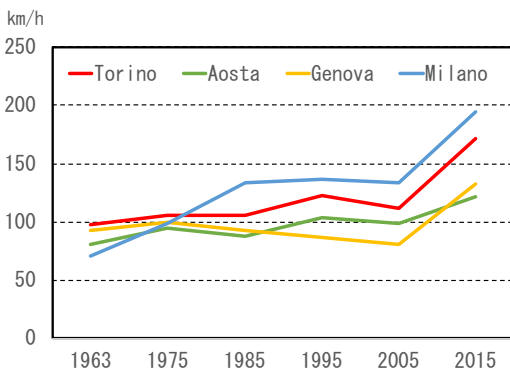


図-3 Roma発着の表定速度の推移(北西部)

Milanoにそれぞれ向かう場合である。現在は高速新線がMilanoを経由してTorinoまで整備されており、AostaやGenovaへも部分的に高速新線が利用できる。

1963年ではいずれの都市でも表定速度が100km/hを下回っているが、TEE（一等車だけで構成される国際特急列車）が運転され始めたことで1985年までにMilanoへの表定速度が130km/h台まで向上している。それ以外の都市については、電気運転の導入は進行したものの複線化は欧州他国に比べて遅く、高速新線の開業も無く、若干の改善にとどまった。1995年になると曲線を比較的高速で通過できる車両（Pendolino）が導入され始めることでさらに若干の改善は見られたが、高速新線の開通はRoma-Firenze間であり、Romaからの対北西部に関しては全行程の半分程度以下の距離であったため、大きな改善は無かった。2008年から2009年にかけて北西部に高速新線が開通し、RomaからMilanoを経由してTorinoまで高速新線がつながることで、特にTorinoやMilanoにおいて表定速度が大きく向上している。だが、初期に建設されたRoma-Firenzeの高速新線が250km/h運転で設計されていたり（日本の東海道新幹線並み）、車両が250km/h運転のものが多かったり、信号システムの改修が完了していないなどの課題があり、必ずしも欧州他国の高速新線沿線都市間の列車ほどの表定速度（250km/h超）には達していない。

### (3) 北東部方面

図-4はRomaから南東部のTrento, Venezia, Trieste, Bolognaの各都市に向かう場合である。現在はBolognaまで高速新線が開通するとともに、BolognaからVeneziaまでは220km/h運転対応の在来線改良区間がある。

1963年では各都市への表定速度は60~70km/h程度と遅く、その後の路線改良により若干の改善はあったが大きな向上があったのは1995年であった。1977年から1992年にかけて、Roma-Bologna間の一部をなすRoma-Firenze間で徐々に高速新線が開業するとともにPendolino車両が使用開始されることで、特にBolognaでは1995年において

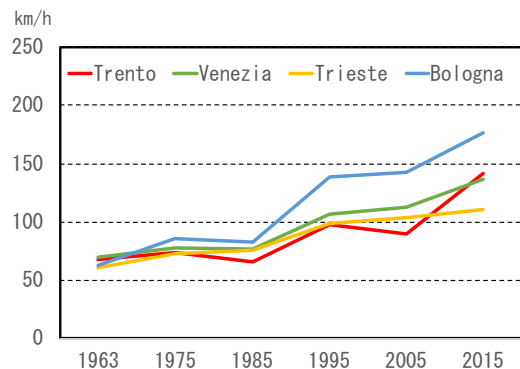


図-4 Roma発着の表定速度の推移(北東部)

表定速度が約140km/h程度（こだま号程度）に達している。他都市についてもBolognaまでは経路が共通であるので表定速度が向上している。2005年にBologna-Venezia間で在来線改良が行われ、2009年にはRoma-Bologna間で高速新線が使えるようになったことで、2015年までに各都市とも表定速度がさらに向上している。

(4) 中部および南部北側方面

図-5はRomaから中部のFirenze, Perugia, Anconaの各都市に向かう場合、および南部地域の比較的北側のSulmona (L'Aquilaの代用), Termoli (Campobassoの代用), Napoliの各都市に向かう場合についてのものである。PerugiaとSulmonaはアペニン山脈の山中であり、AnconaとTermoliについてはRomaの位置するティレニア海側から脊梁山脈であるアペニン山脈を挟んだアドリア海側に位置する。

1963年時点ではNapoliへは表定速度が約100km/hに達しているが、それ以外は60~80km/hと遅かった。1992年末現在の資料<sup>11)</sup>によると、FirenzeとNapoliへは複線電化されているものの、それ以外の各都市へはこの時点でも電化されているものの単線のままであり、これが影響していたと考えられる。山間部の曲線区間での速度向上が期待できるPendolino車がAnconaへ一時的に運転されたり、1988年以降は各都市への列車で使用されるようになったものの、表定速度の面では大きな影響が無かった。これは脊梁山脈を越える区間に単線区間がその後も残存<sup>18)</sup>していることが影響しているものと考えられる。Roma-Firenze間の高速新線が1977年から1992年にかけて段階的に開業するとともに、使用車両の関係から当初の最高速度が170km/hであったものが1988年のPendolino車の使用開始により250km/hに引き上げられることで、Firenzeへは表定速度が徐々に向上している。Napoliへは2009年に高速新線が開業しているが、朝夕の状況を反映させているこのグラフでは大きな影響は無い（早朝深夜の列車は高速列車ではなく単なるインターシティ列車のため）。

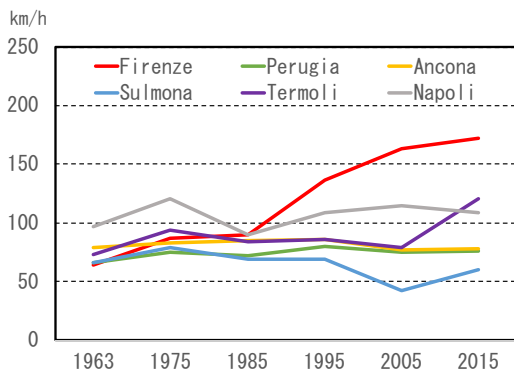


図-5 Roma発着の表定速度の推移(中部・南部北)

(5) 最南部方面

図-6はRomaから南部のBari, Potenza, Catanzaro, およびシチリア島のPalermoの各都市に向かう場合である。イタリア半島とシチリア島の間は現在も連絡船によって車両航送が実施されており、時刻表上は列車が直通運転されているような扱いになっている。高速新線についてはNapoli-Salerno間の30km弱だけであり、基本的には在来線のみである。1992年時点では非電化単線区間も多数あり<sup>11)</sup>、ごく近年でも大きな変化が無く<sup>18)</sup>、路線整備が遅れた地域になっている。

1963年時点ではBariへは表定速度が約85km/hであるが、それ以外は45~60km/hと極めて遅い。Bariへは徐々に表定速度が改善され、2015年には約125km/hになっている。現在、Bariへは高速新線建設の構想がある<sup>15)</sup>。それ以外の地域については、2015年時点でも70~85km/hであり、遅いままである。

6. 各所要時間指標の推移

(1) 滞在可能時間の推移について

図-7は分析対象都市間相互の滞在可能時間の推移を示したもので、図では初めて滞在可能時間が8時間以上（以下、「STAY ≥ 8h」と表現する）となった年次を示している（1963年…■, 1975年…▲, 1985年…●, 1995年…△, 2005年…×, 2015年…○）。図はOD形式になっており、左側に示した都市が出発側、上部に示した都市が訪問先の都市である。計測条件は朝6時に出発、深夜24時帰着という条件であり、STAY ≥ 8hとは片道あたりの移動時間が5時間以下に相当する（次節以降の分析と合わせてある）。

1963年はまだ高速新線が整備されておらず、ごく少数の豪華特急列車が運転されているだけであり、高速移動サービスを楽しむことができる区間は限られていた。滞在可能時間が長かったのは近距離区間がほとんどであり、Torino, Milano, Genova相互間ではSTAY ≥ 8hであったも

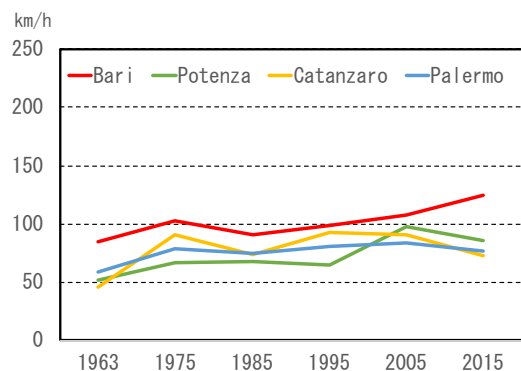


図-6 Roma発着の表定速度の推移(最南部)

の、首都Romaですら相互にSTAY $\geq$ 8hであった都市は Firenze, Perugia, Napoli, Salernoだけであった。南部の都市は特に利便が悪く、Catanzaroやシチリア島の PalermmoおよびCataniaについては発着どちら側についても8時間以上滞在可能な都市は無かった。

1975年は高速新線が着工されているものの、まだ利用可能ではなく、曲線を高速走行できるPendolinoも運転されていない。幹線鉄道の改善は複線化や電化が主であり、新たにSTAY $\geq$ 8hとなったのは、Genova, Firenze, Anconaを発着地とする区間など、区間数としては限定的であった。

1985年になると、少数の豪華特急が運転される形態から多数の都市間特急のIC（インターシティ）が運転される形態に移りつつある。高速新線についてはRoma-Firenze間のうち175km程度が開通しており、在来線と直通できる構造であったために徐々に利便性は向上している。しかし、新線の開業延長はまだ短く、新たにSTAY $\geq$ 8hとなったのは、高速新線を使わずにGenovaから北部のBrescia, Venezia, Bolognaを訪れる場合、あるいは、高速新線の一部を使用してBolognaからPerugiaやRomaを訪れる場合などであった。いずれも区間数としては限定的である。この時期においても南部の利便性向上は小さかった。

1995年にはイタリア初の高速新線（Direttissima）がRoma-Firenze間で完成しており、250km/h運転が始まっ

ている。在来線においても曲線を高速で走行できるPendolinoの本格的な営業運転が開始されている。RomaとMilano間相互やRomaからBolognaを訪れる場合などで新たにSTAY $\geq$ 8hとなった。Roma-Milano間では途中のFirenze（頭端式駅）を通過する列車も設定されている。Genova-Roma間にもPendolino車を使った列車の運行が開始され、滞在可能時間が増えている。

2005年時点では新たな高速新線の開業はなかったが、Pendolino車の運転区間が拡大することでAnconaやTermoliといった脊梁山脈を越える区間に関する都市での滞在可能時間が増加している。

2015年ではSalerno-Napoli-Roma-Firenze-Bologna-Milano-Torino間の南北軸をなす高速新線が完成しており、広範囲に利便性が改善している。Romaからは北部の各都市に対して相互にSTAY $\geq$ 8hとなったほか、やや南部のNapoliやSalernoについてもSTAY $\geq$ 8hとなる都市が増えている。しかし、この時期になっても南部の各都市を発着するケースではSTAY $\geq$ 8hとなる都市は少ない。

(2) 仮想最速所要時間の推移について

図-8は仮想最速所要時間（区間ごとの最速便がもし乗継ぎ可能であった場合の仮想的な所要時間）の推移を示したものであり、概ね乗車時間の理論的最小値と考えて差し支えない。図では初めて仮想最速所要時間が5時間以下（以下、「VFTT $\leq$ 5h」と表現する）となった年次

O \ D	Torino	Aosta	Genova	Milano	Bergamo	Brescia	Trento	Venezia	Trieste	Bologna	Firenze	Perugia	Ancona	Roma	Sulmona	Termoli	Napoli	Salerno	Bari	Potenza	Catanzaro	Palermo	Catania	
Torino		■	■	■	■	■		●		▲	△			○										
Aosta	■		×	■																				
Genova	■	▲		■	■	●		●		●	▲			△										
Milano	■	▲	■		■	■	■	■	▲	■	■	○	△	△			○							
Bergamo	■	○	■	■		■	○	○		▲	△		○	○										
Brescia	■		▲	■	■		■	■	■	■	△		○	○										
Trento				■	×	■		■	○	■	△													
Venezia	△		△	■	×	■	■		■	■	▲	○	△	○										
Trieste				△		■		■		■														
Bologna	■		▲	■	■	■	■	■	■		■	●	■	●			○	○						
Firenze	×		▲	■	×	×	○	▲	○	■	■	■	▲	■			×	○						
Perugia										■	■	■	■	■			○							
Ancona				×				×		■	●	■	■	■	×	×			○					
Roma	○			△	○	○		○		△	■	■	▲	■	■		■	■						
Sulmona													△	▲		×	○		○					
Termoli													▲				△		■					
Napoli				○						○	△	○		■				■		●	○			
Salerno											○		■				■			■	△			
Bari												△				■	▲				△			
Potenza																	△		■	■				
Catanzaro																		△						
Palermo																								▲
Catania																								▲

滞在可能時間が8時間以上となった年次

■ 1963年 ▲ 1975年 ● 1985年 △ 1995年 × 2005年 ○ 2015年

図-7 イタリア主要都市間の滞在可能時間の推移



を示している（凡例は図-7と同様）．図はOD形式であり，左側が出発側，上部が目的地側である．

1963年の段階では高速新線は無かったが，中部の都市間や南部北側の都市間でも比較的近距離の場合に  $VFTT \leq 5h$  となっただけでなく，Torino～Firenzeといった北部都市間相互の大部分において  $VFTT \leq 5h$  であった．北部は分析対象とした人口の多い都市が密に配置されていることも影響しているが，それを考慮しても最速列車の速度自体は大きかった野ではないかと考えられる．一方，Romaよりも南では  $VFTT \leq 5h$  となる都市間が少なく，列車の速度自体が低速であったと思われる．

1975年でも高速新線は未開業で，Pendolinoの運転も開始されていないため，複線化や電化による改善が主体である．PerugiaやAnconaなどの脊梁山脈を越えるような都市に関係する区間で改善が見られた．

1985年はRoma-Firenze間のうち一部区間が開業しているが，Pendolinoはまだ営業していない．この時期にはRomaと北部地域各都市との間で  $VFTT \leq 5h$  となっており，列車速度の面ではRomaまでの中部の都市と北部地域とが一体化したと見ることが可能である．

1995年には250km/h運転の高速新線がRoma-Firenze間で完成し，Pendolinoの営業運転も開始されている．高速新線が利用できる都市間では仮想最速所要時間が改善されているが，新たに  $VFTT \leq 5h$  になった都市間という点ではFirenzeやBolognaとNapoli附近との間など限定的で

あった．

2005年時点では新たな高速新線の開業はなかった．曲線の通過速度が向上しているPendolino車の運転区間が拡大しているが， $VFTT \leq 5h$  となるという観点では山間部のPerugiaに関する区間などだけであった．

2015年ではNapoli附近からRoma，Milanoを経てTorinoまでの高速新線が全通しており，利便性が大幅に向上している．2008年以降に開通した区間では300km/h運転対応のインフラとなっている（運転自体は250km/h）．Napoli附近と北部各都市との間で  $VFTT \leq 5h$  となったほか，北部から中部の都市間でもこの段階で初めて  $VFTT \leq 5h$  となった区間が見られる．すなわち，高速新線整備の乗車時間の面から見た影響は，新線の直接的な沿線都市間だけでなく，広範囲に広がっているといえる．一方，南部の都市間については2015年時点でもほとんど改善が行われていない．

(3) 期待所要時間の推移について

図-9に期待所要時間（移動時間の総合指標であり，乗車時間だけでなく運行頻度，乗継ぎの良否などを反映できる）の推移を示す．図では初めて期待所要時間が5時間以下（以下，「 $EVTT \leq 5h$ 」と表現する）となった年次を示している（凡例は図-7や図-8と同様）．図はOD形式であり，左側が出発側，上部が目的地側である．期待所要時間は列車の乗車時間相当の仮想最速所要時間に運

O \ D	Torino	Aosta	Genova	Milano	Bergamo	Brescia	Trento	Venezia	Trieste	Bologna	Firenze	Perugia	Ancona	Roma	Sulmona	Termoli	Napoli	Salerno	Bari	Potenza	Catanzaro	Palermo	Catania	
Torino		■	■	■	■	■	■	■	○	■	■	○	△	○		○	○	○						
Aosta	■		■	■	■	■	▲	○	○	▲	○	○	○	○										
Genova	■	■		■	■	■	■	■	○	■	■	■	▲	■			○							
Milano	■	■	■		■	■	■	■	■	■	■	■	■	●		○	○	○						
Bergamo	■	■	■	■		■	■	■	▲	■	■	×	▲	●			○							
Brescia	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■	●	■	●				○						
Trento	■	○	■	■	■	■		■	■	■	■	△	■	△			○							
Venezia	■	○	■	■	■	■	■		■	■	■	■	■	△	○	○	○							
Trieste	○		○	■	▲	■	■	■		■	■	○	▲	○										
Bologna	■	▲	■	■	■	■	■	■	■		■	■	■	■	▲	▲	△	△						
Firenze	■	○	■	■	■	■	■	■	■		■	■	■	■	△	△	▲	△			○			
Perugia	○		▲	▲	×	△	△	■	○	■	■	■	■	■	▲	▲	■	▲			○			
Ancona	△	○	▲	■	▲	■	■	■	▲	■	■	■	■	■	■	■	■	■	▲					
Roma	○		▲	●	○	●	△	●	○	■	■	■	■	■	■	■	■	■	▲	■	○			
Sulmona				○			○			▲	△	▲	■	■		■	■	▲	■					
Termoli				△			○	○		▲	△	▲	■	■	■	■	■	■	■	△				
Napoli	○		○	○	○	○	○	○		●	■	■	▲	■	■	■	■	■	■	■	▲			
Salerno				○			○	○		●	●	▲	●	■	▲	■	■	■	■	■	▲			×
Bari													▲	▲	■	■	■	■	■	■	■	▲		
Potenza											○					△	■	■	■	■	■	■		
Catanzaro														○		△	▲	▲	▲	△				▲
Palermo																								■
Catania																						▲	■	

仮想最速所要時間が5時間以内となった年次  
 ■ 1963年 ▲ 1975年 ● 1985年 △ 1995年 × 2005年 ○ 2015年

図-8 イタリア主要都市間の仮想最速所要時間の推移

行頻度や途中での乗継ぎ待ち時間等が加算されたものとなるため、数値が大きくなりがちである。朝夕と昼間の運行頻度や乗継ぎ利便性が同程度であれば、滞在可能時間で表現される利便性と同様の傾向になることがわかっている。

データのサンプリング方法は異なるものの、滞在可能時間と期待所要時間はともに乗車時間だけでなく出発時の待ち時間や途中の乗り継ぎ時間等が考慮された指標であり、本研究の計測条件下では、STAY ≥ 8h は片道あたり5時間以内相当なので、図-7と図-9とを比べると全般的には似た傾向になっている。だが、細部では異なっており、STAY ≥ 8hとなる年次の方がEVTT ≤ 5hとなる年次よりも早期である傾向にある。あるいは、近年の場合はSTAY ≥ 8hだがEVTT ≤ 5hではない都市間が散見される。これは、一日を通しての運行本数が確保しにくい場合は、旅行者の行動を考慮して朝夕発着の列車の運行が優先されたことが多いことを反映しているものである。表面的には便利なのは朝夕だけということになるが、別の表現をするならば、全体的な運行本数の確保ができない中で、朝夕の利便性を先行的に向上させて利便性の確保を図っているともいえる。

1963年では高速新線も振り子式電車Pendolinoも営業していない。EVTT ≤ 5hであったのは滞在可能時間の場合と同じく近距離間のみであり、Bologna以北の主要都市間ではEVTT ≤ 5hとなっている都市が多い。STAY ≥ 8hと

なる都市間とEVTT ≤ 5hとなる都市間に傾向の差はほとんど無く、特に大きな都市間は同じである。一部の都市（Trieste, Perugia, Bolognaなど）に関係する区間ではSTAY ≥ 8hだがEVTT ≤ 5hではない状態になっているといった差異がある（つまり、朝夕だけ便利）。一方、南部では期待所要時間の面でも利便性は低い。

1975年についても高速新線、Pendolinoともにまだ利用可能ではなく、複線化や電化が改良の主体である。新たにBologna-Genova間など計8区間でEVTT ≤ 5hとなった。EVTT ≤ 5hとなった区間の全般的傾向については、この年次についても滞在可能時間の場合とほとんど同じであり、一部の都市（北西部の山地に位置するAosta, アドリア海側のAnconaなど）に関係する区間で差異があった（朝夕だけ便利）。

1985年になると、都市間特急ICが運転開始されるとともに高速新線（Roma-Firenze間）の一部が利用可能であるが、振り子式電車Pendolinoはまだ営業運転されていない。新たにBolognaやGenovaなどに関係する計7区間でEVTT ≤ 5hとなった。EVTT ≤ 5hとなっている区間の傾向については、この年次についてもSTAY ≥ 8hの場合とほとんど同じであり、一部の都市（Genova, Veneziaなど）に関係する区間で差異（便利なのは朝夕だけ）があるが、高速新線が関係しているのはBologna→Perugia間の一部分だけであり、それ以外は高速新線とは直接的な関係が無い。

O \ D	Torino	Aosta	Genova	Milano	Bergamo	Brescia	Trento	Venezia	Trieste	Bologna	Firenze	Perugia	Ancona	Roma	Sulmona	Termoli	Napoli	Salerno	Bari	Potenza	Catanzaro	Palermo	Catania	
Torino		■	■	■	■	■		○		▲	○													
Aosta	■			△																				
Genova	■	x		■	■	■				▲	▲													
Milano	■	△	■		■	■	■	■		■	■		△	○										
Bergamo	■		■	■				○		■	x													
Brescia	■		■	■	■		■	■		■	△			○										
Trento				■	x	■		■		■	x													
Venezia				■	○	■	■		■	■	■		○	○										
Trieste						△		■		△	○													
Bologna	●		▲	■	■	■	■	■	△		■	△	■	●			○							
Firenze	○		●	■	○	▲		■		■	■	■	△	■			x	○						
Perugia										■	■	■	▲	■										
Ancona				△				○		△	●	■	■	■	●	▲								
Roma				○				○		△	■	■	△	■	■	■	■	■						
Sulmona													x	■										
Termoli													●		▲					■				
Napoli										○	△			■				■			■			
Salerno										○	○			■				■						
Bari																	■							
Potenza																				●	■			
Catanzaro																								
Palermo																								
Catania																								○

期待所要時間が5時間以内となった年次

■ 1963年 ▲ 1975年 ● 1985年 △ 1995年 × 2005年 ○ 2015年

図-9 イタリア主要都市間の期待所要時間の推移

1995年には高速新線がRoma-Firenze間で完成しており、曲線を高速走行できるPendolinoの営業運転も開始されている。新たにEVTT $\leq$ 5hとなったのは、北部都市間の3区間、中部と北部の都市間での12区間などであり、1985年までよりも比較的大きな変化があった。一方、南部都市間では変化は無かった。EVTT $\leq$ 5hとなっている区間とSTAY $\geq$ 8hの区間との傾向の差異については、Genova, Milano, Venezia, Firenze, Roma, Napoliといった大都市に關係する区間やAncona, Bariといった山岳部を通過する区間に依存する都市に關係する区間などで差異（便利なのは朝夕だけ）が見られる。前者は高速新線の開業、後者は曲線の通過速度を向上させることのできるPendolino車の営業に伴い、ともに1995年時点では全般的な需要については一日を通しての運行本数を確保するほどではないものの、朝夕発着の列車の運行を先行的に向上させて利便性の確保を図ったと考えられる。

2015年ではNapoli附近からRoma, Milanoを経てTorinoまでの高速新線が全通しており、新たにEVTT $\leq$ 5hとなったのは、Torino, Milanoおよび近隣都市のBerganoやBrescia, Venezia, Bologna, Firenze, Roma, Napoliおよび近隣都市のSalernoなど、高速新線沿線および一部区間で高速新線を利用可能な大都市に關係する区間がほとんどであり、計20区間である。南部についてはほとんど変化が無いが、この20区間にはシチリア島内のCatania→Palermo間が含まれている。EVTT $\leq$ 5hとなっている区間とSTAY $\geq$ 8hの区間との傾向の差異については、Bergano, Trento, Trieste, Perugia, Ancona, Bari, Sulmonaといった中規模都市とMilano, Firenze, Roma, Napoliといった大都市とを結ぶ区間で見られ、朝夕発着の列車の運行を先行的に向上させて利便性の確保を図ったと考えられる。

## 7. 路線網整備の特徴分析

### (1) 本章での分析方法

前章の分析では、主に速度面での利便性改善を表現できる仮想最速所要時間（VFTT = Virtual Fastest Traveling Time）を用いた分析と、乗継ぎ等を含めた総合的な利便性を表現できると考えられる期待所要時間（EVTT = Expected Value of Traveling Time）による分析とでは、表現されている改善の傾向が異なっていた。そこで、本章ではEVTTの改善を主に速度面（乗車時間）の改善とそれ以外の乗継ぎや運行頻度等の改善とに分離して分析することとする。分析にあたって、実運転時損失時間（ROLTime = Real Operation Loss Time）という指標を導入する。この実運転時損失時間ROLTimeは、既に式(2)で

定義した。

本研究ではEVTTやVFTTを概ね10年間隔で計測したが、鉄道政策の結果を分析するには計測間隔が細かすぎるため、1963年から1985年にかけての在来線改良が主体の時期と、1985年から2015年にかけての高速新線が大規模に整備された時期の2つに分けて分析する。

### (2) 1963年から1985年にかけての変化

図-10は、全ODについて各指標の改善量に関して図示したもののだが、横軸はROLTimeの1963年から1985年までの22年間の改善量（減少量）をとっており、右方ほど乗継ぎ時の待ち時間や運行頻度に起因する待ち時間等の速度以外の面での改善が大きく、左方ほど速度以外の面での利便性が悪化していると解釈できる。また、縦軸はVFTTの改善量をとっており、上方ほど速度が向上（乗車時間が短縮）しており、下方ほど速度が低下している。新線が整備されると旧線に比べて線形が直線に近くなるため、距離自体が多少短くなることもあるが、広義の速度向上と解釈し、以下、単に速度向上などと表現する。定義上、両指標の改善量の和はEVTTの改善量になるので、図の右上にプロットされたODほど総合的な所要時間に関する利便性が改善されたと言える。

この期間では、高速新線の開業はごく一部にとどまっておられ、曲線を高速で通過できるPendolinoも営業運転していなかった。複線化や電化が改良の主体であった。全ODペアのうちROLTimeが改善されたのは全体の約73%、VFTTは約89%で改善、EVTTは約74%において改善（図の「EVTT改善0分」の線の右上側）されている。

また、全ODペアのうち、約60%はROLTimeの改善量よりもVFTTの改善量の方が大きい（図中の右上がりの斜線より上側）という特徴がある。すなわち、この期間における輸送改善は、路線改良や車両の高性能化がともに行われたが、速度向上の方がやや優勢であったといえる。

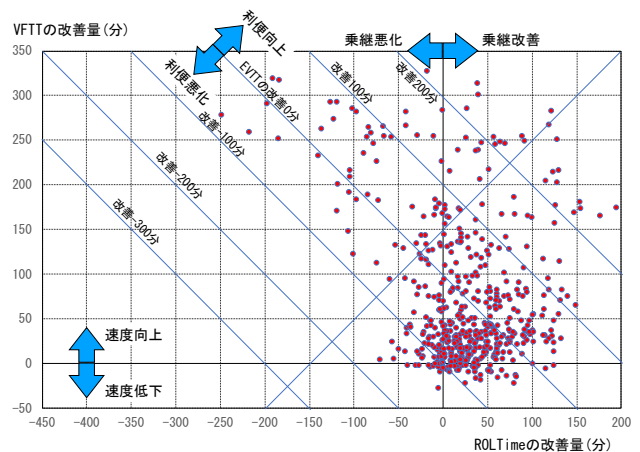


図-10 期待所要時間変化の構成('63→'85)

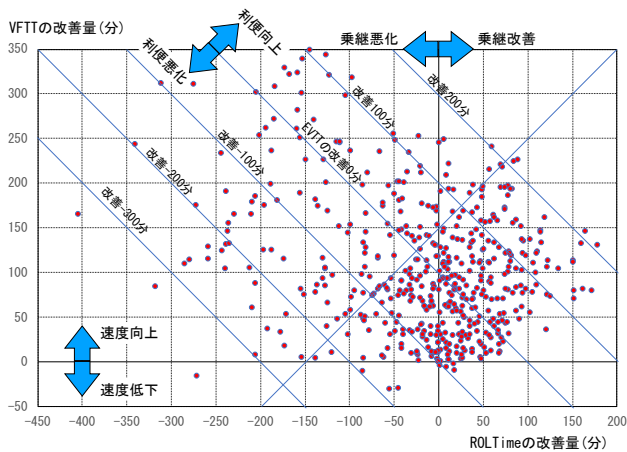


図-11 期待所要時間変化の構成('85→'15)

### (3) 1985年から2015年にかけての変化

図-11は図-10と同様の方法で作図したが、1985年から2015年にかけての30年間の変化を示したものである。

この期間にはNapoli附近からRoma, Milanoを経てTorinoまでの高速新線が全通しており、曲線の多い在来線の利便改善につながるPendolinoも営業運転が開始されている。

この期間では、全ODペアのうちROLTimeは約51%において改善されるとともに、VFTTは約98%で改善され、EVTTについても約52%で改善されている。全ODペアのうち、約84%については、ROLTimeの改善量よりもVFTTの改善量の方が大きく、高速新線が大幅に開業することで、速度面による改善が主体となったと言える。

ROLTimeの改善割合は、1963年と1985年の間では73%であったものが1985年から2015年の間では51%にとどまっているが、総合的な利便性を表現しうるEVTTの改善割合についても、1963年と1985年の間では74%であったものが1985年から2015年の間では52%にとどまっており、運行頻度や乗継ぎ改善といった面での課題解決が一般的な利便性の改善にとって重要であると考えられる。

## 8. おわりに

本研究ではイタリアの幹線鉄道網について分析した。約17,000kmの幹線鉄道網に対して現在までに約900kmの高速新線の建設が行われてきた。幹線鉄道網全体の規模は日本と大きく変わらないが、高速新線の建設延長は日本の1/3にとどまっている。地形の関係で在来線では曲線が多いため、曲線での走行速度向上に資する振り子式電車の導入が高速新線建設とともに積極的に行われ、都市間の列車の速度向上（乗車時間の短縮）は確実に実施されてきた。しかし、運行頻度が低かったり、乗り継ぎが必ずしも便利で無いなど、速度面以外での利便向上が

あまりなく、悪化しているケースがかなり多い。このため、イタリアの幹線鉄道網全般でも総合的な所要時間指標であるEVTTが必ずしも改善していない。

フランスの幹線鉄道網について分析した研究<sup>3)</sup>においても1985年以後のTGVの全国展開期において、全ODペアのうち、約65%についてはROLTimeの改善量よりもVFTTの改善量の方が大きく、速度面による改善が主体であったことが確認されている。だが、運行頻度や乗継ぎ利便性の面では悪化するケースも多く、EVTTの改善は比較的小さかったことが判明しており、EVTTの改善は全ODペアのうち75%であった。

スペインについて分析した研究<sup>5)</sup>では、1985年以後の高速鉄道の大規模導入期において、全ODペアのうち、約82%でROLTimeの改善量よりもVFTTの改善量の方が大きかったが、EVTTは全ODペアのうち約93%で改善されている。

つまり、フランス、スペイン、イタリアの3国は運行頻度向上や乗り継ぎ改善よりも速度向上を重視するという同じ方向性の幹線鉄道政策を実施してきたが、その結果は大きく異なっていることがわかった。この差の原因は何であろうか。

フランスでは最初的高速新線開業が1981年で最近の開業が2018年であり、単純計算で37年間の年間平均開業距離は約76kmである<sup>15)</sup>。同様にスペインでは1992年から2015年までの23年間の年間平均開業距離は約124km、イタリアは1977年から2016年までの39年間の年間平均開業距離は約23kmである。つまり、運行頻度向上や乗り継ぎ改善といった方針が明確に取り入れられていない政策に基づいて、高速新線導入などによる速度向上だけで一般的な利便性を改善しようとする、かなり積極的な高速新線建設が必要なかもしれない。

日本は1964年から2015年までの51年間では、高速新線の年間平均開業距離が約60kmになるが、フランスやスペインよりは高速新線の建設は低調である（近年に限って日本の年間平均開業距離を計算するとさらに低調）。また、幹線鉄道政策としては事実上、我が国の幹線鉄道整備政策は高速新線（新幹線）の建設しか手段を持たず<sup>19)</sup>、乗り継ぎ改善や運行頻度向上といった視点は現行幹線鉄道整備政策に含まれていない。詰まるところ、中途半端な幹線鉄道政策が漫然と続けられている状況なのではないだろうか。（図らずもスペインの研究<sup>5)</sup>と同様の結論に至った。）

### (3) 今後の課題

これまでに本研究を含めてスイス、日本、フランス、ドイツ、スペイン、イタリアの幹線鉄道整備政策を分析してきたが、高速新線建設をせずに近年まで列車の高性能

能化だけに頼ってきた英国についても分析をすることが考えられる。そして、それらの結果を比較考察することにより、今後の我が国の政策はどうあるべきかについて検討する必要があるのではなからうか。

### 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) 波床正敏, 中川大: 幹線鉄道におけるハブシステム構築の効果と意義に関する研究 -スイスの鉄道政策Rail 2000の効果分析を踏まえて-, 都市計画論文集, No.41-3, pp.839-844, 2006.
- 3) 波床正敏: TGVネットワーク展開期におけるフランス主要都市間の移動時間の特徴分析, 土木学会論文集D3(土木計画学), Vol.72, No.5, (土木計画学研究・論文集第33巻), p.I\_809-I\_820, 2016.
- 4) 波床正敏, 吉村晟輝: ドイツの幹線鉄道網発達に伴う主要都市間の移動時間変化, 土木学会論文集D3(土木計画学), Vol.74, No.5, (土木計画学研究・論文集第35巻), p.I\_991-I\_1004, 2018.
- 5) 波床正敏, 中村建世, 湯河孝允: スペインにおける高速鉄道導入に伴う主要都市間の移動時間の特徴分析, 計画学研究・講演集, Vol.58, CD-ROM, 2018.
- 6) Ennio Cascetta, Andrea Papola, Francesca Pagliara, and Vittorio Marzano: Analysis of mobility impacts of the high speed Rome-Naples rail link using withinday dynamic mode service choice models, *Journal of Transport Geography*, Volume 19, Issue 4, pp.635-643, 2011.
- 7) Ennio Cascetta, Pierluigi Coppola, and Vito Velardi: High-Speed Rail Demand: Before-and-After Evidence from the Italian Market, *disP - The Planning Review*, Volume 49, 2013 - Issue 2, pp.51-59, Published online: 01 Oct 2013.
- 8) Francesca Pagliara, Filomena Mauriello, and Antonio Garofalo: Exploring the interdependences between High Speed Rail systems and tourism: Some evidence from Italy, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Volume 106, pp.300-308, December 2017.
- 9) 一般社団法人海外鉄道技術協力協会: 世界の鉄道 *Railways of the World*, pp.174-177, ダイヤモンド・ビッグ社, 2015.
- 10) 山之内秀一郎: スピードアップとその課題, *運輸と経済*, 1983年8月号, pp.22-31, 財団法人運輸調査局, 1983.
- 11) 鉄道整備基金: 諸外国における鉄道整備方策に関する調査報告書(イタリア・スペイン), pp.63-84, 1995.
- 12) 児玉: イタリア国鉄の新幹線建設状況, *運輸と経済*, 1976年8月号, 財団法人運輸調査局, pp.84-85, 1976.
- 13) 瀧山養: 東西ヨーロッパ鉄道の印象, *運輸と経済*, 1976年3月号, pp.6-13, 財団法人運輸調査局, 1976.
- 14) 尾沢功: 最近のイタリア国鉄, *運輸と経済*, 1977年6月号, pp.68-71, 財団法人運輸調査局, 1977.
- 15) UIC(国際鉄道連合): HIGH SPEED LINES IN THE WORLD(2019年1月28日現在), [https://uic.org/IMG/pdf/20190128\\_high\\_speed\\_lines\\_in\\_the\\_world.pdf](https://uic.org/IMG/pdf/20190128_high_speed_lines_in_the_world.pdf), 2019年3月2日取得.
- 16) Jean Bouley, 広崎宗二(訳): ヨーロッパ高速鉄道網概観, *運輸と経済*, 1987年1月号, pp.4-15, 財団法人運輸調査局, 1977.
- 17) 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*, Vol.9, pp.69-76, 1991.
- 18) Eisenbahnatlas EU (2017年版), Schweers + Wall, 2017.
- 19) 波床正敏, 中川大: 全国新幹線鉄道整備法に基づく幹線鉄道政策の今日的諸課題に関する考察, *土木学会論文集D3(土木計画学)*, Vol.68, No.5, (土木計画学研究・論文集29巻), I\_1045-I\_1060, 2012.

(2019. 3. 10 受付)

## AN ANALYSIS OF TRAVELING TIME BETWEEN ITALIAN MAJOR CITIES ACCOMPANIED BY THE INSTALLATION OF PENDOLINO AND HIGH-SPEED LINE

Masatoshi HATOKO, Kyosuke SHIMO AND Hiroki SUKEDAI