

神戸電鉄

1. 路線概要

神戸電鉄線は、有馬線（湊川～有馬温泉間 22.5km）、三田線（有馬口～三田間 12.0km）、公園都市線（横山～ウッドタウン中央間 5.5km）、粟生線（鈴蘭台～粟生間 29.2km）、神戸高速線（湊川～新開地間 0.4km）の計 69.6km から成る。

新開地駅で阪急電鉄、阪神電気鉄道、山陽電気鉄道に連絡している。有馬線は湊川駅で神戸市営地下鉄、谷上駅で北神急行、三田線は三田駅で JR 西日本福知山線、粟生線は粟生駅で JR 西日本加古川線、北条鉄道に連絡している（図 1、図 2）。1 日当たりの列車総本数は全線の平日で 706 本、最高速度は 80km/h であり、路線の特徴としては急こう配（50%）、急曲線（R=200）が線区各所に存在し、こう配区間は全線の約 84%、曲線区間は全線の約 43% となっている。

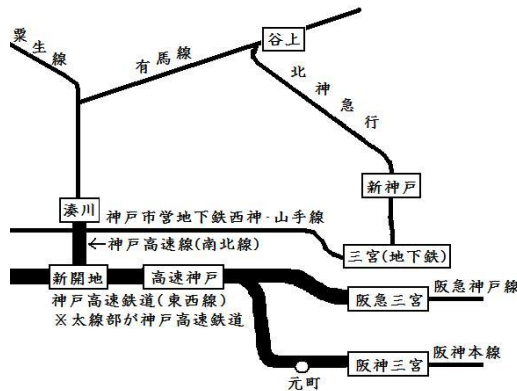


図 1 「神戸高速鉄道と乗り入れ私鉄路線」

2. 各路線概説

神戸電鉄線の各路線について概説する。

2.1 有馬線（湊川～有馬温泉間 22.5km）

六甲山地を 50%の勾配で越えて、神戸と古くからの温泉地である有馬温泉を結ぶ路線。ほとんどの列車は鈴蘭台駅から粟生線、有馬口駅から三田線へ直通する。朝夕に新開地～有馬温泉間の列車がある以外、原則として有馬口～有馬温泉間は折り返し運転をしている。このほか、新開地～鈴蘭台・西鈴蘭台間の区間列車がある。

谷上駅からの北神急行の開業により、谷上駅で遠から神戸市中心部までの所要時間が短縮されたが、運賃は北神急行・神戸市営地下鉄が別計算であるため、鈴蘭台経由の運賃より割高になっている。

2.2 三田線（有馬口～三田間 12.0km）

神戸市北区の有馬口駅から三田市の三田駅を結ぶ路線。有馬口駅で有馬線と、三田駅で JR 福知山線と接続し、三田地区と神戸市内を結んでいる。有馬口方面へ向かう全列車が同駅より有馬線へ直通する運転体系が取られていることから、同線とまとめて「有馬・三田線」と案内されることがある。

沿線は神戸三田国際・公園都市など宅地開発が進んだため大阪・神戸双方への通勤・通学路線となっており、輸送力強化のため全線複線化を望む声もあるが、1983（昭和 58）年の複線化工事認可以来、1991（平成 3）年に横山～三田間、

1998（平成 10）年に岡場～田尾寺間が完成したのみで、その他の区間については沿線開発による地価高騰から複線化用地の買収が進まず、また、神戸電鉄の経営状態から総事業費 400 億円（1997（平成 9）年時点）と見込まれる費用の捻出は困難であることから、ほとんど進捗していない。

2.3 公園都市線（横山～ウッディタウン中央間 5.5km）

三田市の横山駅からウッディタウン中央駅までを結び、神戸三田国際・公園都市のフラワータウン・ウッディタウンの中央を貫く路線である。横山駅では新開地側から分岐し、三田方面へ直通できるようになっており、福知山線利用による大阪方面への利用に重点が置かれている。現在は全線単線だが、一部区間を除いて複線化用地が確保されている。

2.4 粟生線（鈴蘭台～粟生間 29.2km）

神戸市北区の鈴蘭台駅から小野市の粟生駅までを結ぶ路線。鈴蘭台～木津間の急峻な 50%の勾配を越え、神戸市西区から三木市を中心に広がる住宅地と神戸市の中心部を結ぶ通勤・通学路線である。

粟生線は以前と比較して増発や編成増強などでサービスアップに努めているものの、慢性的な赤字を抱えたままとなっており、現状では路線の存続は危機的な状況が続いている。年間輸送人員は 1992（平成 4）年度の 1420 万人がピークで、2008（平成 20）年度では約半分の 729 万人にまで減少している。1998（平成 10）年度から 2007（平成 19）年度の 10 年間だけでも約 102 億円の累積赤字を抱えており、2004（平成 16）年度からは神戸電鉄が出した再生計画により国や兵庫県、神戸市・三木市・小野市など沿線自治体から補助金を受けてかろうじて路線を維持している状況にあったが、その計画も 2009（平成 21）年度で終了し補助も終了した。

2.5 神戸高速線（新開地～湊川間 0.4km）

神戸市兵庫区の新開地駅と湊川駅とを結ぶ、神戸高速鉄道の路線。神戸高速鉄道では南北線と呼ばれる。実質的には神戸電鉄有馬線の延伸であり、神戸電鉄のターミナルとなった新開地駅で阪神・阪急・山陽電鉄の列車と連絡している。神戸高速鉄道は第三種鉄道事業者として南北線を保有し、神戸電鉄が第二種鉄道事業者として列車を運行している。神戸電鉄における第二種鉄道事業者としての路線名称は、南北線ではなく神戸高速線である。

神戸高速鉄道は自社の車両を所有しておらず、南北線では全ての列車が神戸電鉄の車両により有馬線と一体的に運行されている。東西線とは軌間が異なるため直通はできない。

3. ワンマン化の経緯

神戸電鉄におけるワンマン運転の取り組みは、公園都市線の開業に先駆け、鉄道事業の効率的な運用を目指すことを目的として、1989（平成元）年に『公園都市線ワンマン運転検討委員会』を設立したことに始まる。ワンマン運転での運行による安全性、旅客サービスをはじめ、収支状況及びワンマン運行指導方針との関連など、あらゆる角度から慎重に検討を重ねるとともに、先行実施されている他社の見学、実態調査を行い、十分な教育訓練を経て、1991（平成 3）年 10 月 28 日より三田～フラワータウン間において、神戸電鉄線で初のワンマン運転が開始された。

1995（平成 7）年 1 月に起きた阪神・淡路大震災では神戸電鉄線も大きな被害を受け、経営にも少なからず影響を受けた。神戸市内の復興が進んでも、企業や工場の閉鎖や移転により利用者数は回復せず、輸送人員は 1996（平成 8）年度の年間 6850 万人をピークに 1998（平成 10）年度には 6145 万人まで減少した。当時の他社線におけるワンマン運転は比較的混雑率の低い線区で実施されていたが、神戸電鉄線での最混雑区間である、有馬線丸山～長田間における朝ラッシュ 1 時間当たりの平均混雑率は 135%で、ワンマン運転の実施にはなかなか踏み切れない状況だった。しかしなが

ら震災後、道路網の急速な整備により沿線から都心部への車による移動が容易となったこと、沿線と都心部とを結ぶバス路線の増加に加え、少子高齢化による就学就労人口の減少などにより、輸送人員は年々右肩下がり傾向が続き、さらなる運行コスト削減が急務となった。これらの状況に対応するため、2001（平成13）年に混雑率などから比較的ワンマン運転への移行が容易であった有馬口～有馬温泉間 2.5km を皮切りに、主要線区を大きく2つに分け、段階的に全線ワンマンに移行することとし、2004（平成16）年に新開地～粟生間 37.2km、2005（平成17）年に新開地～三田間 32.5km で全線ワンマン運転を実施するに至った。

4. 車両

いずれの車両も、急峻なこう配に対応できる設計となっていることが特徴である。1973（昭和48）年以降に製造された車両は阪急電鉄に似たマホガニー調の内装や濃オリーブ色の座席モケットが採用されている。全線ワンマン運転を開始した当初は、列車編成が5両、4両、3両の3種類があり、5両編成列車のみツーマン運転としていたが、輸送状況を見て2009（平成21）年のダイヤ改正時に5両編成列車を全て4両編成列車に置き換え、現在は4両および3両編成による完全ワンマン運転を実施している。

4.1 現有車両

4.1.1 6000系

神戸電鉄の最新形式であり、2008（平成20）年6月より営業運転が開始された。1994（平成6）年の5000系以来の新型車両で、ワンマン運転に当初から対応している。全車電動車の4両編成で、2本が在籍する。最高速度は80km/hであり、加速度3.0km/h・s、減速度3.3km/h・s（常用最大）の性能を有する。

車体は神鉄初のステンレス車体で、従来車両の赤に黒とゴールドのラインが配されている。全車が川崎重工業で製造され、車外の種別行先表示器には字幕式に加えてフルカラーLEDを神鉄では初めて採用した。

内装は阪急電鉄の車両と類似しているが、木目調パネルの色調や照明の方式、座席配置などが異なっている。客室内には液晶ディスプレイを設置し、次駅案内やドアの開閉方向などを知らせる。また、広告なども流せるようになっている。車両間の貫通扉はセンサー式の自動ドアとなっている。

4.1.2 5000系

1994（平成6）年から2000系をベースとし、制御装置をVVVFインバータ制御とした車両で、老朽化した初期高性能電車を置き換えるために製造された。全車電動車の4両編成で、10本40両が在籍し、神戸電鉄の最大両数となっている。地下鉄乗り入れなどを想定しない山岳鉄道としては、南海電鉄高野線のズームカーと並び、設計最高速度100km/h、起動加速度3.0km/h・sと高性能を有している。ワンマン運転には2002（平成14）年からの改造により対応している。車内は他の神鉄車両と異なり、ゴールデンオリーブ色のシート、木目調の壁など親会社の阪急電鉄の車両に類似している。

5000系は公園都市線を除く神鉄各線、神戸高速線で特快速から普通まで運用されている。



写真 1,2 「6000 系 (左)、5000 系 (右)」

(2010 年 8 月 3 日谷上駅にて (左)、2009 年 12 月 12 日新開地駅にて (右))

4.1.3 2000 系

公園都市線の開業に合わせ、3000 系以来のフルモデルチェンジ車として 1991 (平成 3) 年に登場した。2M1T の 3 両編成 3 本と、3M1T の 4 両編成 2 本の計 17 両が在籍している。ワンマン運転には、3 両編成は登場時から、4 両編成は改造により対応している。車体はアルミ合金製であり、前述の 5000 系はこの車両をベースに、VVVF 制御化・全電動車編成としたものである。

3 両編成は公園都市線、有馬線末端区間 (有馬口～有馬温泉間) で、4 両編成は有馬線、三田線、粟生線で主に運用される。

4.1.4 3000 系

1973 (昭和 48) 年から 1991 (平成 3) 年にかけて製造された神鉄初のアルミ合金車体の冷房車である。大きく分けて 1973 (昭和 48) 年から 1981 (昭和 56) 年まで製造された前期型と、1989 (平成元) 年から 1991 (平成 3) 年にかけて製造された後期型に分けられる。全電動車の 4 両編成で、9 本 36 両が在籍する。車体はアルミ地肌を生かしたクリアラッカー仕上げに、赤を基調とした塗装から、「ウルトラマン電車」の愛称がある。2002 (平成 14) 年からワンマン運転工事が施工された。

3000 系は有馬線、三田線、粟生線で運用されている。



写真 3 「2000 系」



写真 4 「3000 系」

(いずれも 2010 年 5 月 4 日撮影)

4.1.5 1100 系

4.1.5.1 デ 1100 形・サ 1200 形

1969 (昭和 44) 年から 1972 (昭和 47) 年に 13 編成が製造された 2 扉車。2001 (平成 13) 年から順次ワンマン化改造が施工され、これに伴う編成組み換えにより一部車両が余剰廃車された。

4.1.5.2 デ 1150 形・サ 1250 形

1977 (昭和 52) 年から 1987 (昭和 62) 年に各 1 編成が製造されたデ 1100 形・1200 形の 3 扉仕様車。2001 (平成 13) 年からワンマン化改造が施工された。

4.1.5.3 1500 形・1600 形

デ 1150 形・サ 1250 形をベースとし、1991 (平成 3) 年に製造された 1000 系列最後の新造車グループ。公園都市線の 2000 系が検査入場する際の予備車として製造された。公園都市線の運用に対応し、製造時からワンマン運転対応であった。

4.1.6 1300 系

1971 (昭和 46) 年に登場した車両。先頭車・中間車の区別と登場年代により 4 形式に分けられる。1000 系を元に 2 両編成としたグループで、デ 1300 形・デ 1320 形・デ 1350 形・1370 形に分類される。

4.1.6.1 デ 1300 形

1971 (昭和 46) 年から 1973 (昭和 48) 年にかけて 5 編成が製造された 2 扉車。1996 (平成 8) 年から 1997 (平成 9) 年にかけて 4 編成が廃車され、一部の運転台は後述の 1370 形に流用された。現在は 1309 編成のみ在籍し、デ 1350 形 1361 編成と 4 両固定編成を組み、ワンマン化されている。

4.1.6.2 デ 1320 形

1975 (昭和 50) 年から 1979 (昭和 54) 年にかけて製造されたデ 1300 形の 3 扉中間電動車仕様で、1300 形 2 両編成の中間に挿入された。後に全車が先頭車化改造により後述の 1370 形になったため、形式消滅した。

4.1.6.3 デ 1350 形

デ 1300 形の改良車で当初から冷房を搭載した 3 扉車。1979 (昭和 54) 年から 1987 (昭和 62) 年にかけて 6 編成が製造された。現在は全編成が 4 両固定編成化されワンマン化されている。

4.1.6.4 1370 形

デ 1320 形の先頭車化改造車で、1996 (平成 8) 年から 1997 (平成 9) 年に廃車となったデ 1300 形・デ 1050 形の運転台を接合して 3 編成が登場した。2001 (平成 13) 年までは主に粟生線で 1100 系との 5 両編成運用に使用されていたが、現在はワンマン化改造により、4 両固定編成となっている。



写真5「1100系」



写真6「1300系」

(いずれも2010年5月4日撮影)

5. 運賃收受方式

全線でワンマン運転を実施しているが、列車内で料金を收受する方式ではなく、駅の改札口を利用する、いわゆる「都市型ワンマン」の方式を採用している。

6. 列車種別

・特快速：有馬線、三田線における最速達種別であり、朝ラッシュ時に三田発新開地行きのみ1日2本（土日は1本）運行されている。三田線においては唯一線内で通過駅のある種別であり、岡場駅を出ると北神急行との乗換駅である谷上駅までノンストップとなり、谷上駅から新開地駅までの停車駅は急行と同じである。快速の上位種別であることから、英語では「Special Rapid Express」（直訳すると特別快速急行）と表記されている。種別名が「特快速」となったのは、かつて運転されていた「特急」と「快速」との間の位置づけのためである。

・快速：粟生線系統のみの運転で、粟生～新開地間で運転されている。粟生線における最速達種別でもある。下りはタラッシュから夜間にかけて、上りは早朝から運転される（土休日は下りのみ運転）。英語では他社と違い「Rapid Express」と表記している。停車駅は、急行の停車駅から木幡駅と栄駅を抜いたものである。かつてはこの種別が急行として運転されていたが、現在の急行列車を追加設定した際に快速に改称された。その後1998（平成10）年3月に急行に格下げされる形で廃止されていたが、2009（平成21）年のダイヤ改正で11年ぶりに設定が復活した。

・急行：三田線三田～新開地間は朝タラッシュ時、粟生線粟生～新開地間は朝ラッシュ時に粟生発の片道のみ運行される。かつてはタラッシュ時の粟生行き急行も設定されていたが、2009（平成21）年3月のダイヤ改正で快速に格上げされた。快速が廃止されていた間、粟生線においては最速達種別となっていた。

・準急：朝タラッシュ時のみの運転で、鈴蘭台駅以北は有馬線・粟生線とも各駅に停車する。2007（平成19）年3月のダイヤ改正前は、日中にも運転（上りは三田線方面のみ、下りは粟生線方面のみ）されていたが、同改正で日中の準急は普通に格下げされた。

・普通：三田～新開地間と、粟生・小野～新開地間で終日運転される。各駅に停車し、日中はそれぞれ毎時4本、すなわち鈴蘭台～新開地駅間は毎時8本になる。また、有馬口～有馬温泉間や、車庫がある鈴蘭台駅を始発や終着とする区間列車がある。

7. ワンマン運転の設備

7.1 ワンマン運転実施にあたり

ワンマン運転を全線に拡大するにあたっては、先行して行っていた公園都市線でのワンマン運転の設備、取り扱いをベースにすることを踏まえ、公園都市線のワンマン運転を踏襲することができるのか、どのような改良が必要なのかを取りまとめ、ここでも他社の設備との比較検討も行き、以下に安全運行を確保するか、運転・技術両分野で議論を行った。神戸電鉄線の線路条件は急曲線ホームが多いこと、連続急こう配線の上ホーム長の余裕が少ないことが挙げられる。特に曲線ホームの 27 駅には、ホームミラーに加えて ITV を設置している。これらの設備は、乗客の安全に直接かかわるものであることから、よりよい視認性の確保ためにカメラの増設、カメラ位置の変更、太陽光などの写りこみ防止のフード設置など、現在でも年間を通しての検証、修正を繰り返している。扉の操作については、できるだけホーム上及び車内の様子を直接目視で確認することにより安全性の向上を図るため、従来車掌が車掌スイッチを操作していたのと同じ姿勢で操作できるようにしている。

7.2 ワンマン運転の地上設備

7.2.1 ホームミラー

列車の停止位置から前方の適切な個所にミラーを設置し、出発時、運転士が列車付近の状況を確認するために使用する。

7.2.2 ITV カメラ

曲線などにより運転士から直視が困難な場所に ITV カメラを設置し、運転士が乗降確認または起動時の監視を行う際に使用する。

7.2.3 非常通報ボタン

ホームと車体の隙間が 200mm 以上の箇所があるホームに設置し、異常時に巡回中の係員や乗客が非常通報ボタンを押すことで、アクシデント合図器が動作し運転士に知らせる。

7.2.4 転落支障報知装置

ホームと車体の隙間が 200mm 以上の箇所に設置し、乗客が転落したときには、軌道に設置された検知マットが転落を検知し、アクシデント合図器が動作して運転士に知らせる。

7.2.5 転落防止警告灯

ホームと車体の隙間が 200mm 以上の箇所のホーム側面部に設置し、列車在線時に回転警告灯が点灯し、ホームと列車の隙間が広いことを乗客に知らせる。

7.3 車両設備

7.3.1 乗務員支援装置

乗務員の扉誤操作による事故を未然に防止し、運転保安度の向上を図ると共に乗務員の負担軽減を目的として設置している。

①ホーム方向、ホーム有効長判定機能

ホーム手前の軌間に設置した ID プレートから、ホームの左右方向、乗降可能範囲データを取得し、扉開閉可能な方向を判定し、停止位置での乗降の可否を判定する。

②扉誤操作防止機能

①から、列車停止位置が乗降可能範囲であればホーム側の扉ロックが解除される。反対側ホーム方向の車掌スイッチを操作した場合及び列車停止位置が乗降範囲を超えている状態で車掌スイッチを操作した場合は、扉はロックされたままとなり音声により警告する。

7.3.2 発報信号装置

列車防護が必要な場合に、列車無線装置に付加した発報装置のボタンを押すことにより、運行中の全列車および運転指令所のモニタに発報信号を現示する。

7.3.3 デッドマン装置

マスコンの全ての位置において手を離すと、一定秒数後に非常ブレーキが動作する。

7.3.4 非常通報装置

客室内で異常が発生した場合、乗客が非常通報装置（各車両 2 か所）の押ボタンを操作すると、運転士との通話が可能になる。また、通報した車両番号が運転台に表示される。

7.3.5 自動放送装置

始発駅、行先駅、種別などの運行設定により、車内では案内放送（CM 放送、タイミー放送ふくむ）および案内表示器の表示、車外では到着時の車内放送、出発時には注意喚起の放送を自動的に行う。

7.3.6 車両連結面間転落防止装置

ホーム停車中の列車連結部からホームの乗客が軌道内に転落するのを防止するため、車両連結面にガードを設置している。

7.3.7 戸閉めセンサー

車両の各扉の上部（車外）に戸閉めセンサーを設置し、指先のような厚みの薄いものでも車外から扉に挟んでいる場合は、センサーにより検知し、運転台に設置されている戸閉めセンサー表示灯により運転士に知らせると共に列車が起動しないシステムになっている。

8. 考察・まとめ

ワンマン運転は、列車運行においてトラブルが発生すると、安全確認や事故・故障処置はもちろん、乗客の案内や誘導等を乗務員一人で対応しなければならない場面も多く、運転指令員・乗務員・駅係員がいかにもく連携をとり、協力して対応するかが重要となってくる。神戸電鉄では様々なワンマン運転用機器を設置することで、乗務員支援や乗客の安全・快適性の確保に努めているように見受けられる。

路線概説の項でも述べたが、現在も粟生線を中心に鉄道利用者の減少に歯止めがかからず、厳しい状況が続いている。地域密着型の鉄道事業者として、きめ細かいサービスの展開により、乗客の満足度向上とともに鉄道事業の根源である「輸送の安全確保」に万全の態勢で取り組んでいくことが求められるのではないかと。

参考文献

『鉄道ピクトリアル』No.711（2001年12月臨時増刊号）、鉄道図書刊行会

有岡宣夫「我が社のワンマン運転」『運転協会誌』No.613（2010年7月号）、日本鉄道運転協会、17-21頁