

第2章 車両

緩急接続を担う車両—緩／急の両面から—

農学部 2 回生 逸村 直也

工学部 2 回生 松本 卓也

医学部 1 回生 上田 尚徳

1. はじめに

ここでは、「緩急接続」について車両運用の側面から論じようと思う。

まず、緩急接続を行う各路線を分類する切り口として、「緩・急に使用する車両を区別しているか否か」という観点をを用いることとする。この観点から大別すると、区別している路線として京阪・阪神・京急・JR 京都線など、区別のない路線として東武などが挙げられる。

ただし、この観点で全路線が明確に分類できるものではないことはご了承ください。例えば、京阪においては、普通運用にも使われる 6000 系や 7200 系がラッシュ時においては特急運用としても多く入る。この事実からでは、上の定義において京阪は厳密に緩急の車両を区別しているとは言い切れなくなる。とはいえ、京阪を区別している路線としたのは、8000 系を特急用車両と発表していることと、6000 系と 7200 系の特急導入がラッシュ対策という京阪の意図が垣間見え、ある意味車両の運用区別を行っていると考えられることによる。

このように、どの運用に着目しどの運用を例外だと見る際には、若干主観的にならざるを得ないことをご了承いただきたいと思う。主観による解釈のブレを軽減するために、実際の運用より、車両用途の区別が鉄道会社側から発表されているかどうかを重要視することとしている（例:京阪では公式ホームページにおいて 8000 系を特急用車両と発表している）。

なお、他線区乗り入れを実施しており線内車両と車両規格が異なる場合はおのずと車両が区別されることがあるが、本年度の研究テーマである緩急接続と外れるので、それだけでは緩急車両の区別とは解釈しないこととしている（例:近鉄 3200 系、3220 系）。

以下では、車両の区別を行っている路線においてより特徴的な緩・急双方の車両に焦点を当て、緩急接続に関して考察していこうと思う。

2. 効率よく「緩」を担うために～高加減速車両～

2.1 背景

緩急接続を行う鉄道において、優等列車がいかに早く目的地に着くか、そしてその優等列車に伍する緩行列車が、いかに邪魔にならないように上手く接続するかは重大な課題である。そのためには優等列車用の車両のみならず、緩行列車用の車両も性能を向上させることが求められる。

昭和 30 年代になると、沿線人口の拡大から私鉄各社で通勤輸送の需要が高まった。ラッシュ輸送が、新車投入で優等列車から引退した旧型車を投入するこれまでの方法ではさばき切れず、緩行列車が遅れることで優等列車の遅れも恒常的なものになる恐れがあった。そこで、高加速度、高減速度の車両を製造して緩行列車に投入することが考えられた。

高加減速度性能を持つ車両で運転する緩行列車は出発後、一気に加速、減速して次の待避線に入り、素早く本線を空けることで、次にやってくる優等列車を早く通すことが可能になる。これによってダイヤに余裕を持たせたり、優等列車と緩行列車の表定速度を向上させたりすることができ、緩急接続における乗客へのサービス向上に繋がる。

ここでは、緩急接続において「緩」の部分を担当（担った）象徴的車両として、この高加減速度性能を有する車両たち、近鉄「ラビットカー」、京阪「スーパーカー」、阪神の「ジェットカー」を挙げ、その変遷を追う。いずれの車両も昭和 30 年代に各駅停車用として新造投入された車両であり、それぞれの会社でその後の通勤用車両の基本スタイルを築いている。中でも阪神「ジェットカー」は現在に至るもその性能を受け継いだ車両が新製、使用され続けており、特に重点的に扱う。

なお、以降の文中において「加速度」といった場合は速度 0 からの起動加速度を、減速度といった場合は常用減速度を示すものとする。

2.2 近鉄 6800 系「ラビットカー」

1957（昭和 32）年、南大阪線阿倍野橋口の各駅停車用として近畿車両が製造。モ 6800 形の偶数車と奇数車の 2 両をユニットとし、1 両に 75kW の電動機を 4 個永久直列に装備、それら 2 群を並列起動とし、全電動車方式により加速度 $4.0\text{km/h}\cdot\text{s}$ としている。また発電ブレーキ併用の電磁直通ブレーキを装備し、減速度 $4.5\text{km/h}\cdot\text{s}$ を得ている。急行や準急の合間に各駅停車として高速走行する様を兎になぞらえ、「ラビットカー」と名付けられた。増結用で単車走行可能なモ 6850 形と合わせて 1963（昭和 38）年までに 40 両が制作された。

当初は単独で各駅停車に運用されていたが、沿線人口の急増より、短編成で適していたこともあって、増結車両として急行や準急などにも用いられることになった。そのため 1969（昭和 44）年度に、減速度が、続いて登場していた 6000 系と同じ $4.0\text{km/h}\cdot\text{s}$ に下げられ、併結が可能にされた。

1983（昭和 58）年から廃車が始まり、1993 年（平成 5）年をもって形式消滅したが、改造された車両が 2 両のみ養老線（現・養老鉄道）で活躍している。

2.3 京阪 2000 系「スーパーカー」

1959（昭和 34）年、普通用に新造投入されたのが 2000 系である。1650 形で行われていた電動機やブレーキの先行試験を受けて、川崎車輛（現・川崎重工）とナニワ工機（現・アルナ車両）が製造を担当、日本の平坦線用の車両として初めて新造時より常用回生ブレーキを装備し、1 両に 75kW の複巻電動機を 4 個永久直列に装備し、分巻磁界を磁気増幅器で制御する全電動車方式を採用、加速度 4.0km/h・s、減速度 4.5km/h・s という性能を示した。

1960（昭和 35）年 3 月 28 日に行われたダイヤ改正で、天満橋～枚方市間の区間急行に投入された。その高加減速の性能により、当時急行で 23 分かかっていた同区間を、守口（現・守口市）～枚方市間の各駅に停車しながら、27 分で結ぶことができた。1966（昭和 41）年までに計 100 両が製造され、普通などにも投入された。

やがて編成の長大化とともに付随車を組み込むなどして性能を落とすようになり、1978（昭和 53）年から 1982（昭和 57）年までに廃車され、全車が 2600 系へと改造された。これは 1983（昭和 58）年の京阪線の昇圧（600V→1500V）を控え、2000 系はその電動機の構造のため昇圧対応改造が困難であったことから、車体や台車を中心に再利用して、新たな車両に作り直されることになったためである。2600 系は現在も活躍を続けている。

2600 系への改造後は加速度 2.5km/h・s、減速度 4.0km/h・s と他の京阪通勤車と同等の性能になっている。

2.4 阪神「ジェットカー」5001 形から 5500 系まで

阪神間を結ぶ鉄道において、阪神本線は阪急神戸線や東海道本線に比べ駅数が多かった。そのため三社間の速度競争の中で、阪神は高速性能重視の急行系車両と加速性能重視の普通系車両の 2 本立てで車両整備を進めていった。

1954（昭和 29）年に登場した特急車 3011 形より、阪神は車両の大型化を開始、普通系車両にも 1958（昭和 33）年、試作車として 5001 形 2 両が登場した。日本車輛が 5001、川崎車輛（現・川崎重工）が 5002 の製造を担当、両車は台車が異なり、車体の細部にも差があった。1 両に 75kW の電動機を 4 個永久直列に装備して並列制御とし、発電ブレーキ併用の電磁直通ブレーキを装備することで、加速度 4.5km/h・s、減速度 5.0km/h・s という性能を得た。この高加減速によって乗客の転倒が起こる可能性を考慮し、扉間窓中央部にクロスシートを配した変則的なセミクロスシート配置とし、掴み棒も多く設置された。車体はクリームとグリーンに塗られ、「アマガエル」の愛称が付けられた。

翌 1959 (昭和 34) 年より、量産車として両運転台の 5101 形が 10 両、片運転台の 5201 形が 20 両、汽車会社、川崎車輛 (現・川崎重工)、日本車輛の 3 社の担当で製造された。5201 形の汽車会社製の最初の 2 両は無塗装のステンレスカーであり、「ジェットシルバー」の呼称が与えられた。その他の車両は急行系車両の「赤胴」に対して「青胴」と呼ばれることになる、上半部が「クリーム」、下半部が「ウルトラ・マリンプルー」の塗装となり、「ジェットブルー」と称された。これらの車両も 75kW の電動機を 4 個装備しており、加速度 4.5km/h・s、減速度 5.0km/h・s の性能を持っていた。

5001 形・5101 形・5201 形合わせて 32 両が出揃ったところで、1960 (昭和 35) 年 9 月 15 日にダイヤ改正が行われた。これまで小型車 3 両で運転されてきた普通は、全てこれら高加減速度の大型車 2 両で置き換えられ、普通で 75 分かかっていた梅田～元町間の所要時間を 60 分にまで短縮した。優等列車の退避の無い早朝深夜には 45 分で運転を実施していた。合わせて 20 分間隔だった特急の 10 分間隔への増発も行われている。

続いて 1961～63 (昭和 36～38) 年に、日本車両・汽車会社・川崎車輛によって 24 両製造された 5231 形により、旧型車が一扫されるとともに、普通列車の 3 両編成化が行われた。さらに 1964 (昭和 39) 年には汽車会社で 5151 形が 2 両製造され、1967 (昭和 42) 年 11 月の昇圧後 (600V→1500V) も、ジェットカーの全車が改造を受けて引き続き使用された。

さらに昇圧直後から 1969 (昭和 44) 年にかけて 2 両編成 5 本の 5261 形と、単車走行可能な 5311 形 4 両が武庫川車両において製造された。普通列車は、分割併合でラッシュ時 4 両、昼間 3 両、夜間 2 両という運用になった。1970 (昭和 35) 年に製造された 5261 形の 5271～5274 には阪神ジェットカーとして初めて冷房が搭載された。ただ、急行系車両への冷房装備が優先されたため、当分の間この 4 両が冷房を装備した唯一のジェットカーとなった。

1975 (昭和 50) 年に急行系車両の冷房装備が完了し、ジェットカーの冷房化に移った。1977 (昭和 52) 年にまず 5261 形の 10 両が冷房改造された。初期のジェットカーである 5001 形、5101 形、5201 形の 32 両は老朽化から冷房化されることなく、1977 (昭和 52) 年から 1981 (昭和 56) 年にかけて武庫川車両で製造された 2 両編成 16 本の 5001 形 (2 代目) によって置き換えられて消滅した。

2 代目の 5001 形は冷房装置が搭載されるとともに、これまでの 75kW の電動機から 90kW のものに若干強化された。また一部の車両は 5101 形や 5201 形で換装されていた台車や電動機を流用している。加速度 4.5km/h・s、減速度 5.0km/h・s の性能はこれまでのジェットカーと変わらない。

1979（昭和 54）年には 3 両での運転が無くなり、昼間は終日 4 両、夜間 2 両の運転となった。単車運転可能な 5151 形と 5311 形は 1980（昭和 55）年に冷房改造と同時に、2 両ユニット化と再生ブレーキ付きの電機子チョップ制御への改造が行われた。実用試験の結果、電力節減効果が認められ、翌 1981（昭和 56）年から 5131 形 14 両、5331 形 10 両が武庫川車両で製造された。

5231 形の廃車発生品である台車と 75kW の電動機を使用し、5131 形は東芝製、5331 形は三菱製の電機子チョップ制御を搭載して 1983（昭和 58）年まで製造された。加減速度の性能は変わらない。5131 形と 5331 形により 5231 形は全車置き換えられ、ジェットカーの完全冷房化と同時に阪神の営業用車両 100%冷房化が達成された。

1987（昭和 62）年に普通列車が終日 4 両化され、ジェットカーは同一形式で 4 両編成を組んで中間の運転台撤去が行われるようになり、さらに更新工事が進められた。

1995（平成 7）年の阪神淡路大震災では、ジェットカーのうち 8 両（5151 形 2 両、5261 形 4 両、5331 形 2 両）が被災廃車となった。この代替として同年、5500 系が投入された。1 両に 110kW の誘導電動機を 4 個装備した 4 両編成で、阪神初の VVVF インバータ制御を採用し、塗装もこれまでの「青胴」の塗装から、上半部「アレグロブルー」下半部「シルキーグレー」とされた。加速度 $4.0\text{km/h}\cdot\text{s}$ 、減速度 $4.5\text{km/h}\cdot\text{s}$ と、加減速度の数値はそれぞれこれまでより $0.5\text{km/h}\cdot\text{s}$ 下げられているが、中高速域の加速性能の向上で、従来車と同じダイヤで走ることができる。他社の新形式が車体の軽量化や電動機の高出力化で電動車の比率を下げている中で、5500 系は高加速度と加速時の粘着力を維持するための全電動車方式を貫いている。

5500 系は 2000（平成 12）年までに武庫川車両と川崎重工により 9 本、36 両が製造され、5311 形の 2 両と 5261 形全車を廃車に追い込んだ。



図 1 「5311 形(前 2 両)+5331 形(後 2 両)」



図 2 「5500 系」

(いずれも 2008 年 10 月 11 日、阪神大物～杭瀬間、逸村撮影)

2.5 高加減速車両のまとめ

近鉄「ラビットカー」、京阪「スーパーカー」はいずれも、高加減速な車両による各駅停車の運転を目指しながら、乗客の増加によって編成を長くする必要が生じ、付随車を組み込んだり、他形式と併結したりして全電動車方式による高加減速度を維持できずに終わっている。高性能な全電動車方式は一方では不経済であり、小型大出力の電動機が実用化してきたこともあって、京阪・近鉄両社ともに、後の通勤用車両は付随車と大出力の電動機を装備した電動車の組み合わせが主流になっていき、各駅停車のみで使用される車両は作られなくなっていく。

一方、阪神「ジェットカー」シリーズは最新の 5500 系に至るまで全電動車方式を採用し、その高加減速性能を生かした普通列車の運用を続けている。これは本線が比較的短いため運用数も少なく、編成数を多くする必要がなかったこと、沿線人口の増大が穏やかであり、編成をさほど長くする必要がなかったためと考えられる。

3. 優等列車運用に特化していると考えられる車両形式

3.1 序論

優等列車運用に特化していると考えられる車両形式（以下、優等車両）とは、間合い運用を除き主に特別料金の要らない優等列車に使われている車両形式である。また、臨時運用を除き主に緩行列車に使われている車両を緩行車両とする。

優等車両は、その運用される路線で比較的長距離を移動する乗客を主眼に置いて設計されている。そのため積極的にクロスシートを採用し、より優等な列車に使われる車両ほどドア数も少なく抑えられている。

そしてここでは、その優等列車が停まる駅の多くで緩急接続が行われていて、かつその形式独特の装備を有している車両形式として、京浜急行電鉄 2100 形と、京阪電気鉄道 3000 系（2代）を挙げる。

3.2 京浜急行電鉄 2100 形

この形式は、京浜急行電鉄（以下、京急）で、主に京急本線系統の最優等列車である快特に使用される。1両あたりの扉数は片面 2ヶ所、座席はすべて 2+2 席のクロスシートである。この形式の特徴は、その最高速度と、加減速度にある。設計最高速度は 130km/h、営業最高速度は 120km/h であり、これは特別料金の要らない大手私鉄の優等車両の中で最速である。また、公表されている起動加速度は、3.5km/h・s、減速度は常用時最大 4.0km/h・s、非常時 4.5km/h・s であり、これも大手私鉄の優等車両の中で最速である。

その俊足を支えているのが、連続定格値 190kW のモーターである。M 車 1 両あたり 4 つ、1 編成あたり 4 両の M 車を組み込み、その他 4 両の T 車と、4M4T の編成を組む。

また、これは京急の車両すべての特徴でもあるのだが、先頭車を M 車にしている。これには、先頭車の重量を重くすることで、踏切事故や追突事故時に先頭台車を脱線しにくくするという安全面での理由と、閉塞信号の短絡を迅速かつ正確にして、閉塞からの進出後、信号の種別を変化させるときにとるタイムラグを少なくするという、運転面での理由がある。

このことと、高いモーター出力により、優等列車の速達だけでなく、緩急接続駅での緩行列車の待避時間を少なくすることで、ひいては乗換客の目的地への到達をも早めている。具体的な緩急接続に関しては、2007（平成 19）年 12 月 2 日以後の平日ダイヤにおいて例えば 12 時 2 分に泉岳寺を出る快特三崎口行は、品川・川崎・上大岡・金沢文庫で普通列車に接続している。



図 3 「2100 形快特品川方面泉岳寺行き」

(2008 年 11 月 2 日、京急久里浜線三崎口駅、上田撮影)

3.3 京阪電気鉄道 3000 系（2 代）

この形式は、京阪電気鉄道（以下、京阪）で、京阪本線・鴨東線から中之島線へ直通する快速急行に主に使用される。設計最高速度は 120km/h、営業最高速度は 110km/h であり、3M5T の編成を組む。1 両あたりの扉数は片面 3 ヶ所、扉間の座席はすべて転換クロスシートであり、その座席配置は 1+2 席となっている。この特徴的な配置は、優等列車としての長距離乗車客への負担減と、ラッシュ時の立席スペースの確保を両立させるためのものである。

かつて京阪では、京都～大阪間にノンストップ特急を走らせており、そのための車両形

式として、2扉車の3000系（初代）・8000系などを有していた。その後、特急の停車駅が増えると、従来の2扉車では緩急接続する停車駅での乗客の乗り換えに時間を要することとなった。

そこで京阪では、停車駅が増えた特急に適した車両形式として、9000系を製造した。この系列では、1両あたりの扉数を片面3枚とし、扉付近にはロングシートを配置することで、乗降客の移動をスムーズにし、ラッシュ時の混雑を緩和した。もともと、ラッシュ時以外には特急以外の列車にも使用することを想定しており、塗色は以前の緩行車両と同じ緑系統である。

一方、3000系（2代）では、主に新しく中之島線へ直通する列車の最高種別である快速急行に使用されることを想定しており、外板は以前の緩行車両とも優等車両とも異なる青系統の色に塗られている。また、最優等種別とはいえ、停車駅は過去の特急に比べて格段に多く、緩急接続は充実したものとなっている。例えば、平成20年10月19日の登場時のダイヤでは、12時10分に出町柳駅を出る快速急行・中之島行は、三条・丹波橋・樟葉・香里園・守口市・京橋で下位の準急、区間急行や普通に接続し、枚方市では上位の同駅始発の特急に接続している。これはつまり、待避線のある停車駅すべてで接続をとっていることになり、京阪が緩急接続に力を入れてダイヤを編成したことが伺える。



図4「京阪3000系（2代）」

（2008年10月19日、京阪京橋～野江間、松田撮影）

4. 車両区別の背景

最後に緩急で車両を区別する、あるいはしない理由についてまとめよう。

車両を区別する場合のメリットとして考えられるのは、何よりサービスの向上がある。車両を区別する線区では、優等車両にクロスシートを導入している事例が多く、相対的に

乗車距離が長くなる優等車両の乗客に対してより快適な移動を提供できる。また、ロングシート車の長所は効率的により多くの乗客を運べる点があるが、クロスシート車と組み合わせることで、乗客へのサービスを保ちつつ輸送力を維持することができる。

なお、室内設備だけでなく、編成両数も異なる場合がある。京急や西鉄などでは車内設備と編成両数の両方が異なる車両が用いられる。また、身近な例としては近鉄が挙げられる。近鉄においては、緩急の車両で室内設備には基本的な違いがないが、両数は緩急で異なっている。これは、優等列車に乗客が集中するため、優等列車の定員の増加を図っているものと考えられる。

また、優等車両の高速化を行いやすいといったメリットもある。JR 京都線においては優等車両の 223 系を高速運転仕様とすることで、最高速度 130km/h 運転を行っている。阪神では、「普通専用車」と「その他の車両」といった区分をしておき、双方の走行仕様を明確に区別することで結果的に優等車両の高速化に成功している。

一方、車両を区別しない場合のメリットとして考えられるのは、車両運用が煩雑でないところがある。用途が画一化されている方が、ダイヤ設定が容易であろうし、ダイヤが乱れた際にも対応しやすいと考えられる。

傾向として、関西では比較的車両運用を区別している事例が多く、関東では少ないといえる。人口の集中率の違いによる乗客数の差もあるだろうが、競合路線が多いという関西の鉄道網の傾向や歴史的な背景も無関係でないだろう。これから車両面でどのようなサービスを示してくれるか興味は尽きない。



図5 「クロスシート6両編成の特急(左)とロングシート2両編成の普通(右)との接続」
(2008年3月18日、西鉄大善寺駅、松田撮影)

参考文献

- 藤井 信夫「輸送面から見た京阪の魅力」『鉄道ピクトリアル』No.427 (1984年1月臨時増刊号)、鉄道図書刊行会、98 - 107 頁
- 中村 卓之「私鉄車両めぐり [125] 京阪電気鉄道」『鉄道ピクトリアル』No.427 (1984年1月臨時増刊号)、鉄道図書刊行会、165 - 189 頁
- 藤井 信夫「輸送・運転よりみた阪神」『鉄道ピクトリアル』No.452 (1985年8月臨時増刊号)、鉄道図書刊行会、88 - 91 頁
- 吉川 寛「車両技術からみた阪神」『鉄道ピクトリアル』No.452 (1985年8月臨時増刊号)、鉄道図書刊行会、97 - 102 頁
- 吉川 文夫「3011形と5001形ものがたり」『鉄道ピクトリアル』No.452 (1985年8月臨時増刊号)、鉄道図書刊行会、108 - 111 頁
- 東 影淳「私鉄車両めぐり [128] 阪神電気鉄道」『鉄道ピクトリアル』No.452 (1985年8月臨時増刊号)、鉄道図書刊行会、178 - 189 頁
- 青木 栄一「近畿日本鉄道の歩み (戦後編) 路線網の整備と地域開発」『鉄道ピクトリアル』No.569 (1992年12月号)、鉄道図書刊行会、105 - 117 頁
- 鹿島 雅美「近鉄の歴史を飾った車両たち」『鉄道ピクトリアル』No.569 (1992年12月号)、鉄道図書刊行会、133 - 147 頁
- 三木 理史「私鉄車両めぐり 近畿日本鉄道」『鉄道ピクトリアル』No.569 (1992年12月号)、鉄道図書刊行会、227 - 265 頁
- 京阪エージェンシー『京阪時刻表 2008』139,140 頁
- 阪神電車 <http://rail.hanshin.co.jp/>
- 京浜急行電鉄 <http://www.keikyu.co.jp>
- 京阪電気鉄道 <http://www.keihan.co.jp>