

日本の鉄道ディーゼル車両開発史

A History of Development of Diesel Cars and Locomotives for Railway in Japan

石井 幸孝 (元 九州旅客鉄道 (株))

Yoshitaka ISHII (Kyushu Railway Company (Former))

1. はじめに

鉄道の分野でも、電気車両に比べ、ディーゼル車両は構造的に開発が難しいものであるが、加えて我が国の場合、戦中戦後の石油燃料枯渇のため、西欧に比べ戦後ほとんどゼロからの開発であった。それでも、努力と知恵でディーゼル車両の黄金時代を築いたが、その足跡を振り返り教訓としたい。筆者は1955年国鉄入社、しばらくして多事多難のディーゼル車両急成長期に国鉄担当技師としてその仕事に携わってきた。その後、1987年の民営化によって生まれた九州旅客鉄道株式会社 (JR 九州) の初代社長に就任して九州の鉄道事業に新風を吹き込むまで、筆者が携わった仕事の中で、本稿はディーゼル車両の開発に絞って、歴史的に振り返り、紹介するものである。機械工学や伝熱工学の発展への一助となれば幸いである。

2. 鉄道の歴史と日本のディーゼル車両開発

2.1 馬車文明と産業革命から生まれた「鉄道」

紀元前3世紀から1000年も続いたローマ帝国は「すべての道はローマに通ず」で知られるように8万キロにも及ぶ国家計画道路「ローマ街道」を建設した。古今東西、国家を統一するには交通を統制しなければならない。人、モノ、情報を掌握し、移動の権力を握る。中国王朝でも同じことをやっており、また我が国の大和朝廷も、1300年前に6,300キロにも及ぶ「古代官道」を建設し、400以上の「駅」を作って早馬を乗り継いで移動を行った。

地形の平坦なヨーロッパでは、ローマ帝国時代から馬車が巧みに使われ、19世紀初頭まで、乗り合い馬車の交通網が発達してきた。19世紀に産業革命が英国で勃興し、大量輸送の効率性と制御性のために、馬車は鉄の軌道の上に載った。やがてジェームス・ワットの蒸気機関の発明によって馬は蒸気機関車に変わった。「鉄道」というものは「馬

車文明」と「産業革命」の融合したものである (図1)。初期の鉄道は、馬車の車体を並べたような客車であり、ローマ時代からの馬車の轍と鉄道の標準軌 (したがって新幹線も) のサイズが一致しているのも頷ける。ヨーロッパではごく自然に鉄道が庶民に受け入れられ、鉄道網は国家の実力になっていった。1825年英国で誕生したストックトン・ダーリントン鉄道に続いて、瞬間に英国はじめ、アメリカ、フランス、ドイツと鉄道網が建設されていった。鉄道は人の足に頼っていた時代に比べ10倍のスピードを、馬車に比べても格段の輸送力増を提供した。鉄道という交通機関の発達で、国力は飛躍的に増進し、西欧諸国による植民地政策につながっていった。この頃、西欧の覇権は日本にまで及んできた。

2.2 日本の鉄道の誕生

近代国家を目指す明治政府は鉄道網の建設に執念を燃やすことになる。馬車というものを全く知らなかった日本国民にとって、鉄道はまさに驚き

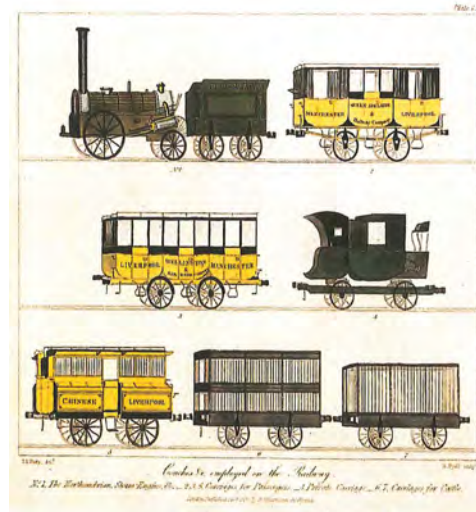


図1 馬車から鉄道へ (英国1831年)

そのものであった。文明開化の象徴になった。明治政府はめまぐるしい国際情勢の中で、政治・軍事・経済を左右する国家基盤として、鉄道の全国網建設を最重要事項とした。我が国の鉄道開通は明治 5 (1872) 年に新橋、横浜間で、まだ世情の安定していない時期、西南戦争 (明治 10 (1877) 年) の 5 年も前のことである。しかし我が国の鉄道は、①先進諸国に比べ半世紀遅れ、②狭軌という不利な条件、③地形・気候条件が複雑、というハンディキャップを抱えてのスタートであった。因みに、軌間 (線路の幅) については、標準軌 (1435mm, 4 フィート 8 インチ半) より狭い狭軌 (1067mm, 3 フィート 6 インチ) とは、つまり植民地サイズであった (図 2)。狭軌では、一般には、車体幅も小さく、馬力も、スピードも出ない。この 3 つのハンディキャップは、我が国の鉄道発達に多大な影響を今日まで及ぼしてきた。しかしこれを克服することが、国鉄の鉄道技術者魂となって懸命の努力を重ねることになり、標準軌の欧米水準に負けない鉄道、いや凌駕する「新幹線」のようなものを作ってきたと言えよう。

2.3 ディーゼル車両開発の特徴

第二次世界大戦までのほぼ 100 年間、どの国も、鉄道の動力源は蒸気機関車が主力であった。蒸気機関車での大形化・高速化が競われた。蒸気機関車は電気機関車やディーゼル機関車に比べ、タフで戦場・戦時に強かった。戦時の破壊による麻痺を恐れて電化は、ベルリン、ロンドンのような大都市圏を除いては行われなかった (ただし永世中立を表明したアルプスの国スイスは例外でオール電化であった)。それでも電気運転のほうはヨーロッパの大都市圏で 19 世紀終わりから、我が国でも、明治末年 (明治 42 (1909) 年、山手線) 頃から、「電車」という形で、大都市圏の通勤・通学・用務輸送用として普及していく。電車導入の動機は本来、近距離の「大量輸送」であった。発送電・給電設備を完備して、標準型電車を大量に投入することによって加速・減速性能の良いスマートな大量輸送サービスを提供してきた。またモータを始めとする電気品は広く産業界でも使われ、構造も比較的簡単で、種々のサイズや性能のものを相似法則で作れた。

これに対して、ここで取り上げるディーゼル車

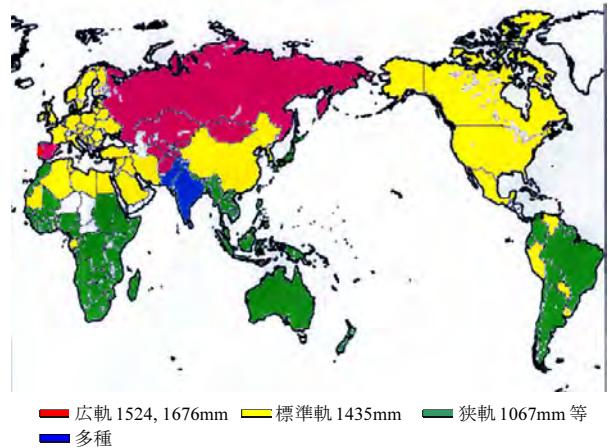


図 2 世界の軌間 (ゲージ) 分布



図 3 ドイツの高速ディーゼル特急「フライングハンダー・ハンブルガー」(1933 年)



図 4 TEE (Trans Europe Express)

両とはどういう性質のものか。古くはガソリン動車、その発展形としてのディーゼル動車、総称して内燃動車と言ったり、気動車 (国鉄用語) と言ってきた。まず、気動車導入の動機が電車とは全

く逆なのである。鉄道が津々浦々に普及していくと1両や2両の客車を蒸気機関車がけん引していたのでは、不経済そのものである。そこで、考えられたのが1両で自走できる客車が作れないかということであった。したがってどの国も最初は小さな乗合バスのようなガソリンカーから始まった。我が国も大正13(1924)年頃からローカル私鉄(軽便鉄道)に登場し、昭和にはいって国鉄も取り組んだ。

ところで、内燃車両には特有の難しさが存在する。まず、とにかく開発の動機がローカルの安上がり車両ということである。また、内燃機関(エンジン)は燃焼や回転振動など複雑な構造・作動原理で、開発に手間暇、時間がかかる。それに相似則が成り立ちにくく、サイズ・構造が違えば、またゼロからの研究開発である。しかも電車と比べれば、火力発電所を背負って走っているようなもので、排気管とか厄介な付属設備が車体に張り付いていて、新設計ごとにチェックが要る。電車に比べて一品料理のような開発で、経験の産物だ。さらに我が国の場合には石油燃料をほとんど輸入に頼らねばならず、第二次世界大戦の戦中戦後は、石油燃料枯渇で内燃車両は壊滅的な中断期を迎えた。そのため、戦後の国鉄ディーゼル車両開発期は、ほとんどゼロから出発する苦難な道を歩むことになった。

一方、ヨーロッパでは内燃機関の発明国ドイツを中心に早くから高速都市間ディーゼル特急の開発が進められ、既に第二次世界大戦前の昭和7(1932)年には最高速度160km/hという当時最速の流線形ディーゼル特急がドイツ国鉄で誕生している。ベルリン、ハンブルグ間の「フリーゲンダー・ハンブルガー」である(図3)。これは我が国を含め、当時の各国に刺激を与えた。ヨーロッパでは、このような経験に基づき、第二次世界大戦後の昭和32(1957)年、欧州国際特急網をディーゼル固定編成で実現した。TEE(Trans Europe Express)である(図4)。これは我が国のディーゼル動車がローカルからいきなり高速特急に飛躍する引き金にもなった。

2.4 執念の国産技術育成

機関車の世界は、第二次世界大戦後、先進国を中心に蒸気機関車全盛の時代は終わりをづけ、無

煙化が進められた。まずディーゼル機関車による置き換え、並行して電化が追いかけ、電気機関車が増えていった。機関車の世界でもディーゼル動車同様、我が国のディーゼル機関車は後発であった。ディーゼル機関車においても、特に大型エンジンの性能は劣っていた。エンジンの開発の難しさはディーゼル動車の場合と同じであった。高速軽量エンジンはドイツと日本では相当な技術水準の乖離があった。機関車の場合にはもうひとつ大型の動力伝達装置の課題があり、電気式か液体式かの問題が付きまとった。結局は液体式を採用し、それに必要な大型液体変速機(トルクコンバータ)の開発に取り組んだ(注:エンジンで発電機を回して発電し、モータで走る方式を電気式といい、トルクコンバータ付変速機を介してエンジンの動力を車輪に伝える方式を液体式と呼ぶ)。

手っ取り早い外国技術導入の意見などの軋轢もあったが、当時の国鉄では、ディーゼル動車も、ディーゼル機関車も、多少の陳腐化は覚悟の上で、当初からの国産技術・標準設計のもののかたくなに踏襲して、安定生産、安定使用に徹する方針で取り組んだ。それが経験の産物ともいえるディーゼル車両の増備・活躍に答える道だと覚悟したのである。ディーゼル動車では、当初からDMH17系180PSエンジンをローカルから特急にまで使ったし、ディーゼル機関車でも、同系列エンジンの直列6気筒500PS級とV形12気筒1000PS級に固執した。

この戦略は結果的には功を奏し、短期間の開発で並々ならぬ苦労はしたが、ディーゼル動車はイギリスを抜いて世界一の両数5,000両を超えた(昭和43(1968)年)、ディーゼル機関車も両数において一時期電気機関車を抜いた(昭和49(1974)年～昭和59(1984)年)。これによって蒸気機関車全廃(昭和50(1975)年)を達成した。この後、電化の進展と国鉄の輸送縮小で、ディーゼル全盛時代は過ぎ去り、電車・新幹線全盛時代に入っていった。

すなわち、我が国のディーゼル車両は第二次世界大戦後ゼロから出発して、20年くらいの間に直線的に高度成長した後、電車・新幹線時代にバトンタッチするまでの約15年間は王者の地位にいたといっても過言ではない(図5)。

以下、波乱万丈、40年ほどのディーゼル車両盛衰の中でのトピックスに思いをはせたい。

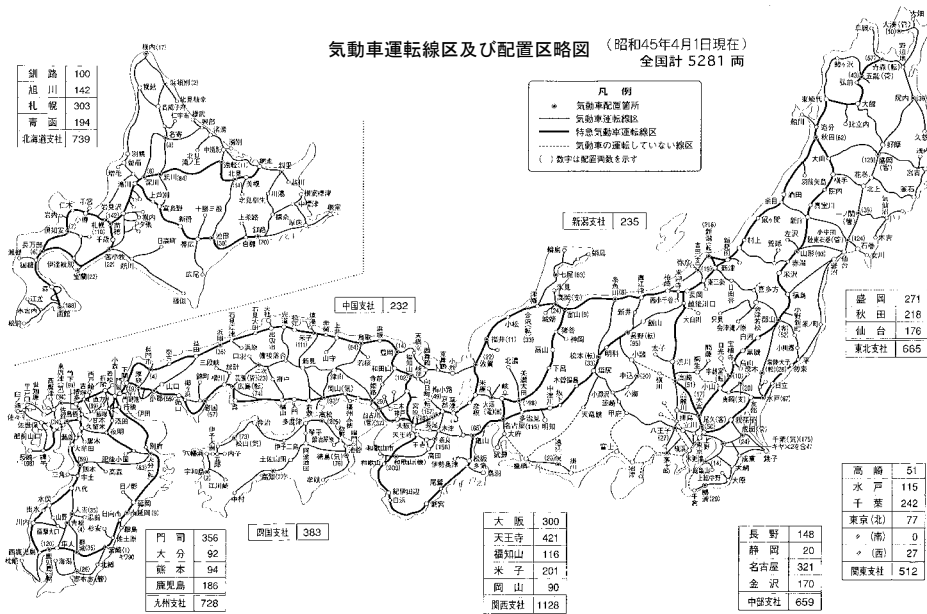


図5 最盛期の気動車運転線区 (1971年) [12]

3. ディーゼル特急「はつかり」の教訓

3.1 「はつかり」誕生の背景

戦後の苦しい時代を克服し、高度成長期に入った我が国、生活水準も向上し経済白書に「もはや戦後ではない」と謳われた昭和31(1956)年は東海道本線の全線電化が完成した年であった。国鉄では豪華特急実現のニーズが高まり、昭和33(1958)年10月1日「走るホテル」と謳われた20系寝台特急「あさかぜ」が、同年11月1日には長距離電車特急「こだま」が登場し話題を集めていた。実はこの同じ年、10月10日に東北本線にも初の特急「はつかり」が誕生していた。ところが、この列車は在来形客車を蒸気機関車が引っ張る昼行特急で、客室のサービスと言い、性能と言い「あさかぜ」「こだま」にすっかり見劣りしていた。非電化の東北本線に「こだま」並みのディーゼル特急を、という話が急遽持ち上り、昭和35(1960)年12月のデビューを目指し、初のディーゼル特急「はつかり」キハ81系を開発することになった。ところが、そこには大変な困難が待ち受けていた。

客車には鉄道開業以来の古い歴史や、特急「富士」、超特急「つばめ」の伝統があったし、電車は都会の国電からのスタートだったが、戦後いち早く高速長距離電車の開発に乗り出しており、「湘南電車」(80系、昭和24(1949)年誕生)も経験していた。これに比べ、ディーゼル動車のほうは、極端に遅れていた。ガソリン動車のローカル小運転

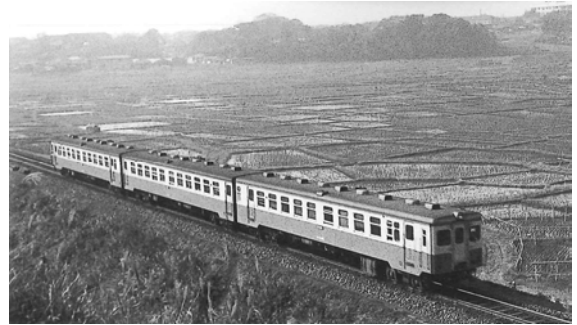


図6 初期のローカル気動車キハ17,18形[12]

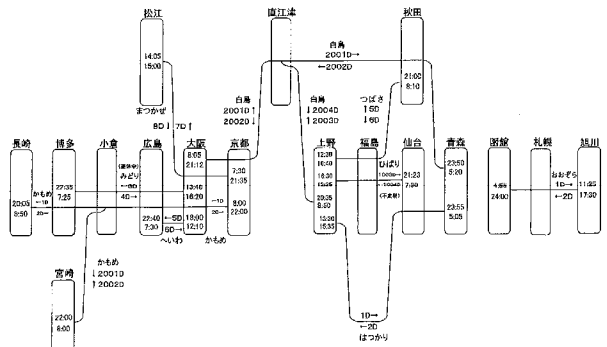


図7 ディーゼル特急網(1961年10月1日)[11]

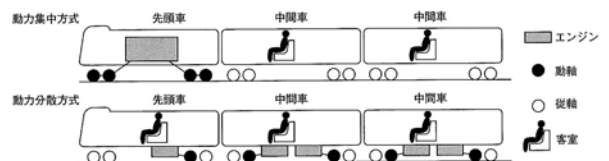


図8 動力集中方式(欧州流)と動力分散方式(日本流) [11]

から始まり、戦時中は燃料統制で運転そのものも中断、戦後も支線区の普通列車に使われているのが主体だった。せいぜい準急、ほんの一部急行が走っていたが、いずれも車両は普通車並であった(図6)。ローカル車両からいきなり「あさかぜ」「こだま」並みの豪華特急を目指すには並大抵の努力では達成できそうになかった。そこへ持ってきて、「アジア鉄道首脳者懇談会 (ARC:Asian Railways Conference)」が、昭和35(1960)年10月に東京で開催されることになり、発展途上国への輸出の可能性もありうるということで、それに間に合わせるようになった。

一方で、当時既に国鉄のディーゼル動車は2000両になんなんとする両数で、全国各地で便利に使われていたので、地方からもディーゼル特急が欲しいとの機運が高まってきており、昭和36(1961)年10月1日には「さぶろくとう」と呼ばれる「白紙ダイヤ改正」を行って全国の非電化線区にディーゼル特急を走らせることになった(図7)。「はつかり」のキハ81系はその先行列車の意味合いも持つことになった。「さぶろくとう」で使用する全国ディーゼル特急用の127両は、第二次特急形ディーゼル動車キハ82系として昭和35年秋には発注することになっており、失敗は許されない背水の陣の中で、昭和34年初めには「はつかり」用の特急形キハ81系の仕様を決めてしまわねばならなかった。

3.2 「はつかり」の設計思想

このような環境の中、国鉄本社のディーゼル車両設計責任者近藤恭三次長のもとで、設計方針が仔細に検討された。ヨーロッパのTEEのような大型エンジンを採用する案もあった(図8)。当時国鉄でもキハ60形というやや大型エンジン付きのディーゼル動車を開発中であったが、まだ完成の域に達していなかった。ディーゼルエンジンの世界で短期間にモデルチェンジするのは大変難しく、2000両あった当時の普通形車両はいずれもDMH17C形180PS/1500rpm、130mmボア(シリンダ直径)/160mmストロークの8気筒エンジンを車体床下に1ないし2台搭載したもので統一されていた。元をたせばこのエンジンの原型は戦前の漁船用6気筒ガソリンエンジンからの発展形で、国際水準から言っても重量の割に馬力もそう大き



図9 我が国初のディーゼル特急「はつかり」キハ81系[11]

くない、設計上は少し時代遅れのものであったが、製作メーカーも国鉄部内の現場も、使用上・保守上、手馴れていた。回転速度1500rpmというのもそう高速回転でもなく、実際エンジンの性能や構造もあまり自慢のできたものではなかった。絶対に失敗は許されない。エンジンや車両のトン当たり馬力などのカタログ値は見劣りしても、一般形車両で手慣れたエンジンの床下2台搭載方式でいくことに決断した。トルクコンバータも同じものが使える。陳腐化を我慢しても「失敗しないこと」を選んだ。

ただし、一般形車両ではエンジンは8気筒立形であったが、これではシリンダヘッドの点検のため、客室床に点検蓋があり、客室サービス上好ましくないで、エンジンを横型にしてサイドから点検できるようにした。その他ほとんどの部品は共通品である。車体・艤装関係は基本的には電車「こだま」を参考にしたが、特有の排気管を張り巡らすとか、細部設計が異なることになる。かくして国鉄の設計も、メーカーの製作も昼夜兼行で取り組み、10月の「ARCお披露目」も無事すまして、昭和35(1960)年12月10日上野～青森間に「はつかり」はさっそうとデビューした(図9)。

3.3 「はつかり」のトラブルと教訓

ところが、これからが苦難の始まりであった。運転開始して1週間後、12月18日の新聞に「“はつかり”立ち往生」という簡単なベタ記事が載った。前日17日(土)に、上り「はつかり」がエンジン故障ということで大甕(おおみか)駅に不時停車して運休、乗客150人が準急と急行に乗り換えて上野に向かった。これが不運の始まりだった。事故後の車両検査で、翌18日と19日は蒸気機関

車牽引の客車列車に置き換えられた。その後も時折、小さなトラブルがあったが、翌年1月12日の事故は夕刊に結構大きく報道された。この頃から新聞各紙とも「はつかり」の事故に着目しだし、ちょっとした事故でも、三面記事に大きく取り上げられる羽目になり、話は次第にエスカレートするばかり、「はつかり事故ばつかり」とか「はつかりがっかり」とか活字は大きくなるし、記事の内容は本質的な車両欠陥や致命的重大事故のような報道に拡大する（図10）。

実は、トラブルの中身はというと、エンジン回りの排気管や燃料系統配管の発煙事故で、車体に沿わして車端から立ち上がる排気管系統の過熱発煙が多く、高速で巻き込んだ新聞紙に火がついたこともあった。これらはすべて火災となるので、悪質な印象を与える。早い話が、従来の普通型ではエンジン排気管は車体中央で客室沿いに真っ直ぐ立ち上がり、車外に抜けるが、特急形ということで、車体の端部まで引き通しており、また排気管に断熱材を巻きつけて客室への断熱、断音などの効果を狙っていた。これらは過熱して塗料がくすぶる原因にもなった。いずれも艤装とか付属装置のトラブルであり、またこんなことは電気車両にはない内燃車両特有のことでもあった。設計も車体艤装は電車と同じ担当が行っている。また電気制御回路の一時的接触不良はエンジンや制御がストップしてしまうので、厄介だった。一寸した手当ですぐ回復するが、これなども、1両に2台ずつのエンジン搭載という動力分散・長大編成のため接触器の数も多く条件も悪かった

ただ、「多少の陳腐化より安定性を」という設計思想で従来型動力装置の採用に固執した帰結として、さすがエンジン本体や動力伝達装置、走行部分のトラブルが皆無だったのは救いであった。報道がここまでエスカレートしなければトラブルは新形式車両の初期故障で済むような内容だった。しかしこれはあくまでも部内の話で、こんな言い訳をマスコミにしようものなら、さらに印象を悪くしかねない。とにかくトラブルを起こさないように原因をつぶさなければならない。

国鉄本社、東北支社、大宮工場、盛岡機関区、尾久客車区あげて対応した。特に本社では担当常務理事から、運転局、工作局・車両設計担当、営業局一体になって事故対策に奔走した。下り「は



図10 エスカレートした「はつかり」事故の新聞記事「特急がっかり」[11]



図11 キハ82系特急形ディーゼル動車[11]

つかり」は23時58分に青森駅に到着する。翌朝5時00分に北海道からの青函連絡船のお客様を乗せて上り「はつかり」として上野に向かう。この青森での5時間間に応急処置をしなければならぬ。筆者も本社の設計担当技師であったので、青森につく前から現場と情報交換をしてトラブルの有無の確認、あった場合の内容検討、応急処置の決定、材料手配をまだ「はつかり」が走っている間に手を打っておかねばならなかった。こんなことが半年間つづいた。「さぶろくとう」ダイヤ改正用に発注してある127両にも改良点は織り込まなければならなかったが、これらはいずれも功を奏して、「さぶろくとう」は成功し、その後はまったくトラブルもなく、非電化線区のディーゼル特急網が全国にサービスを展開した（図11）。

「はつかり」における一連のトラブル騒ぎは多くの教訓を残した。

① 計画構想に当たって本質的な構造選択を間違

えないようにすることは当然である。しかしそれを真に活かすためには、その付属装置や装着方式、各種システム回路の設計にも慎重な配慮が必要である。

- ② それらは配管、配線であったり艤装、保護材だったり、どこにでもあるものだが、それが壊れると一見本体の重大事故とみられたり、場合によっては重大事故を惹起する。最近の最新鋭大型装置で、わずかの配管の不具合によって機能不全になるような事故を思い浮かべる。配管でも、電線物と水物と燃焼物等で扱いと配慮が全く違う。水物にはモレがあるし、燃焼物は熱や煙が付きまといもっと複雑だ。全体が如何に近代的な設備であっても、こういうところには職人技的な巧拙が介在する。
- ③ とにかくトラブル対策は、現場に急行すべし、現物を直接手に取ってみる、現象の現実を冷静に把握する。ペーパーの報告ではわからないし、対策を間違える。筆者はこれ以降「現場」「現物」「現実」の重要さを認識する「三現主義」を提唱している。技術部門に限らない。経営一般にも言えることだ。

4. ディーゼル動車黄金時代

特急形と並行して、厳密には、やや遅れて急行形ディーゼル動車が誕生する(図 12)。まだ電化進展の途上であった国鉄 2 万キロの津々浦々にディーゼル動車が登場した。特急形は別として、ディーゼル動車は急行形も準急形も一般形も、旧形もすべて連結ができる。しかも電車ではできないことだが、車両の向きを逆にしてもつなげる。こうして本線も支線も自由自在に走り、途中で二手に分かれたり、また別の列車を併結するなど器用なきめ細かい運用を繰り広げてきた。そして昭和 43 (1968) 年にはついに日本国鉄のディーゼル動車は英国を抜いて世界一の 5,000 両突破となった(図 13)

しかしこの頃同時に、DMH17 系 180PS エンジンが性能の限界に達していた。180PS を 2 台搭載した車両のみの列車でも馬力が不足気味、高速化の要望も多く、加速性能に限界を感ずる。冷房装置やその電源の取り付けなど、車両重量は増えるばかりである。エンジンのオリジナル設計は古く、重量当たり性能も良くないし、エンジンの台数が



図 12 キハ 58 系急行形気動車[9]

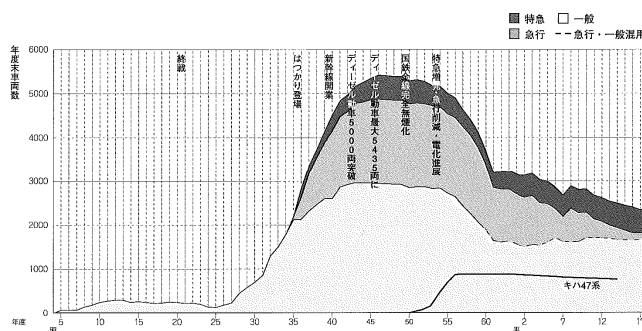


図 13 ディーゼル動車の用途別両数の推移 (ガソリン動車を含む) [12]

多くて保守費もかさむ。冷房などサービス設備の多い特急のほうが急行より遅いといった現象も散見される。ディーゼル動車用大形エンジンの採用が不可避になってきた。

そこで国鉄では、キハ 60 形の試作(昭和 35 (1960)年)経験も織り込んで、昭和 38 年度から試作エンジンを開発していった。まずは、手慣れた DMH 系の経験も生かして、ストロークは同じ 160mm で、ボアを 10mm あげた 140mm とした新系列機関試作第 1 号の横形 6 シリンダ DMF15HS 形(過給付, 240PS/1600rpm)と液体変速機 DW3 形の試作試験を行った。昭和 39 年度にはこれを改良馬力アップした横形 6 シリンダ過給・中間冷却付 DMF15HZ 形(300PS/1600rpm)と、これを水平対向 12 シリンダに組んだ過給機関 DML30HS 形(500PS/1600rpm)を試作、同じく昭和 40 年度には試作の液体変速機 DW3A 形(300PS 用)、DW4 形(500PS 用)と組み合わせて試験を行った(図 14)。

これらを搭載したキハ 91 形(500PS)とキハ 90 形(300PS)が昭和 41 (1966)年に登場し、試験を行った(図 15)後、昭和 42 (1967)年 10 月 1

日から急行「しなの」で使用された。これらの結果を取り入れながら量産化された新系列ディーゼル動車の特急形キハ 181 系は、昭和 43 (1968) 年 10 月 1 日の白紙ダイヤ改正（「よんさんとう」と呼ばれた）でデビューした。オール 500PS エンジン付きの強力馬力で、中央西線特急「しなの」を皮切りに、奥羽本線「つばさ」、四国「しおかぜ」、伯備線「やくも」などの勾配線区、さらには、キハ 183 系として北海道にも投入されていった。

この後、特急形ディーゼル動車は国鉄最後の 20 年くらいの間、大いに活躍したが、電化の進展に合わせてキハ 80 系の淘汰から始まって、国鉄の民営化時点（昭和 62 (1987) 年）に向けて両数は減っていった。新生 JR では新たな発想で旅客営業に取り組み、電車や新幹線を軸に据えたサービスを拡大していったが、非電化線区の特急列車にも力を入れるようになった。国鉄時代からの新系列特急キハ 181 系の活用のほか、その線区にあった短距離・短編成の特急が、観光列車的要素も加味して、北海道、四国、九州、山陰、中部で登場している。この頃には、世の中全体の技術水準向上もあり、エンジン等の動力装置についてもバラエティに富んでいる（図 16）。

5. 国産にこだわったディーゼル機関車

ディーゼル機関車の開発についても、我が国は諸外国にくらべ大変遅れていた。第二次世界大戦前はといえば、昭和 4 (1929) 年および 5 (1930) 年に第一次世界大戦の賠償としてドイツから輸入した DC11 形および DC10 形のほか、国産 DD10 形 (600PS, 昭和 11 (1936) 年) 位のものであった。戦中の燃料統制ですべては中断、本格的取組みは戦後である。なんと、戦後第一号は進駐米軍持込みの 360PS 電気式 8500 形 (後の DD12 形) だった。昭和 24 (1949) 年に公社化された国鉄では、蒸気機関車に代わってディーゼル機関車による動力近代化を進めることになり、まず 900PS の DD50 形が本線用として登場した。電気式だが、エンジンは外国技術提携品で、これからの 10 年間ほど、DD50 形から DF50 形へと Sulzer 社、MAN 社のエンジンを搭載したものが続く。

一方、入替用機関車（主として駅構内の側線などで貨物列車や客車などを並べ替えるのに使用される機関車で、本線用に対してこう呼ばれる）の

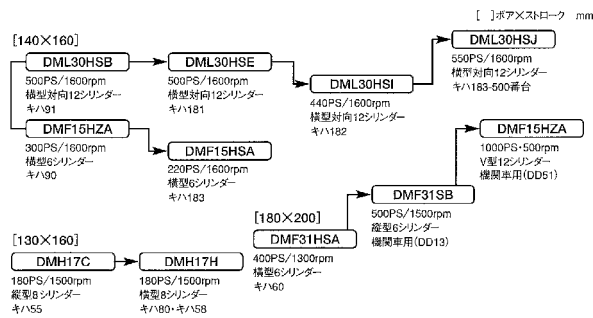


図 14 国鉄ディーゼル動車用標準形エンジン系列[11]

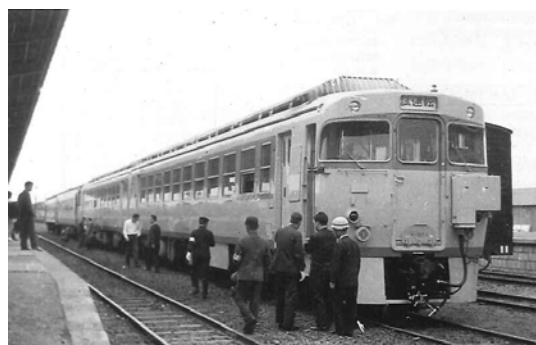


図 15 新系列ディーゼル動車の試作車(キハ 90 形) [11]

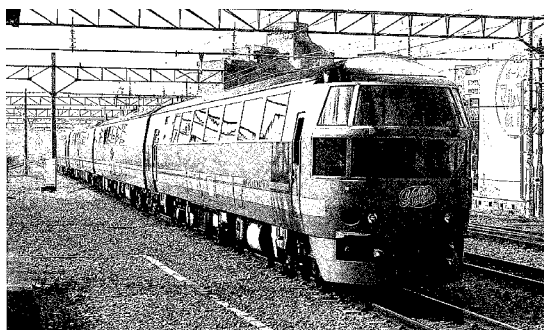


図 16 JR 九州 71 系特急形ディーゼル動車（「ゆふいんの森」号） [9]

ほうはディーゼル動車用エンジンを付けた DD11 形(昭和 29(1954)年)の経験を経て、昭和 33(1958)年国鉄肝いりの標準型エンジン DMF31S 付の DD13 形が完成する(図 17)。エンジン 2 基で 740PS (ほどなく 1000PS にパワーアップされた) の地味な構造だが、1 号機からさしたるトラブルもなく、本格的な入替用として重宝がられた。約 10 年間で 412 両にまで達した。我が国初めての本格的ディーゼル機関車と言ってよい。独自の国産技術のエンジンで、さらに液体式でもあった。

ところで、昭和 34 (1958) 年に出された国鉄の

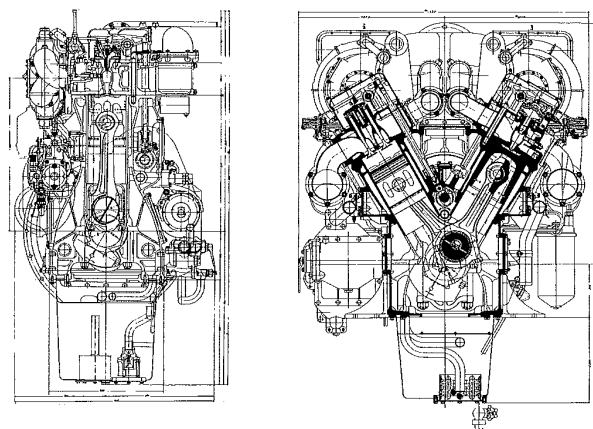
「動力近代化計画」では、蒸気機関車は昭和 50 (1975) 年までに全廃となっており、電化と並んでディーゼル化が大きな課題であった。本線用としては輸入技術によるか、国産を開発して育てるかが議論になった。結論から言えば機関・変速機とも国産、しかも国産標準設計の方針を取ることにした。そこには好評だった DD13 形の存在があった。そこで DD13 用の DMF31 系 6 シリンダ(図 18(a)) のものを V12 シリンダに組んで、DML61 系とし、馬力を 500PS から 1000PS 級にする(図 18(b))。液体変速機としては、3 コンバータを内蔵した充排油式の DW2 系を開発した(図 19)。西ドイツの Voith 社と並んで、このタイプで成功したのはドイツと日本だけである。1000PS 級機関を 2 基積んだ、本線用 2000~2200PS の DD51 形は昭和 37 (1962) 年に登場した。新機軸の構造も多く、従来の本線用は箱型との常識を破ったユニークな凸形であった(図 20, 21)。昭和 42 (1967) 年頃からすっかり安定し、実に 17 年間にわたって 649 両も大量生産され、我が国の代表的なディーゼル機関車となった。

一方、入替用も 2 機関搭載の DD13 に代わって、1 機関で 1250~1350PS の DE10 形(昭和 41 (1966) 年)(図 22, 23)、DE11 形(昭和 42 (1967) 年)が開発された。多少出力は違うが、DD51 用の DML61 系のエンジンで、A-A-A-B という珍しい台車構造である(注：台車構造の呼び方は、A=1 軸台車、B=2 軸台車、C=3 軸台車、...)。蒸気機関車の足回りにも似たような構造で、急曲線の追従性などもよかった。それぞれ DE10 形は 708 両、DE11 形は 116 両も作られた。

ところで、この開発ドラマの過程で、外国系エンジン付きの機関車が、国鉄への売り込みや輸出用の国内試用ということで、借入機関車の形で、国鉄線に登場している。このうち DD91 形と呼ばれる借入機関車の実績をもとに国鉄形式として昭和 41 (1966) 年から導入したものに DD54 形があり、山陰線で使用された(図 24, 25)。DD54 形は国内機関車メーカーが西ドイツと技術提携して製作した DMP86Z 形(Maybach MD870 形)エンジンと DW5 形(Maybach Mekydro K184L 形)液体変速機の組み合わせを 1 基だけ搭載したものである。両者を比較してみると(表 1)、国産の DD51 用エンジン DML61Z 形は V12 気筒で連続定格出力が 1100PS/1500rpm、一方 DD54 用の DMP86Z は V16



図 17 DD13 形ディーゼル機関車[10]



(a) DMF31S (DD13) (b) DML61S (DD51)

図 18 DD13 用立形機関と DD51 用 V 形機関のシリンダ断面図[10]

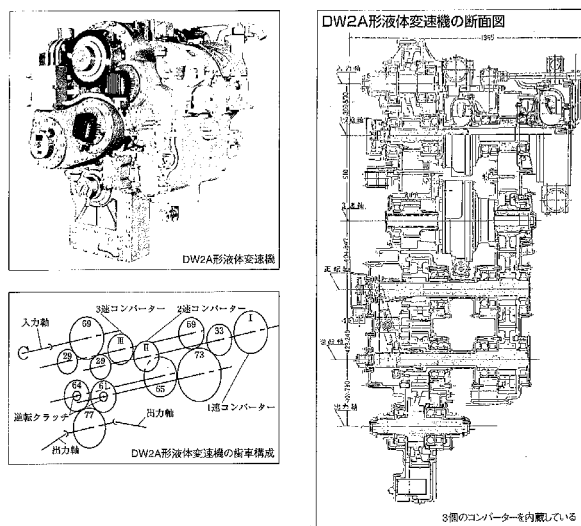


図 19 DW2A 形液体変速機の断面図[10]

気筒で 1820PS/1500rpm である。しかし後者は Maybach MD870 形としては、ドイツで V160 形(B-B 形すなわち動輪 2 軸+2 軸)(図 26, 27)や V320 形(C-C 形すなわち同 3 軸+3 軸、2 機関付)ディーゼル機関車に使われており、その場合のカタログ値は 1900~2000PS/1500rpm である。すなわ



図 20 DD51 形ディーゼル機関車[10]



図 22 DE10 形ディーゼル機関車[10]

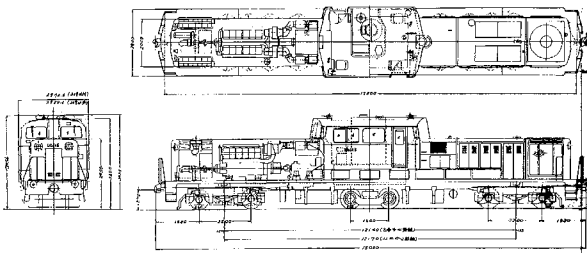


図 21 DD51 形式図[10]

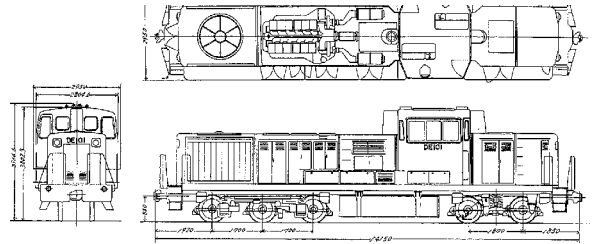


図 23 DE10 形式図[10]

ち、1基で国産DML61Z形の2倍ほどの馬力が出る軽量大出力のエンジンである。構造はまるで芸術品のような感じさえする優れたものであった。果たしてこんなデリケートな構造のものが技術提携といえども相当詳細なノウハウを習得しないと製作も保守も難しいのではないかと思われた。シリンダヘッドを締めるボルト1本とってもなだらかなR付き、細い分だけ表面高級仕上げで、締め付けトルクも厳重に管理されていた。それに材料も日本の自動車の古材再生の鉄と、ドイツの鉄鉱石の鉄とでは違うのではないかとさえ言われた。

ドイツは職人の技能をマイスター制度などで大事にする国だ。またエンジン組み立てメーカーよりピストン、ピストンリングなどの部品メーカーのほうのステイタスが高い。組み立てメーカーが幅を利かしている日本とはちょっと違う。もともと、元来は日本も伝統的農業や伝統工芸品などで培われた、きめの細かい職人肌の国で、ドイツとも似ているはずだが。

DD54形はエンジン1基搭載の箱型というオーソドックスな機関車車体である。これに対してDD51は、エンジン2基搭載の凸型である。中央に運転室があり、前後に1組ずつの動力装置と動輪(2軸台車)があって、そのため車体が上下方向にやや弾力を有するようで、長い車体の割に線路への追従性がよい。また前後の動輪(2軸台車)

の間には付随台車と呼ばれる2軸台車が設置されている。これは進行方向に向かって左右にずれるようになっており、また付随台車の空気ばね圧力を変化させることで前後の動輪(2軸台車)の軸重可変ができ、起動時のスリップ防止などに機能している。まるで車体全体がバネになっているみたいで、2エンジンの構造を全体構成に活かしている。これに対し、DD54形は外観は堂々としているが、車体内部には中央に珠玉のようなMaybachのエンジンが搭載され、前後の動輪(2軸台車)の車軸を駆動している。特に一方の台車へは中間1軸台車の上を超えて延々と推進軸(プロペラシャフト)が伸びている。

不幸にも、昭和48(1968)年山陰線で推進軸脱落による脱線転覆事故が起り、その後も心臓部の機関・変速機の故障が急増し始め、関係者は懸命な対策に努めたが、故障対策に際して、原因が使用上、整備上、設計上、製作上のどこにあるのかいつも議論になった。技術の中核がドイツのメーカーにあり、意思疎通や対策決定に時間がかかる。特に電気車両と違って、構造が複雑で熱的要素も絡むディーゼル車両の場合はなおさらである。配置両数の半数が故障で稼働できないこともあった。結局は昭和52(1977)年までに運用から外された。世界的な高性能機関車でも異なる条件下では必ず

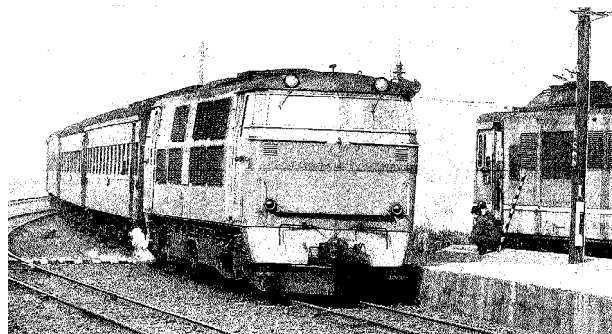


図 24 DD54 形ディーゼル機関車[10]



図 26 ドイツの V160 形ディーゼル機関車

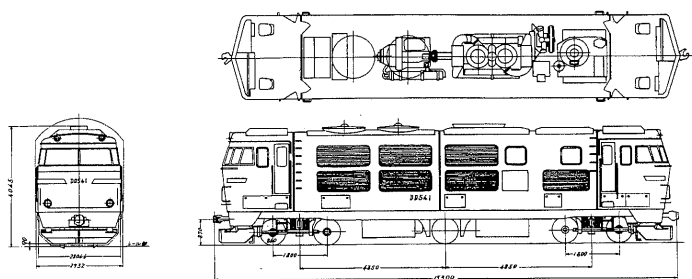


図 25 DD54 形式図[10]

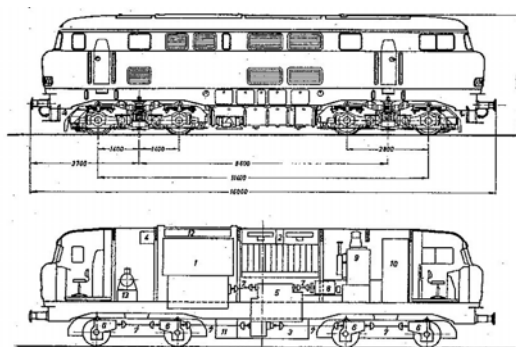


図 27 V160 形式図

しもうまくいくとは限らないという教訓になった。国鉄のディーゼル車開発において地道な国産設計・製作を本流としたことはまさに正解だった。そこには本社設計，使用，保守，現場の連携，メーカー，研究所といった国内技術陣の総合力が発揮され，結局成功に持っているのだった。

ところで，凸形の DD51 形，L 形に近い DE10 形および DE11 形の設計思想とはいかなるものであったか。それは，エンジン・トルクコンバータと動輪の組み合わせのレイアウトが先に描かれ，それに冷却装置（ラジエータ）をくっつけてカバーをかけるというものであった。そして 2 エンジンの DD51 形では中央に運転台を設ける。自ずと凸形になる。1 エンジンの DE10 形および DE11 形は端に運転台を付けるので，自ずと L 形になる（実際にはラジエータを離したので，純粹の L ではなく変形凸形になっている）。いずれにしても大変合理的でまた走行部分に工夫が凝らされ，それによって 2 エンジンが生かされている。

一方，2000PS のエンジンであるドイツの MD870 は，ドイツでは 2 軸+2 軸（V160 形）または 3 軸+3 軸（V320 形，2 機関）を駆動するので，それなりにコンパクトな車両構造になるが，日本の

表 1 デーゼル機関車用エンジンの国産とドイツ系の比較

	国産設計	ドイツ提携
機関形式	DML61Z	DMP86Z (Maybach MD870)
使用車両	DD51	DD54
形状	V 60°	V 60°
燃焼方式	予燃焼室式	予燃焼室式
シリンダ数	6×2=12	8×2=16
ボア/ストローク	180mm/200mm	186mm/200mm
総排気量 l	61.1 l	86.0 l
最大出力	1100PS(1500rpm)	2200PS(1500rpm)
連続定格出力	1100PS(1500rpm)	1820PS(1500rpm)
過給器 / 吸気冷却	有 / 有	有 / 有
乾燥重量 kg	5600	7740
機関全長 mm	2746	3030
重量対最大(定格)出力比 kg / PS	5.09 (5.09)	3.52 (4.25)

DD54 形の場合では、軸重の関係でそれが採用できず、前述のように推進軸を張り巡らすことになって、軽量コンパクトなエンジンのメリットが生かされない。要するに、エンジン単体の優劣を論じて、機関車全体のレイアウト後の優劣を冷静に見極めなければ意味がないともいえる。

かくして DD51 形、DE10・11 形を主力にしたディーゼル機関車の量産によって、「動力近代化計画」を完全にこなし、昭和 50(1970)年には蒸気機関車の全廃を達成した。ディーゼル機関車総両数は最大 2,207 両にまで達し、電気機関車両数を超えた時期が 10 年ほどあった(図 28)。その後ディーゼル機関車は、電気機関車ともども両数が減ってきている。それは、新幹線の発展、電車化推進、貨物輸送の衰退によるところが大きい。戦後半世紀の栄枯盛衰をディーゼル車両の世界にも感ずる。

6. おわりに

1950 年代～70 年代の苦勞したディーゼル車両急速開発期に比べ、今はコンピュータを設計に駆使する時代、自動車産業の飛躍的な発展もあり、エンジン設計なども進化して、かつての内燃機関設計の試行錯誤的要素も薄れてきている。しかし、そんな時代にあっても、ディーゼル車両には艱装や配管や熱的負荷など、他車種とは違うデリケートな面がある。したがって「はつかり」で経験したようなディーゼル車両の安定使用への取り組みは、他山の石として今後も大切だと思われる。

鉄道に限らず、最新鋭「技術」の装置・設備でも、それを完全に実用化するには付帯設備の「技能」レベルが追随しなければ成功しない。また、機関車の項で述べたように、エンジン単体がいかに優秀でも、レイアウト次第で最適解が異なってくることもある。

どんなに世の中や技術が進歩しても、過去の教訓は時代を超えて通用する大切なものを含んでいる。技術者だけでなく経営者も一緒に心すべきことである。

参考文献

- [1]日本の内燃車両編纂委員会, 日本の内燃車両, 鉄道図書刊行会, 1969
- [2]工作局・車両設計事務所, 国鉄車両諸元一覧表, 各年度

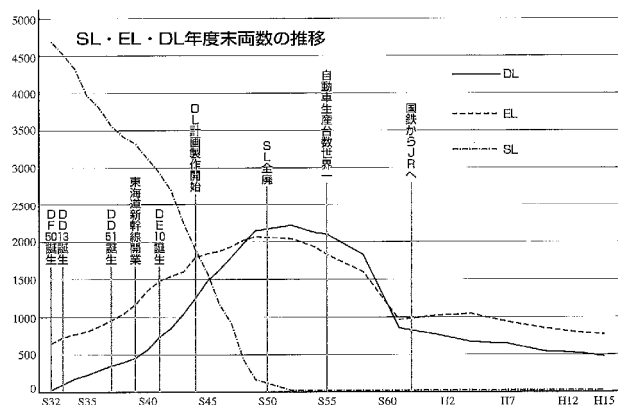


図 28 SL (蒸気機関車)・EL (電気機関車)・DL (ディーゼル機関車) 両数の推移[10]

- [3]久保田 博, 鉄道車両ハンドブック, グランプリ出版(1997)
- [4]石井幸孝, 最近の鉄道車両用ディーゼル機関の動向, 機械設計, 第 11 巻第 9 号(1965)
- [5]石井幸孝, 鉄道車両用液体変速機の動向, 日本機械学会誌, (1966)
- [6]石井幸孝, 入門鉄道車両, 交友社, (1971)
- [7]玉置光夫, 他, 概説ディーゼル機関車, 交友社, (1971)
- [8]石井幸孝, 蒸気機関車, 中公新書, (1971)
- [9]石井幸孝, キハ 58 物語, JTB パブリッシング, (2003)
- [10]石井幸孝, DD51 物語, JTB パブリッシング, (2004)
- [11]石井幸孝, キハ 82 物語, JTB パブリッシング, (2005)
- [12]石井幸孝, キハ 47 物語, JTB パブリッシング, (2009)
- [13]石井幸孝, ドイツ連邦鉄道ほか二三の鉄道におけるディーゼル車両の調査報告研究, 出張報告, (1965)
- [14]Lokomotiv-Taschenbuch, Henschel-Werke GmbH, (1960)
- [15]M.Englmann u.H., Ludwig, Handbuch der Dieseltriebfahrzeuge der Deutschen Bundesbahn, Vermögensverwaltung der Gewerkschaft Deutscher Lokomotivbeamten u. Anwärter GmbH, (1963)
- [16]Klaus-J.Vetter, “Das Große Hadbuch der Diesel-Lokomotiven”, Bruckmann Verlag, (2004)