最近の交通技術の動向

Recent Trend of Railway Transportation Technology

交通に対する基本的要求である安全性,正確性及び迅速性を更に高度化するために,近年,鉄道輸送分野では,(1)浮上式鉄道,(2)軌道輸送システムの最適計画技法,(3)各種管理システム,(4)省エネルギー・省力化,(5)マイクロコンピュータ応用などの新しい技術の開発,あるいは実用化が強く求められている。

日立製作所は、これらのニーズに対応するため幅広い研究・開発を進めている。 「最近の車両技術」と題する本小特集論文の総論として、この論文ではそれらの最近の動向について述べる。 真宅正博* Shintaku Masahiro

□ 緒 言

今日,国の内外を問わず省資源,省エネルギー問題は大きな国家的ニーズである。いずれの国の輸送システムでも,エネルギーの有効利用は最も重要なテーマであり,省エネルギー輸送機関として鉄道の重要性が再認識されている。

日本国有鉄道では、現在、東北・上越新幹線の建設、在来線の新形式車両の開発が行なわれており、大都市の公営交通でも、帝都高速度交通営団半蔵門線、東京都交通局新宿線が開業し、京都、福岡などの地下鉄建設が進められている。海外でも同様に地下鉄建設や電化、ディーゼル化が活発に行なわれている。

将来の鉄道としての超電導磁気浮上式鉄道は,日本国有鉄道の指導のもとに日立製作所も参画して開発が進められており,宮崎実験線で今年秋にはいよいよ時速500kmに挑戦することになっている。

このような鉄道の近代化に対応し、最近の交通技術分野では、「安全性」「正確性」及び「迅速性」という交通の基本的要求を更に高度に実現し、社会の発展に寄与するために、

- (1) 明日の鉄道を支える車両及び車両機器の開発と改良
- (2) 先行技術開発としての都市間及び通勤用低公害鉄道
- (3) コンピュータ利用による最適,かつ迅速な軌道輸送システムの計画技法
- (4) 輸送の円滑化と効率向上を追求する運行管理システムや 電力管理システムなどの各種管理システム,ニュータウンの 交通ニーズに応ずる新交通システムなどの鉄道トータルシス テム
- (5) 省エネルギー,省力化のニーズに応ずるサイリスタチョッパ制御やサイリスタインバータによる誘導電動機駆動方式などの新動力方式
- (6) 高性能化,装置の小形化及び機能の多様化を実現するマイクロコンピュータ応用製品

などの新しい技術に対する要求が急速に高まっている。

日立製作所は,これらのニーズに対応するため,幅広い研究・ 開発を進めている。以下それらの概要について紹介する。

2 明日の鉄道を支える車両

日本国有鉄道関係では、将来の新幹線用電車の試験車として、962形試験電車6両が製作され、現在小山の総合試験線で各種の性能試験が行なわれている。この電車は、サイリスタ

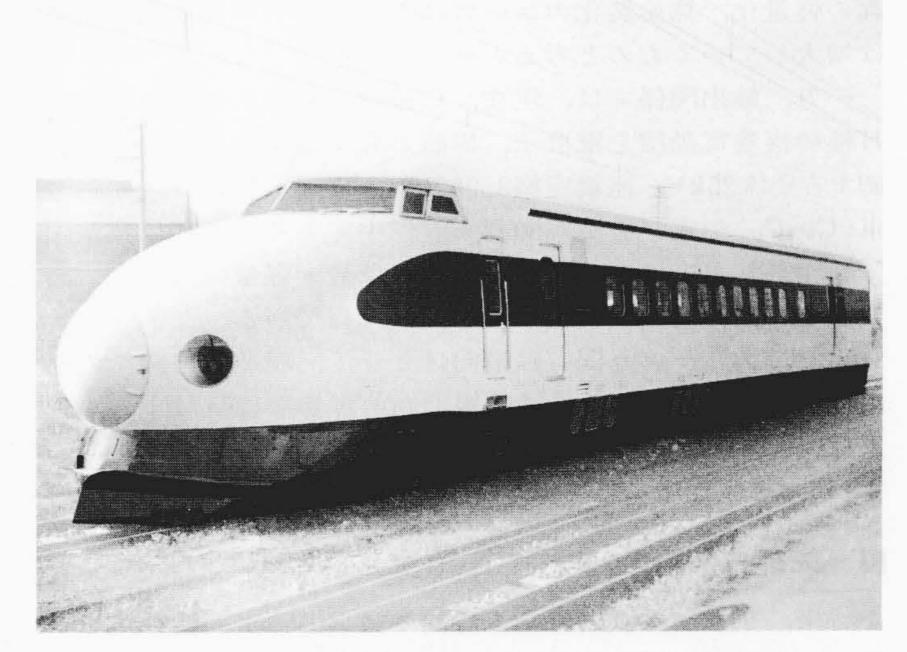


図 | 日本国有鉄道962形試験電車 ボデーマウント構造やサイクロン 式雪分離装置などの雪害対策,車両性能面では、パワーアップやブレーキ時の 粘着性能向上が図られている。



図 2 日本国有鉄道781系交流専用特急電車 発電ブレーキ用抵抗器 を屋根上に配置し、車両の走行風を利用した自然冷却方式を採用した。

制御, 雪害対策など種々の新技術が採用されており, 日立製作所は先頭車1両と各種電気品の製作を担当した。図1にその外観を示す。

北海道地区の特急電車の要請に応じて、781系交流専用特急電車6両が試作された。この電車は、耐寒・耐雪構造、発電ブレーキ用抵抗器屋根上設置などの新しい試みがなされており、日立製作所はこのうち2両と主な電気品の製作を担当した。図2にその外観を示す。

また,地域のサービス向上のために,417系電車15両を仙台地区へ納入した。この新系列電車は,近郊形交直流電車で,耐寒・耐雪構造の強化や,座席ピッチの拡大など旅客サービスの改善が図られている。

民営鉄道関係などでは、大阪市交通局10系チョッパ電車をはじめ、相模鉄道株式会社の7000系電車や低騒音化対策を施した日立運輸東京モノレール株式会社の600形モノレールカー(図3)などは、いずれもアルミ製の車体であり、今後とも車両の軽量化、無塗装化のニーズに沿って、アルミ車両の需要は増大していくものと考えられる。

一方,輸出関係では、現在、C種絶縁システムを採用した H種の複巻電動機を電機子、界磁とも全電圧サイリスタで制 御する交流25kV、連続定格3,000kW、車両重量126t、三軸台 車(Co-Co)の電気機関車50両を製作中である。これは我が国 で製作された交流電気機関車としては最大容量のもので、高 力率と粘着性能向上に新技術を採り入れている。

また、スリランカ国有鉄道向けとして、現地山岳線での運用に適合するよう、軽量で曲線通過の容易な1,617HP、車両重量66t,2 軸台車 (B_0-B_0) の交流発電機式ディーゼル機関車(図4)16両を製作中である。

3 先行技術開発

将来,東京~大阪間を約1時間で結ぶ低公害高速鉄道を目指す超電導磁気浮上式鉄道は,日本国有鉄道の指導のもとに日立製作所も参画して,宮崎実験線で成果を挙げつつある。^{1),2)}

去る昭和53年秋には、超電導磁気反発浮上、リニアシンクロナスモータ推進による浮上走行速度347km/hの世界記録を樹立した。今後の計画として、車載形へリウム冷凍機(図5)を

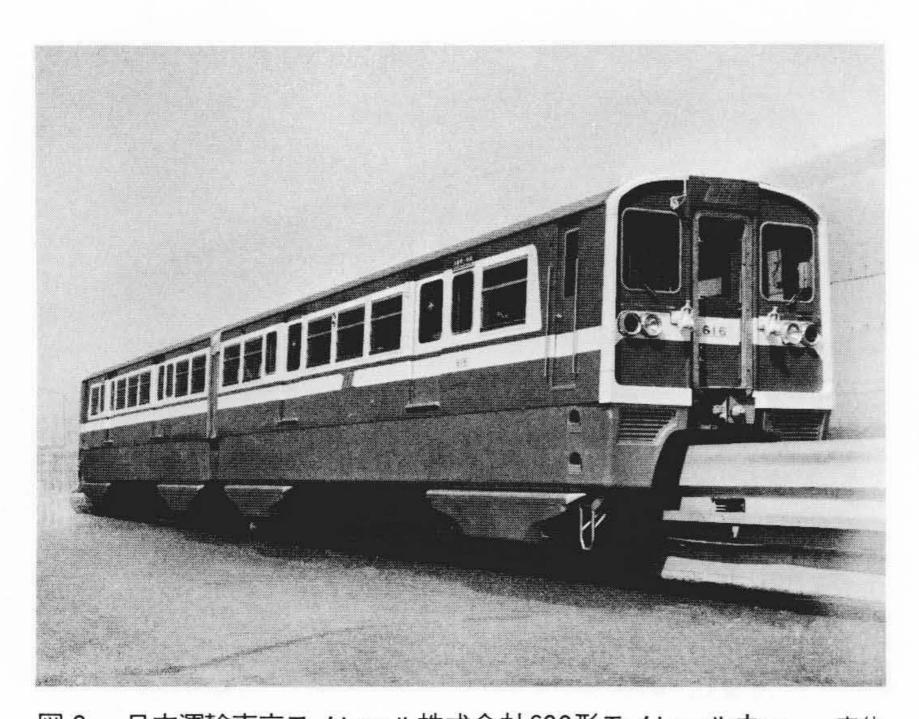


図 3 日立運輸東京モノレール株式会社600形モノレールカー 車体をアルミ製とし、先頭車に白い縁取りを設けデザインにアクセントを付けた。台車カバーを強化して低騒音化を図っている。その他、性能面は既納車と同一である。

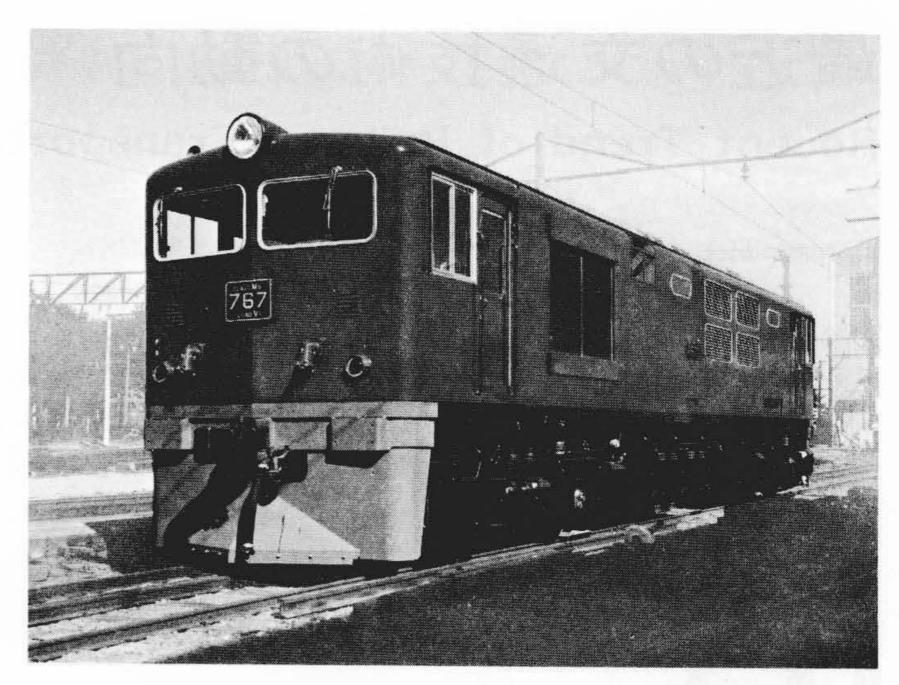


図4 スリランカ国有鉄道向けディーゼル電気機関車 主発電機にはロータリエキサイタ使用の交流発電機を使用し、主整流器には平形素子を使用している。

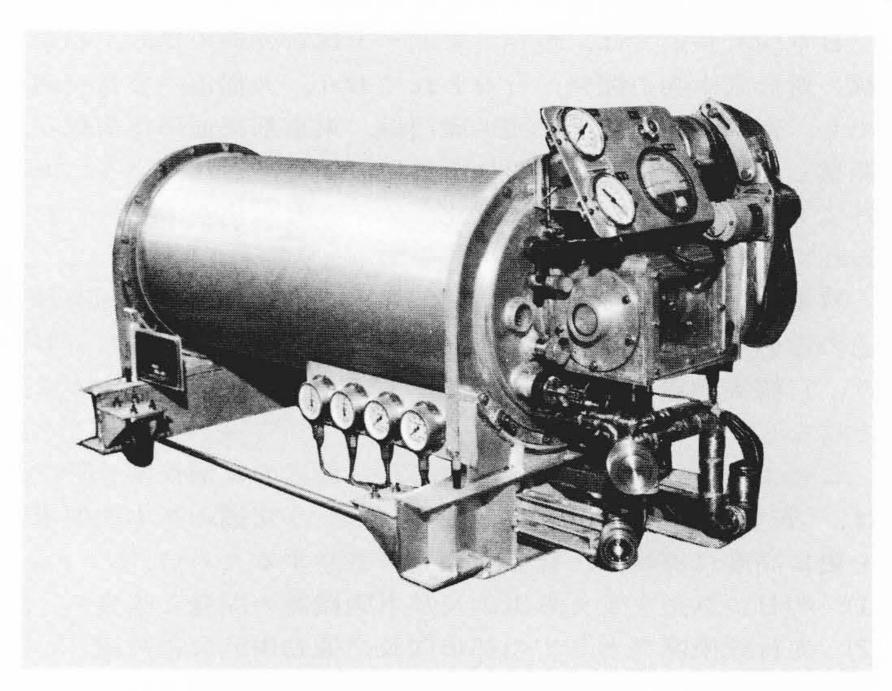


図 5 車載ヘリウム冷凍機 ヘリウム圧縮機と組み合わされ、浮上推進 用超電導磁石のヘリウム冷却用に使用される。超電導浮上式の基本技術の一つ である。

試験用浮上体に搭載し、走行実験が行なわれる予定である。 また、本年夏までには現在延長工事中の軌道 7 km全線が完

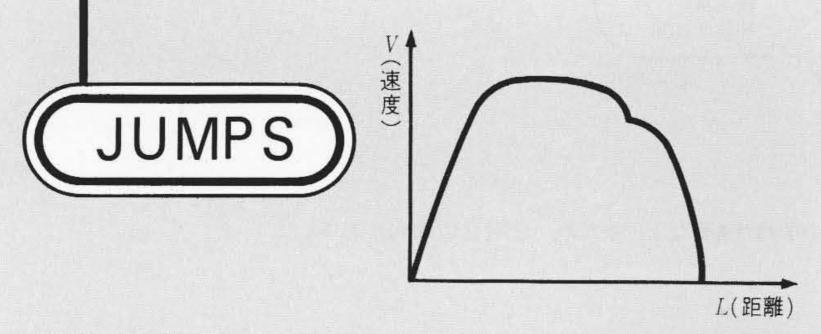
成し、今年秋にはいよいよ速度500km/hに挑戦する予定である。 また、大都市近郊通勤用低公害鉄道(最高速度120km/h)を目 指す常電導磁気浮上式鉄道は、運輸省の指導のもとに日立製

指す常電導磁気浮上式鉄道は、運輸省の指導のもとに日立製作所も参画して開発が進められている。現在までに、吸引形常電導磁気浮上方式による小形モデル車(EML-50)を使用し、実験線で浮上走行実験を行ない、このシステムの開発に必要な基礎データが収集された。

4 交通計画・設計技法の最適化と迅速化

地方都市やニュータウンへ地下鉄、モノレール、新交通などの軌道輸送システムの導入を計画するに当たっては、複雑な要因の総合的かつ定量的な評価を行ない、コストパーフォーマンスの最も良い最適なシステムを短期間に見いだすことが要求される。日立製作所は、計算機を活用した軌道輸送システム計画・設計のサポートシステムとして、TRANSPLAN

STEPSでは、HOPPSで決定した路線、輸送量などをもとに、利用者のサービス性などの条件を満足させるものである。しかも建設コスト、運営コストを最小とするようなシステムの基本仕様を決定する。



JUMPSでは、STEPSで決められた基本仕様のもとで、列車群の走行状態を シミュレートしてシステムの性能を算出するものである。また、要求される 性能を満足する各設備機器の詳細仕様を決定する。

図 6 TRANSPLANの概要 TRANSPLANのような計画設計サポート システムにより、システムの設計が安全かつ迅速に行なえる。

(Transit Planning System)を開発した。3)図6に、TRANS-PLANの概要を示す。

このうちJUMPS(Justified Models for Practical Specification)は、最も設計寄りのサブシステムで、路線、列車、信号、運行管理及び電力と軌道を総合的にシミュレートし、その結果をカラーブラウン管上に図示することができる。

これらは,既に札幌市交通局,京都市交通局,北九州高速 鉄道株式会社などの走行計算を主体としたシステム計画に威 力を発揮し,交通計画・設計の不可欠なサポートツールとな っている。

動送の円滑化と効率向上のための鉄道トータルシステム

輸送力増強を円滑にしかも効率良く行なうには,鉄道,新 交通いずれの場合にも,コンピュータ制御,通信伝送などの 新しい電子制御技術に頼ることになる。これらのシステムは 相互の関連が深く,かつ複雑であるため、トータルシステム 的にアプローチすることが必要となる。近年このような考え方で、鉄道運営を積極的に自動化、省力化及びシステム化する試みがなされ、近代的な鉄道に脱皮するための鉄道トータルシステム(運行管理、電力管理、自動運転、駅業務管理、自動試験などの各システム)の導入が着々と行なわれ、その成果が結実しつつある。日立製作所での鉄道へのコンピュータの応用は、昭和37年に始まり、今日まで数多くの鉄道トータルシステムの製作を手がけてきた。それらのうち、民営鉄道での運輸管理システムの動向を図7に示す。

6 省エネルギー・省力化のための新動力方式

6.1 サイリスタチョッパ制御装置

昭和46年、帝都高速度交通営団千代田線に回生ブレーキ付電機子チョッパ制御装置が大量に投入されて以来、チョッパ装置は省エネルギー時代の要請に応じて各地の地下鉄に広く普及した。4)チョッパ制御の特長として、電力消費量の低減、粘着性能の向上、乗心地の改善、保守費の低減、自動運転の容易などを挙げることができる。電力消費量の低減については、終日平均回生率でみれば、帝都高速度交通営団有楽町線で28.9%、神戸市交通局では抑速制動区間が長いことと、回生インバータを変電所に設けたこともあって、42.4%と極めて高い値を示している。5)更に、日本国有鉄道では本年2月に201系試作チョッパ電車が登場し、特に新技術として、高速からの回生ブレーキシステムが採用されており、今後の標準形通勤電車として大量投入が期待されている。図8にこのチョッパ装置の外観を示す。

チョッパ制御装置の今後の方向としては、半導体素子の大容量化による装置の小形・軽量化、冷却方式の改良による低騒音化、回生率の向上などがあり、既に本年度投入予定の大阪市交通局10系チョッパ電車では高性能・大容量サイリスタとフロン沸騰冷却方式が採用されている。

6.2 サイリスタインバータによる誘導電動機駆動方式

現在,車両用主電動機として広く使用されている直流電動機は,車両用に適した特性をもつ反面,整流子とブラシという摺動機構をもつため,保守性・信頼性の向上,高速・小形・軽量化の点で技術的限界に達しているといえる。これを打開する新動力方式として,誘導電動機を可変電圧・可変周波数インバータで制御する方式の開発が各国で進められている。

日立製作所は、直流1,500 V、出力130kVAの三相インバータ装置及び130kW誘導電動機 4 台を製作し、昭和53年秋に、 我が国で最初の現車試験を行ない、良好な結果を得ることが できた。今後の発展が期待される。

マイクロコンピュータ応用製品

マイクロコンピュータは出現以来まだ歴史は浅いが、電子工学の全分野に大きな影響を与えながら、急速に普及しつつある。交通制御システムの分野でも同様で、既存製品の小形・軽量化はもちろん、性能向上、機能の多様化など新しい分野を開拓しつつある。マイクロコンピュータ応用製品の一例を挙げると、東京都交通局納め自動放送システム、チョッパ用自動試験装置、日本国有鉄道及び札幌市交通局納めモニタリング装置などがあり、これらは新しい分野を開拓した新製品である。

一方, 従来の車両制御への適用例としては, 日本国有鉄道納め除雪機関車用列車自動運転装置(ATO), 製鉄所構内機関車の遠隔操縦式自動列車運転装置(ATOR)などがある⁶⁾。

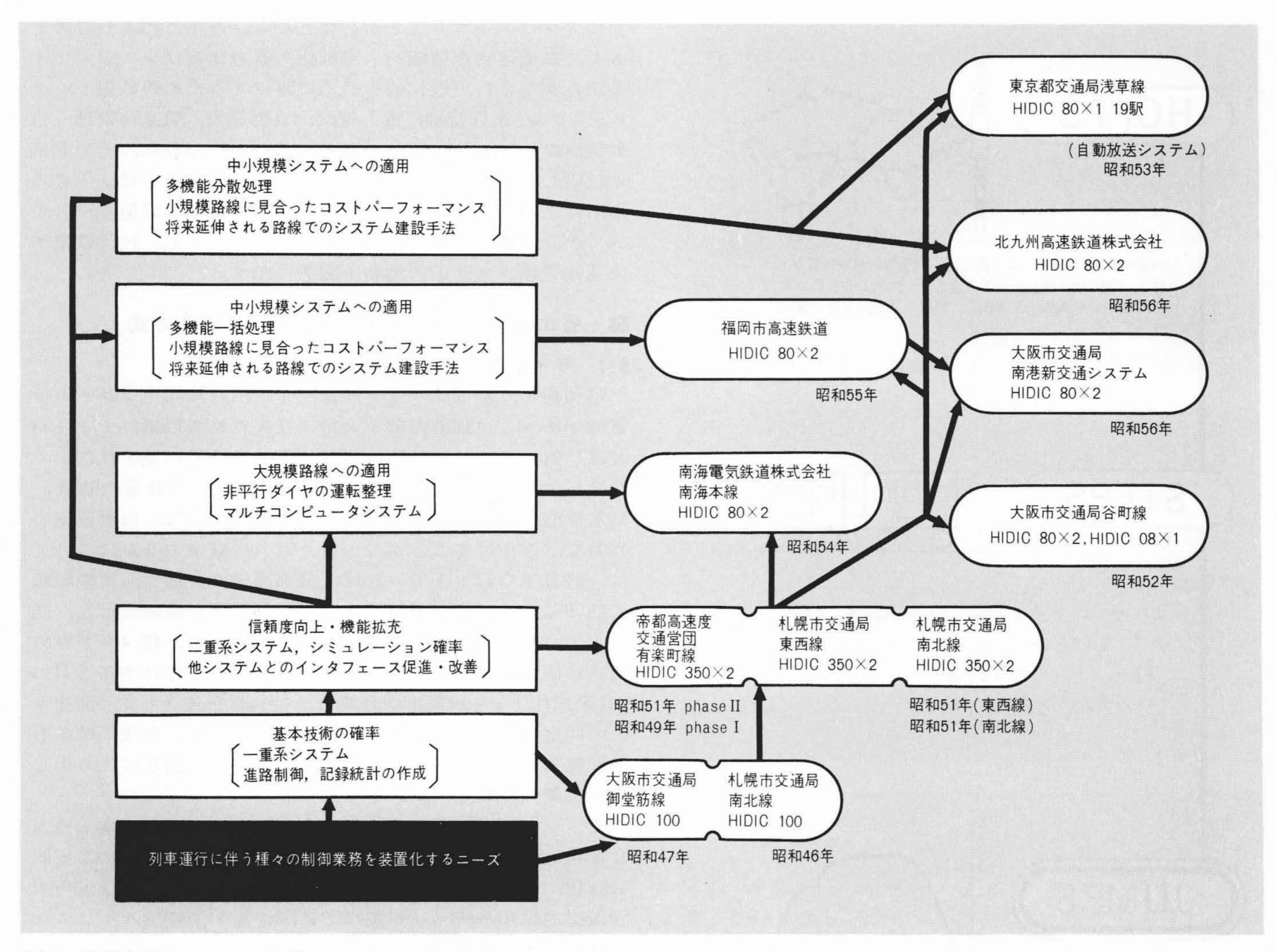


図 7 民営鉄道における運輸管理システムの技術動向 迅速な処理と運輸の信頼性を更に上げるため、分散化の傾向にある。

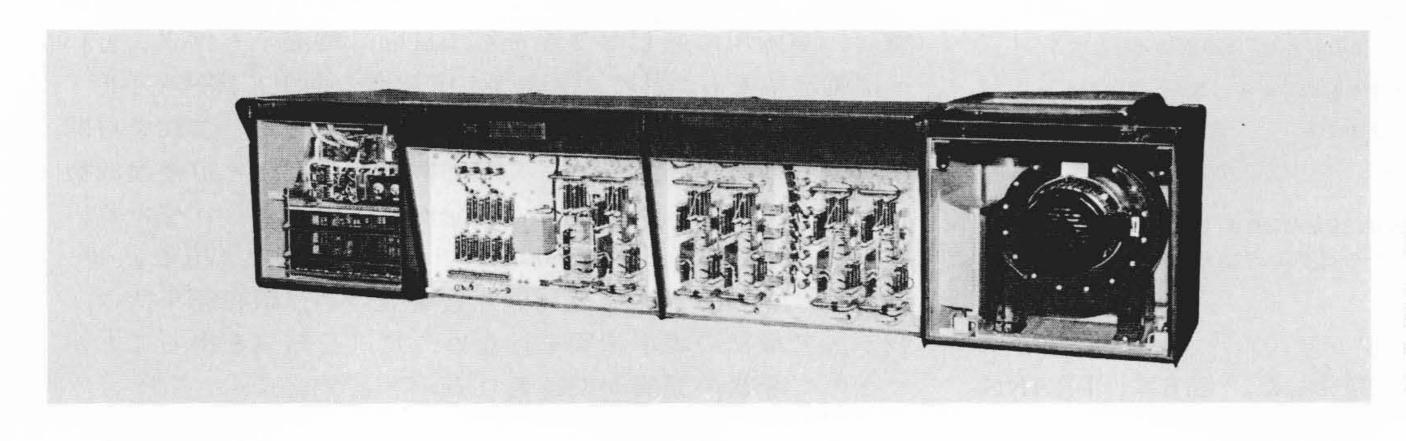


図8 日本国有鉄道 201系電車 用チョッパ装置 省エネルギー形 通勤電車の試作車用として製作された。 従来チョッパと比べ、高速領域からの 回生ブレーキが可能である。

8 結 言

最近の交通技術の動向について、市場ニーズの面から述べた。これに対応して、日立製作所が既に開発し、あるいは現在開発に取り組んでいる幾つかの技術についても併せて紹介した。

石油供給の不安定な社会情勢の中で,特に省エネルギーの 観点から,鉄道技術の分野でも更に新しいニーズが出てくる ものと思われる。日立製作所はどのようなニーズに対しても 常に積極的に取り組み,解決していきたいと考えている。

終りに、平素から御指導いただいている日本国有鉄道、帝都高速度交通営団、各民営鉄道の関係各位に対し深く感謝の意を表わす次第である。

参考文献

- 1) 山田, 栗原, 栗本:浮上式鉄道実験線用車両制御装置, 日立 評論, 60, 301~304(昭和53-4)
- 2) 小池,ほか3名:浮上式鉄道実験線用給電装置,日立評論,60,305~310(昭和53-4)
- 3) 宮本, ほか 4 名: 軌道輸送システム用計画設計サポートシステム"TRANSPLAN", 日立評論, 60, 751~756(昭和53-10)
- 4) 木村, 今野, 高橋:電気車用チョッパ制御装置, 日立評論, 60, 533~538 (昭和53-7)
- 5) 福田:民鉄における直流回生の現状と今後の方向,昭和53年 電気四学会連合大会
- 6) 高岡, 豊田, 増田:マイクロコンピュータの交通制御システムへの応用, 日立評論, **59**, 345~350 (昭和52-5)