コンピューター利用システムの開発史

川﨑　邦弘
Kunihiro Kawasaki
信号・情報技術研究部
部長
［専門分野］対列車通信システム，電波環境

鉄道では，日々の列車の安全・安定輸送を支えるため，コンピューターを利用した様々な大規模システムが運用されています。これらのシステムは，旧日本国有鉄道（以下，旧国鉄）時代から現在に至るまで多くの関係者の努力によって生み出されたものです。ここでは，今月号の特集で取り上げた座席予約システムや電子連動装置などシステムを中心に，旧国鉄の鉄道技術研究所（以下，技研）と，技研の研究を継承した鉄道総研におけるコンピューター利用システムに関する研究開発の経緯や背景と，研究開発における大型計算機・スーパーコンピューターの活用について紹介します。

コンピューターの登場

コンピューターは，たくさんの繰り返し計算や複雑な計算を，人間に代わってミスなく行うために生まれました。しかし今やコンピューターは，単に計算するためだけのものではありません。さまざまな情報を処理して文字や映像・音を出力したり，機械の制御を行う高度な情報処理装置として，企業や工場で使われる大規模システムから，スマートフォンやデジカメ，炊飯器などの家電に至るまで，あらゆるところで使われ，私たちの生活を支えています。

最初のコンピューターは，1940年にアメリカのベル研究所で開発されたリレー式計算機でした。当時のコンピューターは軍事目的で開発され，1946年にペンシルバニア大学が完成させた世界初の真空管式電子計算機ENIACも弾道計算を目的としたものでした。1950年にアメリカのレミントン・ランド社が世界初の商用計算機となるUNIVAC-Ⅰを発表して以降，1952年にはIBM社が科学技術用コンピューターを発表するなど，商用コンピューターが相次いで登場しました。

コンピューター活用研究の始まり

日本の鉄道にコンピューターを活用するための研究開発は，当時のアメリカにおける商用コンピューターの急速な発展を目の当たりにした一人の技研の技術者から始まりました。

その技術者とは，終戦後に海軍から技研に移り，おもに車両振動の研究を行っていた穂坂衛（まもる）氏です。1952年から1年間，マサチューセッツ工科大学（MIT）に留学した際に初めてコンピューターと出会い，航空券の予約システムなどコンピューターの応用開発に触れたそうです。帰国後，鉄道の維持発展にはコンピューター利用による業務の効率化・自動化が必須と考えた穂坂氏は，1955年に「電子計算機の調査と応用」の研究テーマを実施，座席予約，列車制御，ヤード自動化，貨物情報処理を具体的な応用システムとして抽出しました。これを受けて，1956年から「座席予約業務と計算機技術の調査及び座席予約システムの設計」をはじめとするコンピューター活用に関する研究テーマがスタートしました。

研究所初のコンピューターG-15

研究テーマがスタートした翌年の1957年，Bendix社が前年に発売した科学技術計算用の真空管式電子計算機

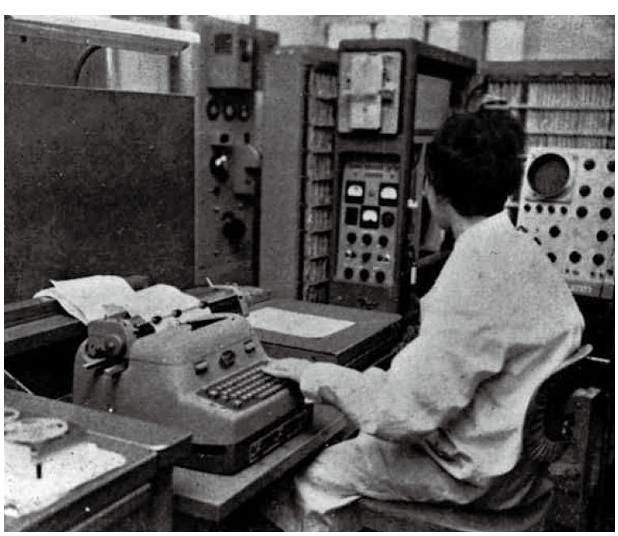

図1　研究所初のコンピューターBendix社製 G-15

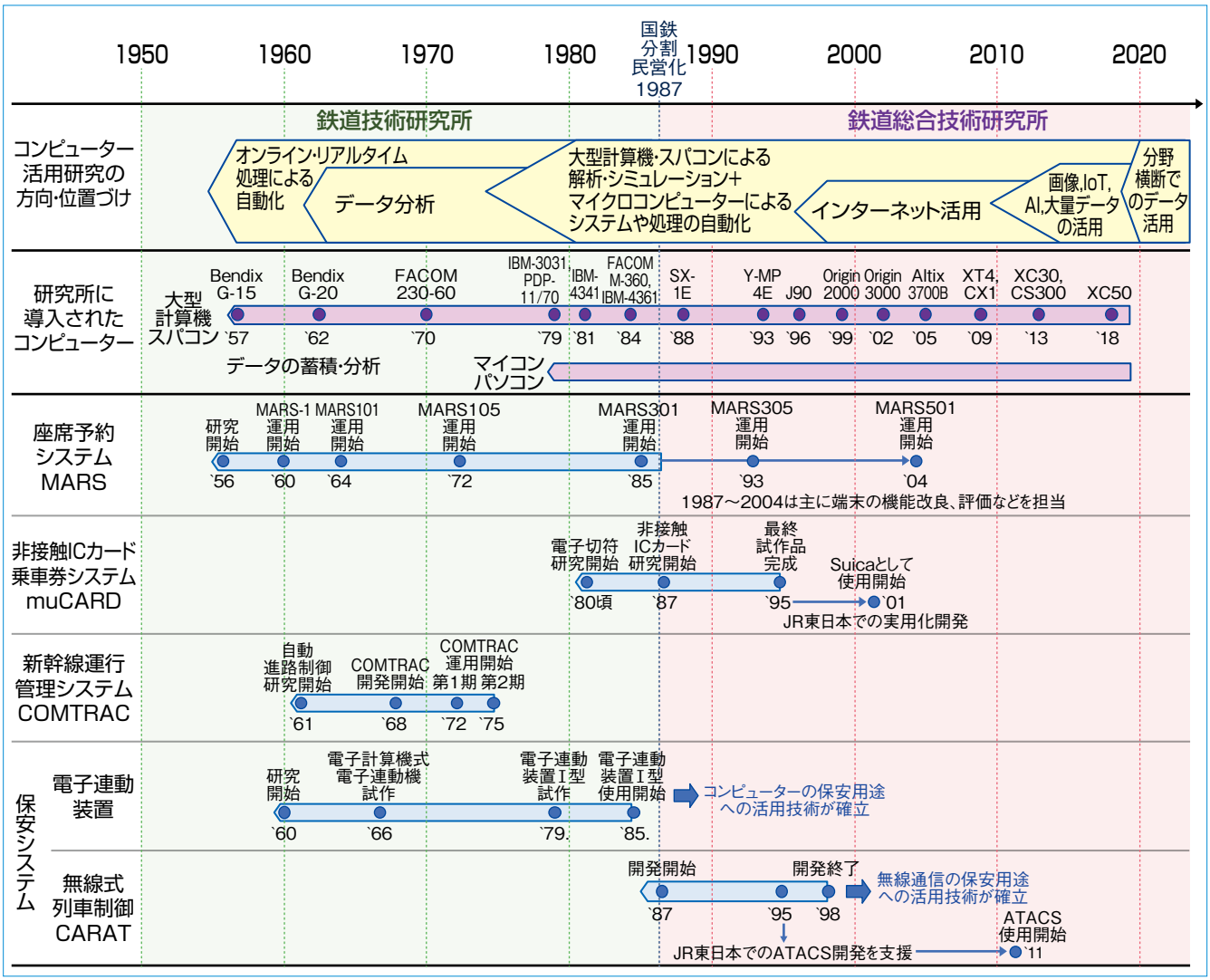

図2　コンピューター活用研究の経緯

G-15が技研の第1号コンピューターとして導入されました（**図1**）。

G-15は，座席予約システムの研究開発のほか，軌道偏いと車両動揺の解析の試行や，列車運行シミュレーションなどにも利用されました。また，計算に使うだけでなく，G-15の回路図を解読して電子回路技術を習得したことも，その後のコンピューター利用システムの試作や試験の際の大きな力になったようです。G-15は，まさに研究所におけるコンピューター活用研究の原点となるマシンでした。

G-15導入を契機に本格化した鉄道へのコンピューター活用に関する研究開発の経過を整理した年表を**図2**に示します。**図2**は，技研・鉄道総研が実施したコンピューター活用の研究の位置づけ・方向性と，導入されたコンピューターの系譜，そして本特集号で取り上げた五つのシステムの研究着手から実用化までの経過を1つの年表にまとめたものです。いずれのシステムとも，着手から最短で10年近く，安全に直結する保安システムにあっては20年以上の年月がかかっていることがわかります。

コンピューター活用研究のベースとなった「サイバネティクス」

コンピューターは，当初は単体で利用されていましたが，データ通信技術を活用してコンピューター同士を接続すれば，さらに高度な処理や遠隔地との情報共有と制御が可能となります。

アメリカの数学者のN. Wiener氏は，コンピューター技術と通信技術，制御技術を融合させてシステムを構成する「サイバネティクス」という概念を1948年に提唱しました。これは，現在でいうICT（情報通信技術）活用の考え方そのもの，といえるでしょう。

穂坂氏は，1952年にMITに留学した際，Wiener氏と直接会ってこの概念を聞き，「コンピューターは単なる計算ではなく，その本質は情報処理と制御にある」と考えたそうです。

これに先立つ1950年，旧国鉄の信

号通信局に所属していた小田達太郎氏がアメリカに出張した際にサイバネティクスの考え方に触れ，「鉄道の全システムの合理化に最も影響の大きいものは通信である。鉄道通信の特色は自動化とエレクトロニクスに尽きる」と断言されたそうです。当時，旧国鉄では電信・電話網を整備していましたが，鉄道システムにおける本当の意味での神経網としての役割を果たすためには，当時登場したコンピューターと通信との融合が必須との認識がすでにこの頃に生まれていました。今回の特集号ではコンピューターにスポットを当てましたので詳細は触れませんが，通信やネットワークに関する研究開発も，コンピューターを活用した大規模システムの実現に欠かせない重要なテーマとして取り組まれました。

データ分析への応用

G-15の導入によって，人手で行ってきた業務をコンピューターで置き換えるための研究開発が一気に進みました。本号の特集記事で取り上げた大規模システム以外にも，データ分析や，車両運用計画やダイヤ作成システムなど，さまざまな応用システムも開発されました。ここでは，それらの一例として，データ分析システムであるLABOCSを紹介します。

試験や実験で取得されたアナログデータをコンピューターで処理する技術の研究開発は，1961年に始まりました。当時は東海道新幹線の開発などで多くの計測データを効率よく処理する必要に迫られたことが背景にあります。1975年に，当時の研究所に設置されていたコンピューターFACOM 230（表紙 左上写真）を利用してグラフィックディスプレイ上でインタラクティブにデータ処理ができるLABOCS/TSAが開発されました。その後も大型計算機の更新に合わせてシステムがアップデートされ，1986年ごろからは，当時既に一般的になっていたマイコンを利用したマイクロLABOCSの開発が始まり，現在利用されているシステムへと発展してきました（**図3**）。現在，LABOCSは，JRをはじめとする鉄道事業者の保線分野で幅広く利用されています。

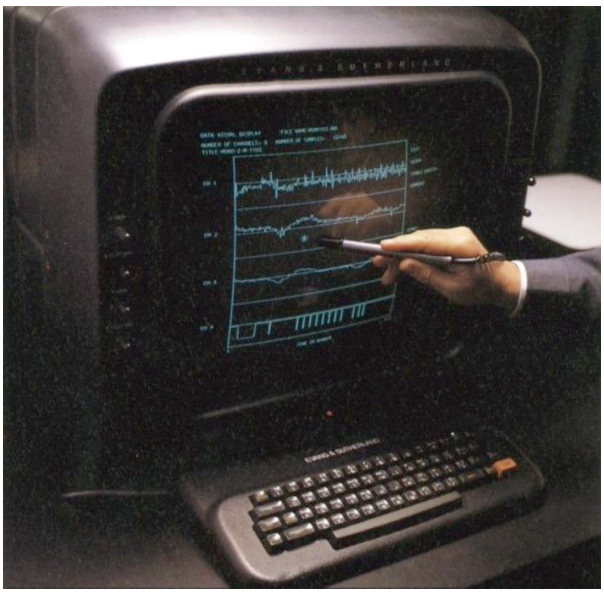

図3　1982年当時のLABOCS

なお，LABOCSの研究が始まった1960年代前半には，車両運用計画作成システムやダイヤ作成システムの研究開発もすでに着手されていました。

マイクロコンピューターの活用

1970年代に入ると，それまで真空管やトランジスターの組み合せで実現されていたコンピューターの機能を数cm程度の大きさの半導体デバイスとして実装したマイクロプロセッサー（**図4**）が登場します。マイクロプロセッサーを搭載した最初の個人用途向けのパーソナルコンピューター（パソコン）が発売された1974年以降，ビジネス用途のデスクトップ型パソコンが相次いで発売され，1980年代にはラップトップ型やノート型など手で持ち運べるパソコンも登場し，さまざまな業界で導入されていきます。この1980年前後から，技研でもマイクロプロセッサーを活用したシステムに関する研究開発が多数始まりました。

マイクロプロセッサーの登場により，大型計算機を複数の用途で共有する環境から，用途ごとに個別のコンピューターを利用できる環境となり，コンピューターを利用したさまざまな業務支援システムが誕生しました。計画管理や輸送計画変更支援などのシステム開発のほか，CTCのマイコン化も1984年に着手されています。

1980年代は，無線による移動体通信技術やインターネットなどのネットワーク技術が急速に発展した時期でもあります。当時携帯電話向けに開発されたデジタル変調方式は，1987年から開発が本格化した無線式列車制御システムに適用され，現在も利用されています。この時代は，現実世界のさまざまな情報がデータとしてコンピューターに取り込まれ，ネットワークを経由して世界中で共有できる基礎が構築された時期ともいえるでしょう。

高度シミュレーションへの活用

マイクロプロセッサーの活用研究が活発化して以降，1990年頃からは，大型の共用計算機は大規模なデータの分析･管理や数値解析，シミュレーションなどが主たる使用目的となっていきました。とくに，浮上式鉄道の開発や，新幹線の高速化など，実験では実現が困難な条件をコンピューター上で再現

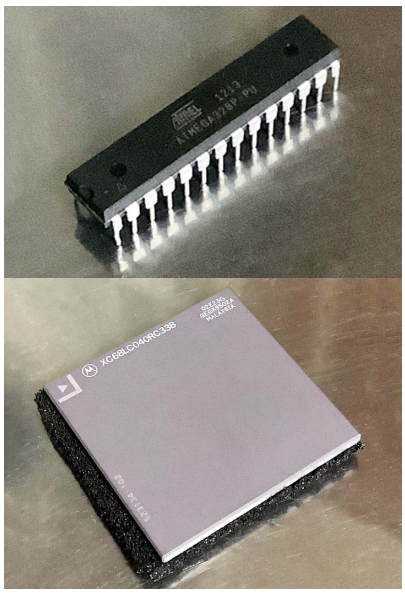

図4　色々なマイクロプロセッサー

して現象を評価するツールとして活用されてきました。近年の並列計算処理技術の高度化とメモリーの大容量化により，かつては解けなかったような大規模で複雑なモデルも扱えるようになり，より現実に近いシミュレーションが可能となっています。現在，鉄道総研で稼働しているスーパーコンピューター（Cray XC50）は，車両の運動や，空気流，車輪・レール間の動的転がり接触，バラストの挙動解析などのシミュレーションや，鉄道のさまざまな現象を再現する鉄道シミュレーターなど，高度なシミュレーション技術の開発と応用に活用されています。

コンピューター活用の今後

今後，コンピューター，通信ともさらに飛躍的に性能が向上することは間違いありません。いずれの技術とも発展のスピードが速く，数年で陳腐化して半導体チップなどの部品がなくなってしまうこともあります。一方，鉄道は，巨大システムであり，かつ高い安全性と信頼性が求められるため，システムや装置の導入や交換には年オーダーの時間がかかります。このため，鉄道では，いったんシステムを導入すると短くても10年～20年，場合によっては30年以上にわたって使い続けることになります。これまでも鉄道では，時代ごとの最新技術の中から，将来にも通じるコアとなる技術を見いだし，鉄道用に徹底的に磨くことで基本システムが築き上げ，部分ごとに新しい技術を取り入れながらシステムを更新してきました。今後，既存システムへのICTの導入や，最新システムに置き換えるための技術や基準の整備がさらに重要になるでしょう。

近年最も発展・普及が著しいAIも，コンピューターと通信の発展によって飛躍的に性能が向上し，いずれ，私たちの生活の中のあらゆるシーンでAIが普通に利用される世界が来るでしょう。その一方で，そのような世界では，AIが人間の仕事を奪うのではないか，との懸念も聞かれます。しかし，コンピューターがどれほど高度化したとしても，それを活かすか否かは私たちの使い方次第ではないでしょうか。高度化したコンピューターは，私たちの生活を豊かにするためのツールあるいはパートナーとして活用すべきであり，そのために解決すべき課題と，その解決に必要な技術やルールもきちんと考えていかなければなりません。

鉄道でも，ICTを活用したさまざまな新しい自動化システムの開発，導入が進むと考えられます。これらは，人の存在をなくすためではなく，あくまでも人が中心にあって，人では難しいことをコンピューターが担い，人は人にしかできない業務に専念できるようにすることで，より安全で快適なモビリティサービスの実現に活用すべきと考えています。

おわりに

ここでは，技研における計算機導入に始まるコンピューター利用システムの開発の歴史の一部を紹介しました。

文献としてあげた図書をはじめ，当時作成された部内資料などを紐解きながら記事を執筆しましたが，先輩方の慧眼はもちろん，実用化に至るまでの並々ならぬ熱意と関係者間の連携の強さ，そして，研究開発のプロセスを記録として残していただいていることのありがたさを改めて感じました。

今後も，国内外の最新の技術動向を常に感度よくとらえ，鉄道事業者，メーカー，大学・研究機関など各分野の専門家の方々と連携しながらICT活用による鉄道のデジタル化を進め，さらに安全でスムーズなモビリティサービスを提供できる鉄道システムの実現に向けて，しっかり地に足をつけて研究開発に取り組んでいきたいと考えています。RRR

文　献

1) 小野田滋：コンピューターとともに 穂坂衛，RRR，Vol.76，No.5，pp.42-43，2019
2) 秋田雄志，長谷川豊：コムトラックはこうして生まれた，日本鉄道電気技術協会，pp.2-20，pp.133-135，2011
3) 日本国有鉄道 鉄道技術研究所編著：鉄道技術研究所80年史，日本国有鉄道 鉄道技術研究所，pp.26-28,pp.89-97,pp.150-180,pp.284-295，1987
4) 鉄道総合技術研究所編著：鉄道総研のあゆみ－創立30周年－，鉄道総合技術研究所，pp.695-703，2016
5) 日本鉄道電気技術協会 マルス分科会編著：マルス発展史，日本鉄道電気技術協会，2013
6) 金子則彦：旅人をつなぐ“マルスシステム”開発ストーリー，アイテック，2005
7) 日本国有鉄道 国鉄情報システム20年のあゆみ委員会編著：国鉄情報システム20年のあゆみ，交通協力会，1979