

## グローバルな鉄道インフラの最適化を支援する「鉄道統合評価システム」

海外で鉄道システムを提案する際には、国や地域それぞれの多様かつ複雑な輸送ニーズに対するエネルギーコストの定量評価などを、鉄道システム全体を考慮したうえで、迅速に行う必要があります。そこで、日立研究所は、車両・信号・運行管理・き電といった鉄道システム全体を構成するサブシステムの単体動作を再現するとともに、サブシステム間の相互作用や連携制御を考慮できる「鉄道統合評価システム」を開発しました。このシステムは、鉄道インフラ整備計画への最適なソリューションを迅速に提供できる技術として期待されています。

### 海外では鉄道システム全体の提案が必要

——いま海外では、環境・省エネに配慮した公共交通手段として、改めて鉄道建設への意欲が高まっているようですね。



日立研究所  
グリーンモビリティ研究部  
GM1ユニット  
主任研究員  
宮内 努

**宮内** はい。近年は世界各地で多くの鉄道システムの導入が計画されています。そこで展開されるビジネス形態はこれまで日立が主に携わってきた日本のものとは違います。日本では鉄道事業者がプロジェクトの主体となり、メーカー側は車両や信号、運行管理、き電などのサブシステムをコンポーネント単位で提案するものです。一方、海外の場合は少し事情が異なり、鉄道の運行会社、車両の提供会社、路線のインフラ管理会社などがそれぞれ異なる「上下分離方式」が採用されているため、基本的にメーカー側が主体となってシステム全体の提案を行っていかねばなりません。

また世界各国では、直流/交流といった電力供給方式の違い、電化/非電化区間の相互乗り入れ運行、走行する車両にしても、直流、交流、これらを混合した交直流やディーゼル車両もあるなど、多様で複雑な要素が絡み合います。こうした個々の要素

を勘案しながら、最適かつ包括的な提案を行うために開発したのが「鉄道統合評価システム」です(図1)。

——「鉄道統合評価システム」では、どのようなことが行えるのですか。

**宮内** 鉄道を構成する代表的なサブシステムである「車両システム」「信号システム」「運行管理システム」「き電システム」といった複数システムを連携させた、大規模な鉄道システムの挙動をPC上で再現することができます。これにより、エネルギーコストや輸送量の視点からシステムの配置や容量を評価するなど、さまざまな要件を考慮した適切な提案が行えるようになり、グローバルターンキーと呼ばれる一括受注にも対応可能となります。また、技術が進歩して新しい車両や信号などの設備が導入される際にも、鉄道システム全体に対する効果を定量的に評価することで、よりお客さまのニーズに沿った提案をすることが可能となります。

### 各シミュレータを柔軟に組み合わせた解析を実現

——日立は国内最大級の総合鉄道メーカーですが、これまでも同様のシミュレータ技術は持っていたのでしょうか。

**宮内** 日立は新幹線車両、ハイブリッド駆動システム、信号、変電所、運行管理システムなど、鉄道に関するほぼすべてのサブシステムを開発・提供しているメーカーです。その技術と実績をベースとした高精度なコン

ピュータ・シミュレーション技術も当然持っており、さまざまなノウハウを蓄積してきました。

しかし現状では、日本の事業者向けに作った各サブシステム用のシミュレータしかありませんので、鉄道システム全体を解析しようとする、いくつものシミュレータを個別に走らせ、各数値のインプット/アウトプットの整合性を人手で確認しなければならず、どうしても手間と時間がかかってしまいます。そこで今回は、それらを一括して迅速かつ柔軟にシミュレーションできる仕組みを作ったわけです。

——どのような技術で、一括したシミュレーションが可能になったのでしょうか。

**宮内** サブシステムや機能ごとにモデルをブロック構成で作成し、それらを任意に組み合わせる「ビルディングブロック方式」を採用しました。組み合わせや詳細度をフレキシブルに切り替えられるため、車両単体で使えば、その走行性能の評価が行えますし、信号を組み合わせれば、各車両の特性に応じた最適な信号設備やそれにより実現できる運行間隔がわかります。さらに運行管理を組み合わせれば、実際にダイヤを組んだとき、それらがどう動くかなどを評価することができるようになります。

もちろん各システム内の構成要素も細かく組み替えることが可能です。例えば車両なら直流電車、交流電車、ディーゼル車、シリーズハイブリッド車などを選べますし、鉄道への電力供給を担うき電なら、直流変電所、交流変電所、蓄電池などの組み合わせが選べます。これにより、各サブシステム

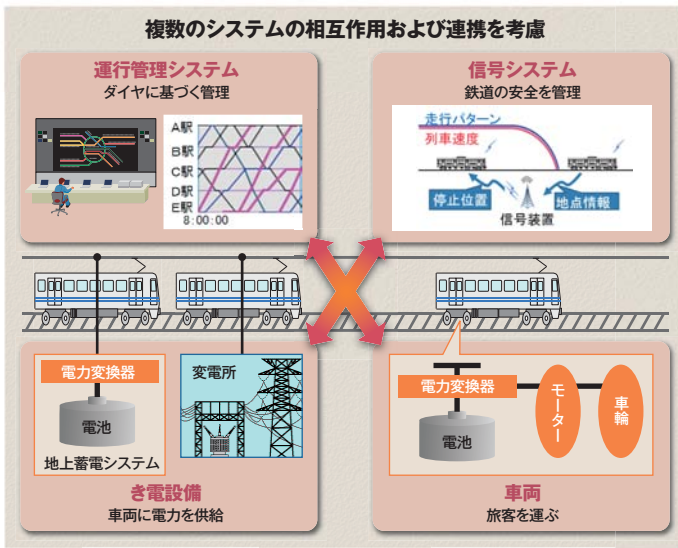


図1 「鉄道統合評価システム」の全体像

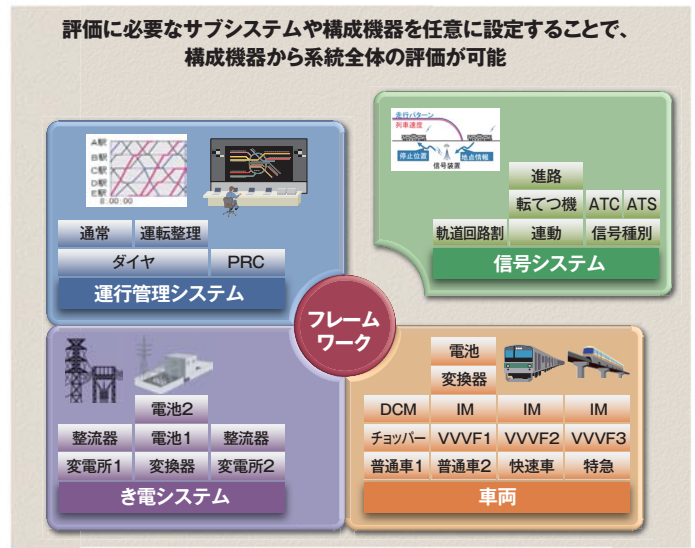


図2 ビルディングブロック方式のイメージ

内で発生した現象が他のサブシステムに与える波及効果を考慮したうえで、消費エネルギーなど、鉄道システム全体として実現している性能を算出できます(図2)。

**多様なエネルギー供給源も自在に考慮**

**鈴木** 本シミュレータの、もう1つの特長となっているのが、国や路線によって多様なエネルギー供給源を持つ鉄道システムの解析技術です。例えば車両電源には、変電所を経由して供給される電気を使うもの、ディーゼルエンジンなどの内燃機関を利用するもの、さらには蓄電池、エンジンを併用するハイブリッド型のものなどがあります。変電所の電力供給方式にも直流、交流、それらが混在した路線があるため、各種車両に対応したエネルギーフローのモデルと、エネルギー供給源となる変電所を模擬した電流/電圧源モデル、各車両用機器の動作を模擬したモデルなどを開発しました。

これらのモデルを柔軟に組み合わせることで、変電所容量や車両の運転間隔に依存した変電所の消費電力の変動などを詳細に解析することが可能となります。

——蓄電装置も勘案したモデルというのは、今後の鉄道ビジネスでトレンドになりそうな気配ですね。

**鈴木** 蓄電池はまだコストがかさみますので、当面は先進国を中心に導入が進むと思われます。しかし市場の拡大で電池コストが下がれば、近い将来は新興国でも導入されていくでしょう。最近では、車両の電力を有効活用するため、蓄電装置を変電所に設置して、そこに車両がブレーキをかけた際のエネルギーを吸収させ、加速時にはバッテリーを放電させて再利用するといった、地上に蓄電装置を設置する技術が目立っています。こうした場合は、電気が一方方向ではなく双方向に流れますので、不安定になりがちな回路モデルをいかに安定的に解析できるようにするかに苦労しました。本シミュレータを用いれば、車両モデルや電力モデルに蓄電装置モデルを加えることで、その省エネ効果を定量的に評価できます。

——環境への配慮から、なるべく電力のからない鉄道システムが提案できるわけですね。

**鈴木** 電力をエネルギー源とする鉄道車両は、加速する際に非常に大きな電力を消費しますから、電力系統への負担を考えるとなるべくなめらかに変動なく使うことが理想的です。本システムを活用することで、例えば、輸送量を上げようとする際に、電力負荷の

変動を極力少なくするような車両の選択、あるいは変電所のリブレースや地上蓄電システムの導入など、適切なソリューションの提案が可能となります。また、そこで得られたノウハウを車両の新しいモーターやインバーターなどの開発にも生かされますから、非常に役立つ技術ではないかと考えています。

日立研究所  
グリーンモビリティ研究部  
GM1ユニット

鈴木 基也



——今後の展開は。

**宮内** 環境保全にも貢献する鉄道システムをお客さまに最適な形で提案するため、また日立が国内で培った車両、信号、運行管理、き電などの基盤技術をグローバルに展開していくためにも、今回開発したシミュレータ技術のさらなる進化に力を注いでいきたいと思っています。

——期待しています。本日はどうもありがとうございました。

お問い合わせ先

(株)日立製作所 日立研究所 <https://www8.hitachi.co.jp/inquiry/hqrd/rd/jp/form.jsp>