

# 第3章

## 「NXシステム」の技術

本章では、「鉄道模型シミュレーター NX」(VRM-NX)に  
使われている技術(NXシステム)などを紹介します。



スーパーエクスプレス・レインボー塗装 EF65 1118

## 3-1

## NXシステム

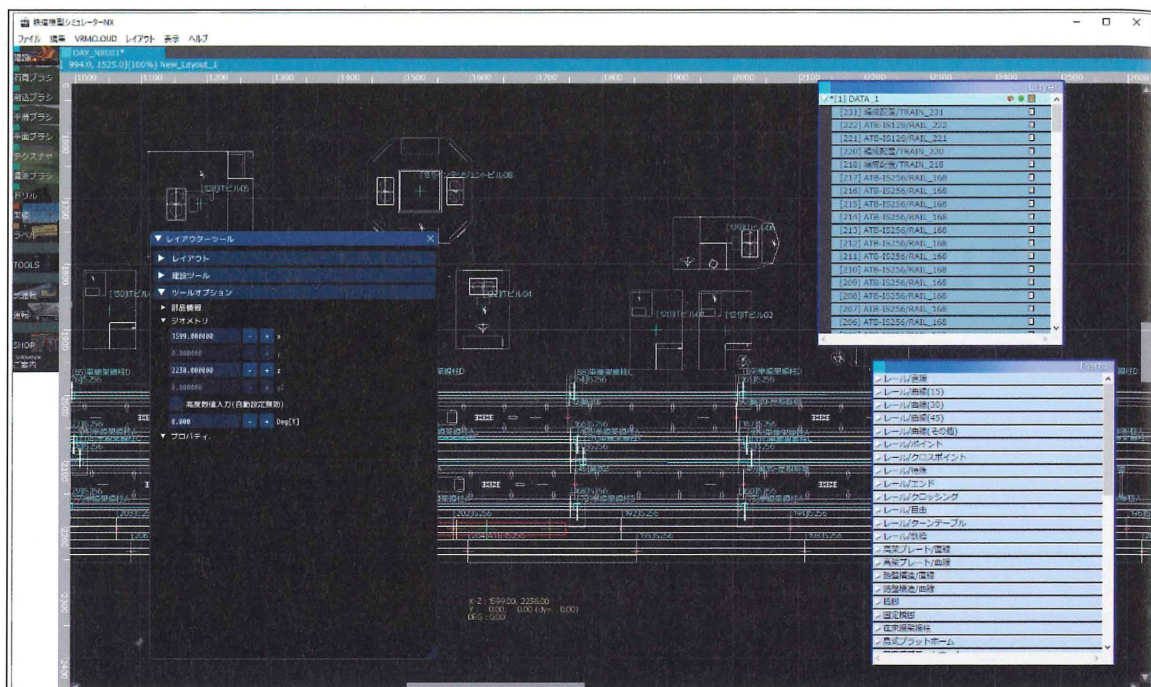


図3-1-1 「NXシステム」が採用された、「鉄道模型シミュレーター NX」(VRM-NX)

「鉄道模型シミュレーター」の最新バージョン、「NXシステム」は、現代のゲーム技術で「鉄道模型シミュレーター」のすべてを再構築したシステムです。

\*

システムは完全に「64ビット」化され、「空間座標」は「32ビット」から「64ビット」に拡張。

使用可能な「メモリ空間」も、物理的に実装可能なメモリをOSの上限まで使用可能になり、精度を維持したまま、広い仮想空間でレイアウトを作成できます。

「レンダリング・エンジン」は、現行のゲーム技術をベースに、少し未来の技術を組み込んだアイマジック社の自社エンジンです。

「鉄道シーン」の「レンダリング」に最適化しています。

## ■システム構成

「NXシステム」は、単体のアプリケーションに、主要な機能を実装しています。

線路を引いたり、建物を配置するレイアウト設計ツール「レイアウトター」と、作成したレイアウトで列車を運転する「ビューワ」があります。

レイアウトターで「レイアウト制作」、ボタン一つでビューワに切り替えて「列車を運転」。この2つのツールを行き来して、遊びます。

## ■車両モデル

「NXシステム」は、膨大な車両をモデル化しています。

「保線用の作業車両」から「新幹線」まで、多彩な「車両型式」を用意しています。

「車両」は、同一形式ながら「製造時期による

相違点」、「配置地域特有の特殊装備」など、模型製品レベルでは製造上の都合で省略するディテールを再現しているものもあります。

また、鉄道技術の歴史的転換点となる車両など、知名度とは異なる観点の車両型式も用意しています。

\*

知れば知るほど深い、多彩な視点でコレクションを充実していくことができます。

## ■ レール

「鉄道模型シミュレーター」は、「Nゲージ」のシミュレーターです。

「新幹線」は「1/160」スケール、「在来線」は「1/150」スケールの、国内の「Nゲージ・メーカー」が採用しているスケールです。

「トミックス規格」の部品セットを導入すると、「NXシステム」で「トミックス」の「Fine Track」を使ったレイアウトを設計できます。

また、新開発の「7mmレール」を使えば、「Nゲージ」が長年抱えてきた在来線の「ガニ股問題」を解決できます。

「1/150」スケールの在来線車両に対して、「Nゲージ」のレールでは幅広すぎますが、「7mmレール」によって正しい線路幅になり、在来線車両と線路がともに「ファインスケール」になります。

## ■ ポイント、ターンテーブル

「ポイント」も「ターンテーブル」も、ともに動作します。

「鉄道模型シミュレーター」は、実際の模型のように2本のレールに電気が流れているわけではないため、「ポイント」が原因の「極性問題」（「+」「-」が反転してショートする）は発生しません。

電氣的な制限なく、「ポイント」を設置できます。

## ■ センサ

「線路」には、任意の地点に列車の通過を検出する「センサ」を設置できます。

「センサ」は、列車の通過を検出すると、センサに設定されているコマンドを実行します。

これにより、「NXシステム」では、プログラムを記述することなく、「センサ」の設定だけである程度の自動制御を実現できます。

「ライト」や「パンタグラフ」の操作、列車の「分割」、踏切の「開閉」、「閉塞区間」による「列車の制御」などができます。

## ■ スクリプト

「NXシステム」に内蔵された「Python」（パイソン）によって、さらに複雑な制御が可能です。

「Python」は、比較的簡単に習得できる言語です。列車などの部品に「Python」によるスクリプトを記述して、複雑な動作を実現できます。

## ■ レンダリング

「ビューワー」は、現行のゲーム技術をベースに、新開発の技術を多数組み込んだアイマジンク・オリジナルの「ゲーム・エンジン」を搭載しています。

「鉄道模型シミュレーター」は、多種多様な「レール」、「ストラクチャー」を自由に並べることができるという仕組み上、既存のゲーム・エンジンでは対処が難しいため、専用のゲーム・エンジンが必要になります。

さらに、現行GPUの機能を生かした設計により、新技術の搭載が可能になりました。

さまざまな新しい高精度な演算を、リアルタイムで実現しています。



図3-1-2 VRM-NXには、さまざまなコンピュータ技術が盛り込まれている

### 3-2

## ディファード・レンダリング

旧世代の「鉄道模型シミュレーター5」は、古典的な「レンダリング・パイプライン」で、「ポリゴン」から画像を「レンダリング」していました。

当時のハードウェアでは、出力先のサーフェースにポリゴンを逐次書き込むのが一般的でした。

ポリゴンは出力先にそのままレンダリングします。

「ディファード・レンダリング」(遅延レンダリング)は、これに変わる現代のゲームの基本技術です。

\*

「ポリゴン」は、物体表面の「カラー」「陰影」「表面法線」など、複数の情報をレンダリングします。

単純に画面を出力するのではなく、いくつもの「属性情報」を合わせて出力し、さまざまな加

工を加えてから、最終的な画像を合成します。

古典的なレンダリングが即時画面用の画像を生成するのに対して、「ディファード・レンダリング」は、画面用の画像の生成は工程の最後になります。

古典的な「レンダリング」では、複雑な「ドロー制御」が必要になる特殊効果が、シンプルな画像加工に置き換えられるなど、利点が多くあります。

「ディファード・レンダリング」も登場してから長くたち、ハードウェアの進化に合わせてその内容も大きく変わっています。

登場当時のアルゴリズムは、当時の制限があるGPUでメモリを節約したり、粗い演算精度でも計算できるよう考えられています。

「NXシステム」は、現行GPUの機能を生かした高い「演算精度」と、「ビット数」の「大きなバッファ」で、将来に向けて発展性のあるレンダリング技術を搭載しています。

## ■ ライティング

「ディファード・レンダリング」の大きな利点は、「照明計算」を後から追加できることにあります。

古典的な「レンダリング」では、物体表面の明るさは、ポリゴンの頂点計算時に、複数の光源から影響を計算して決定します。

この計算は、通常の手法では1回だけになります。

1つの頂点に対して影響を与えることができる光源の個数は、「レンダリング・エンジン」の規定した固定個数が上限になります。

煩雑な光源管理、余分な計算が多数発生するため、大量の照明があるようなシーンは非常に困難です。

このため、「鉄道模型シミュレーター5」では、夜間専用の「レンダリング・エンジン」を搭載していました。

「鉄道模型シミュレーターNX」は、「ディファード・レンダリング」の利点を生かした「スクリーン・スペース」の「光源計算」を行なっています。

多数の光源を高精度バッファで計算することで、メモリは消費しますが、シンプルなシェーダーで結果を得ることができます(実装は完全ではなく、発展の余地があります)。



図3-2-1 夜間は照明が点灯

## ■ SSAO

「SSAO」とは、「Screen-Space Ambient Occlusion」(スクリーンスペース・アンビエント・オクルージョン)のことです。

「ポリゴン」表面にあたる「環境光」が作り出す「影」をポリゴンの計算ではなく、レンダリング結果である「スクリーン・スペース」で計算します。

厳密な「AO」は、「ポリゴン表面」から「レイ」を飛ばして、どの程度遮蔽物に遮られるかで決定します。

計算する「レイ」の本数を多数周囲に飛ばすほど、適切な結果が得られます。

この計算は、想像どおり、重すぎます。

現実的な時間で処理するための手法が、「SSAO」です。

基本的な「SSAO」のテクニックは、対象となる「ピクセル」の周囲に注目します。

周囲に「サンプリング点」を設定、この「サンプリング点」が、「カメラ位置」から見て、その位置にある「ピクセル深度」の前後を判断します。

「深度」よりサンプリングが遠いということは、見えていないと判断。多数のサンプリング点を

調べれば、そのピクセルの周囲が覆いかぶさっているか判断できます。

サンプリングの調べ方はいろいろありますが、基本的な「SSAO」は、この手順になります。

サンプリング数が充分でないと「アーティファクト」が発生するため、「レンダリング」では比較的重い処理になります。

「NXシステム」では、現代のハードウェアのもつパワーを生かして、「SSAO」の計算の元になる「バッファ」に「法線バッファ」を用意、「サンプリング点」の法線から確率的な「遮蔽率」を計算しています。

演算精度の高い計算を高速に処理できる現行世代のハードウェアが必要になりますが、わずかなサンプリング数で「SSAO」の結果を得ることができます。

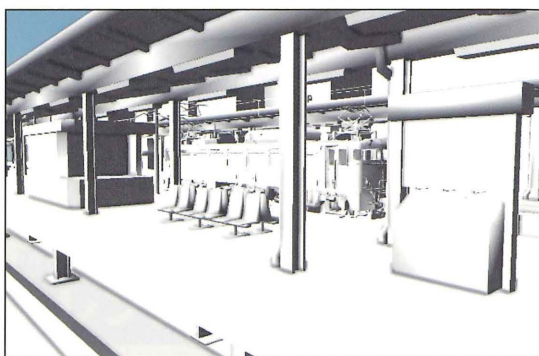
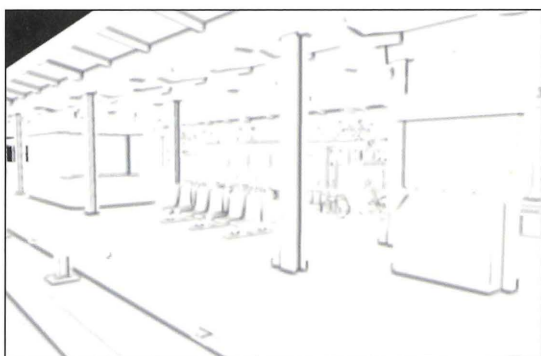


図3-2-2 生成された「SSAO」と、ポリゴンの陰影に「SSAO」を合成

## 3-3

## SSSM

「SSSM」とは、「Screen-Space Shadow Map」(スクリーンスペース・シャドウマップ)のことです。

\*

「シャドウマップ」は、物体によって発生する影を描く手法で、「シャドウマップ」そのものは、古典的な手法になります。

「シャドウマップ」では、ソフトなエッジをもつ影の描画に、いくつかのアルゴリズムが使用されてきました。代表的な手法としては、「VSM」があります。

\*

「NXシステム」では、レンダリング結果のピクセル情報に高精度な座標情報をもたせています。

この座標情報をもとに、影の遮蔽から距離を計算しています。

影を作り出す物体から離れるほど、周囲からの光の影響を受けて影はソフト化します。

「遮蔽」からの距離は、ソフト化の重要な要素になります。結果、きれいな「ソフトシャドウ」が得られます。



図3-3-1 車体につく自然な影を作り出す

## 3-4

## Nゲージのスケール事情

「鉄道模型シミュレーター」は、鉄道模型の「Nゲージ」をモデルにしています。

「Nゲージ」は、レール間の幅が「9mm」に設定されている鉄道模型です。「9=Nine」で、「Nゲージ」です。

\*

「Nゲージ」は、レール間が「9mm」になっています。実際の鉄道は、レール間にさまざまな規格があります。

世界的には、「1435mm」が普及していて、「標準軌」と呼ばれ、「新幹線」も「1435mm」を採用しています。

\*

国鉄の「在来線」は、「1067mm」を採用していました。ヨーロッパの「Nゲージ」の多くは、「1/160」スケールで9mmに近くなるようにしています。

日本の在来線の「1067mm」を「9mm」に合わせるには、「1/120」スケールがゲージとしては適切です。

実際には、輸入品(舶来品)の外国型「1/160」スケールに並べても違和感のないスケール、「1/150」スケールが採用されました。

輸入品の車両と並べて走行させても違和感が少ないですが、在来線車両としては、「1350mm」相当のレールになるため、幅広な感じが否めません。

\*

このスケール感の乖離を、模型メーカーは、さまざまな方法で回避しています。

### ■ デフォルメ

「鉄道模型」に限らず昭和期の模型メーカーは、厳密なスケール・ダウンではなく、模型の存在感を優先して設計しています。

完成した模型は、人間から見たら小さいため「上から見下ろす」という形になります。

このとき、スケールどおりに縮小すると、多くの人にとって「細く見えすぎる」という現象が発生します。

当時の人々にとって「上から見下ろす」という機会は多くなく、結果、華奢に見えてしまうことになります。

当時の「模型メーカー」は、これを「デフォルメ」で解決します。

模型が完成したときに華奢に見えないように、若干太めになるよう調整しています。

「Nゲージ」の場合は、この調整が「いい方向」に作用します。

「1/150」スケールの場合、車両がレールに対して小さいため、車両を少し太めに調整するとレールとの違和感が減少します。

この「デフォルメ手法」は、「Nゲージ」の車体にスケール感を求める需要が大きくなるまで採用されていました。

現代でも、「蒸気機関車」に限っては、デフォルメが避けられません。

#### ■ 台車

レール間の幅が「9mm」の線路に「1/150」スケールの在来線車両を載せるため、車輪の幅は「9mm」で固定されます。そのため、「台車」の厚みを薄くして、「ファインスケール」との差を回避しています。

「Nゲージ」は、工業製品としての組み立ても考慮しなければならないため、台車と車輪の隙間もある程度必要になります。

「台車」の「スケール調整」、「厚みを薄くする」などの方法で、違和感が許容範囲になる中で、工業製品として成立するように設計されています。

ただ、この方法でも破綻が避けられないケー

スがあります。

「デッキ付き」の「旧型電気機関車」の模型は、前後の「デッキ部分」が「従台車」の上に固定されている場合が多く、「従台車」のスケール調整の影響をそのまま受けます。

#### ■ 蒸気機関車

「蒸気機関車」は、構造上、Nゲージ化が難しい車両です。

「蒸気機関車」の場合、「動輪」などがムキ出しで、大きく、見た目に占める割合が大きくなります。

動輪は、「Nゲージ」に合わせて固定になるため、その他の部分で調整する必要があります。

\*

「動輪」は、「シリンダー」から「ロッド」を介して力が伝わります。

「ロッド」は「スケール」より薄くして、「ゲージ」の違いを吸収します。「シリンダーボックス」は、「車輪」、「ロッド」の位置に合わせて調整します。

「動輪」は、「スケール」より幅広になっているため、「ボイラー」を大きめにして違和感を減らすこともあります。



図3-4-1 見た目が、正しいスケールか

## 3-5

## 7mm レール

「NXシステム」は、国内のNゲージが黎明期より抱えている「在来線のガニ股」問題に対する1つの解決策として、「7mmレール」を提供しています。

\*

「在来線Nゲージ車両」は、「1/150スケール」で設計されています。

これは、「1/160」の「外国型車両」と「国内在来線車両」を並べたとき、違和感が少なくなります。が、実物換算で「1350mm」相当のレール上を在来線車両が走行することになるため、「ガニ股」感があります。

「鉄道模型シミュレーター」は、「仮想空間」を膨大な演算で再現しています。

計算の中には、スケール計算も含まれていて、

「1/150」スケールの「狭軌レール＝7mmレール」と、それに合わせて「車輪」を「7mm相当」にスケール計算することで、「Nゲージ車両」を「7mmレール」で走行可能にしています。

もはや「Nゲージ」ではありませんが、「レール」、「車両」とともに、「ファインスケール」になり、違和感が完全になります。

ただし、「蒸気機関車」だけは、この方法では解決できません。

「蒸気機関車」は、「Nゲージ」に合わせて各部を設計しているため、「スケール調整」だけでは解決できません。専用に設計(すべてが「ファインスケール」)された車両が必要になります。

## 3-6

## スクリプト

「鉄道模型シミュレーター」は、「スクリプト」によって、「列車」などを「制御」できます。

\*

「鉄道模型シミュレーター5」は、アセンブラ風のオリジナル・スクリプト言語を搭載しています。

「スクリプト」を「コンパイル」して、ビューワ内蔵のオリジナル・システムで「バイナリ」を実行しています。

「NXシステム」では、設計当初は既存のスクリプトを拡張する方向で検討していましたが、新規の言語を設計するのと等しい労力になりそうなので、方針を転換。既存言語を組み込むことにしました。

いくつかの言語を検討しましたが、「Python」

を採用しました。中の人としては、「Maya」(3Dツール)で長年実績があるというのが、決め手です。

「Python」は、「APIセット」を「モジュール」の形で提供しています。

「pybind11」を使うことで「モジュール」が記述しやすく、組み込みのハードルは比較的低くなっています。

「Python」は、スクリプト初心者が学習するための負担が軽く、簡単に習得できます。

Webには、「Python」の情報が多くあり、情報を参照しやすいのも有利です。

欠点は、「Python」の実行速度が他の言語システムと比較して遅く、複雑な処理は、「ビューワ」の「フレームレート」に大きく影響します。

### 第3章 「NXシステム」の技術

通常の範囲では問題ありませんが、実行内容によっては、コードの実装に工夫が必要です。

「スクリプト」の実装に際して、「VRM-NX」と「Python」の組み合わせ方法も設計時にいくつか検討しました。

「VRM-NX」の「ポイント」「信号機」「編成」などの部品を、「Python」のオブジェクトで提供することは、早期に決定していました。

「VRM-NX」のシステムの仕組みと「Python」のスクリプトとの組み合わせは、「イベントハンドラ」で渡す方式を採用するとして、その「イベントハンドラ」の記述方法は、若干試行錯誤しました。

「ロジカルなシステム」とするなら、「オブジェクト」を取得して、その「オブジェクト」にユーザーが定義した「ハンドラ関数」を設定する、という方法が考えられます。

これに対して、「オブジェクト」ごとの「イベントハンドラ」を、「システム」があらかじめ作るという、「一見すれば分かる」方法が考えられます。

VRM-NXでは、「旧スクリプト」のことも考え、後者の方法を実装しています。



図3-6-1 スクリプトを使えば、「列車の運行」「ポイント」「信号」など、さまざまな場면을制御できる

## 3-7

## 資料写真

「鉄道模型シミュレーター」の車両モデルは、業務用途でも使用できるレベルのモデルを実現するために、膨大な枚数の写真を撮影しています。

これまでに撮影した写真の中から、いくつか取り上げて紹介します。

### ■ 東京駅丸の内駅舎(戦後復興)

大正時代に完成した「中央停車場」(＝東京駅丸の内駅舎)は、もともと3階建ての構造をもっていました。

空襲にて炎上。戦後の復旧工事で、激しく損傷した3階部分を撤去。ドーム部分の屋根の形状を変更するなど、修復しました。

図3-7-1は、ドームが台形になった乗降口建屋です。

戦後は、テレビなどの普及もあって、当時の一般的な東京駅のイメージは、この2階建てスタイルでした。

また、駅前には、「ロータリー」や「庭園」が設置され、現行より緑の多い風景でした。

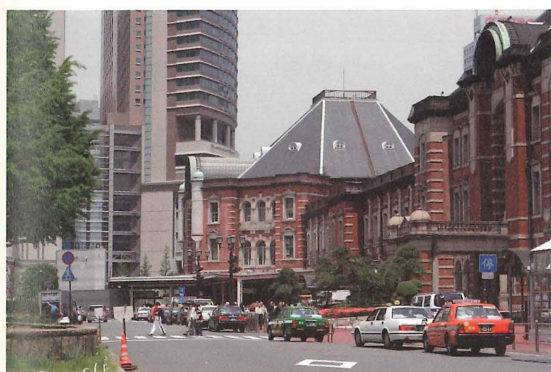


図3-7-1 ドームが台形になった乗降口建屋



図3-7-2 駅前にはロータリーや庭園を設置

「東京駅」と地下通路で接続されていた「東京中央郵便局」です。

高層ビルへの建て替え工事では、この外壁が継承されています。

昭和前期には、「東京駅」との地下通路に「トロッキ列車」が走っていました。

昭和期の「東京駅」の風景は、「丸の内駅舎」と「中央郵便局」、「国鉄ビル」、「丸ビル」が1つのセットでした。



図3-7-3 「東京駅」と地下通路でつながっていた「東京中央郵便局」

## ■ シキ611

巨大な車体を誇る“大物車”の中でも、最大級の威容を誇る「シキ611」です。

(昭和には、本形式を上回る「シキ700」が存在していました)。



図3-7-4 横浜羽沢駅に停車中の「シキ611」

中央部分で前後に分割、巨大な「変圧器」を組み込み輸送する



図3-7-5  
最大「240t」の「変圧器」を組み込むことができる。隣の「コンテナ車」と比較すると、その巨大さがよく分かる



図3-7-6  
「台車」「台车上枠」「枕枠」で構成された多段構造。台車は「NC-4A」



図3-7-7 「大物車」には「車掌車」をセットで運用

## ■ W100

「W100」は、自動車の普及により、鉄道による貨物輸送の衰退が加速する時代に試作された貨車です。

現代のように、情報化されたシステムチックなコンテナ輸送網が登場する前の時代で、長距離輸送でも荷主はトラックで直接輸送することが一般的な時代です。

\*

運用時は、貨物駅で「トレーラー」と「台車」を組み立て、本線走行の手続きなど煩雑な作業が必要で、利便性が皆無に等しいため、試作で終わってしまったと思われます。



図3-7-8  
「W100」。トラック輸送の「トレーラー部分」に「台車」をつければ、そのまま貨車になるという発想で試作された



図3-7-9  
トラック側の台車。単純にトレーラーに載せるのではなく、複雑な構造をもつ



図3-7-10  
タイヤ側。トレーラー間に「台車」を挟む「連接構造」になっている

## ■ 機回し

東京駅の「東海道線特急ホーム」に到着した「ブルートレイン」は、「機回し」と呼ばれる作業行なわれました。

東京駅の大阪側には、列車基地の「品川車両区」、「東京機関区」があります。

「ブルートレイン」は、入線時に「機関車」を先頭にして入ってきます。

「車両基地」に「ブルートレイン」を引っ張るため、品川方向に「機関車」を付け替える作業です。



図3-7-11  
東京駅の特急ホームに入線した「ブルートレイン」。「客車」と「機関車」が切り離される。「機関車」は入換のため片方の「テールライト」を点灯させ「入換標識」する



図3-7-12 「機関車」は「上野方向」に走行



図3-7-13 「ブルートレイン」はホームに残されたまま



図3-7-14 「上野方向」から「機関車」が「島式ホーム」の反対側に入線



図3-7-15  
このまま「品川方向」に走り、ふたたび「ブルートレイン」に接続。  
「車両区」へ出発

## キ810

「シキ810」は、平成8年に製造された「シキ800」の新車両。東芝物流KK所属でスカイブルーの塗装が目を引きま

平成18年に日本通運に移籍したため、このスカイブルーでの活躍は短命に終わりました。



図3-7-16  
「シキ800形式」としては30数年ぶりの増備車。基本的な構造は「シキ800」ですが、現代的なブレーキ装置など改良点が多数

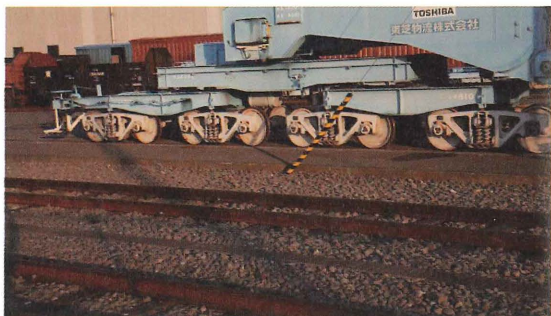


図3-7-17 台車は「TR213F」。160tの貨物を支える

## ■ 大船工場

「大船工場」は、戦後、「海軍工廠」の跡地に建設された、電車の修繕などを行っていた「国鉄の工場」です。

「大船工場」の最後の一般公開で撮影した写真です。「国鉄車両工場」のディティールの参考に



図3-7-18 「クモハ100-172」。南武支線で活躍した2両編成



図3-7-20 検査棟。隣には塗装棟などが建っていた



図3-7-19  
解体作業中の「クハ103-588」。「大船工場」の一角では車体の解体を行っていた



図3-7-21 車輪を分解、整備する建屋

## 3-8

## VRM-NXの車両

細密なデザインで再現した、「VRM-NX」の車両を紹介します。

### ■ 20系寝台 特急客車

1956年の東海道線全線電化に合わせて登場した寝台特急「あさかぜ」は、登場時、既存の客車を組み合わせた編成。

そのころの客車は、さまざまな形式が混在することが常識でした。

＊

登場時の「あさかぜ」は、「国鉄幹部にも不満が残るものだった」と記録されています。

これを解決するため、「20系」(改番で151系)特急電車「こだま」の開発により、一度廃案になっ

た「機関車」による「集中動力方式」の新特急案をベースに、他の形式を混在させない「固定編成」の「寝台特急客車」を開発することになります。

＊

「20系寝台特急客車」の登場によって、「ブルートレイン」の歴史が始まりました。

＊

「カニ21」は、「20系」編成の電力需要を賄う「電源車」。

「20系」では、専用の発電装置を搭載した「集中電源方式」を採用しています。

登場時は、「マニ20」が製造されましたが、東京発の荷物輸送(新聞)には積載量の不足があり、「カニ21」は、車体全長を大型化、「荷物室」を拡大

しています。

搭載している「発電用エンジン」は、ディーゼル機関車「DD13」の「DMF31S」を転用したものです。



図3-8-1 20系客車の電源車「カニ21」

「ナロネ22」は、「一人用個室A寝台」と「プルマン式2段B寝台」を備えています。



図3-8-2 ナロネ22

「ナロネ21」は、「プルマン式2段B寝台」を「14組28名分」を備えています。



図3-8-3 ナロネ21

「ナロ20」は、リクライニング・シートを備えた座席車です。

「10系」からシート・ピッチを変更。電気暖房を採用しています。



図3-8-4 ナロ20

食堂車の「ナシ20」。旧来の石炭施設に代わり、「電気レンジ」「電気冷蔵庫」などを搭載しています。



図3-8-5 ナシ20

「3等寝台車」の「ナハネ20」。「3段寝台」を備えています。



図3-8-6 ナハネ20

「ナハネフ22」は、寝台特急「富士」の登場時に増備された「2等寝台緩急車」です。

座席車だった「ナハフ20」の寝台車への置き換えを目的としていました。



図3-8-7 ナハネフ22

「カニ22」は、「架線集電+ディーゼル発電」の「2電源車」です。

開発当初は、「架線集電」による「電動発電機」の「1電源車」(オニ22)が検討されましたが、「非電化区間」でのメリットがないことなどから、「多数電源車」(ディーゼル発電機+電動発電機+交流変圧)に設計を一本化。

さらに、重量軽減のため、交流変圧対応は削除されました。

それでも、「電動発電機」を2台搭載するため、積載時で「64t弱」の重量級車両になっています。

重量制限のため運用区間も限られ、後年、「電動発電機」は撤去されてしまいました。



図3-8-8 カニ22

## ■ 591系高速試験電車

山岳部が多い日本の地形では、カーブ区間が多く、「高速走行」の妨げになっていました。

当時は、「カーブ区間の高速化」が、「速度向上」の1つの目標でした。

しかし、カーブを高速で通過した場合、遠心力の増加によりさまざまな問題が発生します。最悪、「列車転覆」にもなる危険性も孕んでいました。

\*

これを解決するため、車体をカーブで内側に傾斜させて、重心を移動させる「振り子方式」が考えられました。

「振り子方式」など高速化技術を検証するために製造されたのが、「591系高速試験電車」です。

本形式の成果は、「381系」などに取り入れられました。



図3-8-9 見た目は「3両編成」ですが、全体で1両という特殊な形態



図3-8-10 低運転台の「Mc1」。運転席側に小さい特急シンボルがついている。この運転台デザインは、「201系」に継承された



図3-8-11 「M2」。短い車体の特徴



図3-8-12 「空気シリンダー」で「傾斜角」が変化する「パンタグラフ」を搭載



図3-8-13  
高運転台の「Mc3」。台車は、最大傾斜「6度」のコロによる「自然振り子式」

## ■ 371系特急電車

「371系」は、小田急 新宿駅からJR御殿場線 御殿場駅へと結ぶ、特別準急を祖先とする直通列車「あさぎり」用のJR東海車両。

小田急 新宿駅と沼津駅を結んでいました。

1991年登場で、本形式1編成のみが存在していました。



図3-8-14 斬新なデザインで登場。先頭部は優れた眺望が楽しめた



図3-8-15  
大型の窓により富士山を裾野まで見ることができる広い展望



図3-8-16  
グリーン+普通車は、2階建て。2階部分は、グリーン席。乗客の乗降ドアは、車体外部に移動する「プラグドア」を採用

## ■ E491系電気軌道総合試験車

「East i-E」のニックネームが付けられていた「試験車」です。

在来線区間の測定試験用に、2002年に登場しました。

3両編成で、基本的には運用されますが、カラーリングなど本形式に合わせて改造された「マヤ50 5001」と組み合わせた、4両編成でも運用されます。

「E491系」は、測定用途のため技術の進展に合わせて改変が行なわれています。

「鉄道模型シミュレーター」のモデルは、2010～2012年ごろの取材データをベースにしています。

「クモヤE491-1」は、「信号」や「通信」を測定します。また、測定用パンタグラフを搭載しています。



図3-8-17 クモヤE491-1

「モヤE490-1」は、架線測定器を搭載。  
また、「パンタグラフ」まわりに複雑な交直流機器、車体中央に測定用ドームがあります。



図3-8-18 架線測定器を搭載した「モヤE490-1」



図3-8-19 屋根や斜体に複雑な機器を搭載

「クヤE490-1」は、「レール測定装置」を搭載。  
また、測定用パンタグラフを搭載しています。



図3-8-20 クヤE490-1

「マヤ50 5001」は、「建築限界」の測定を行ないます。

「50系客車」から改造されています。「モデル」は2015年以前のもので、同年測定装置の更新が行なわれ、外観が大きく変わっています。



図3-8-21 マヤ50 5001

側面だけでなく、屋上、床下にも「CCD測定装置」が設置されています。



図3-8-22 屋根や床下にも測定装置を設置

#### ■ EF66電気機関車

1966年に国鉄が開発した“最強”の「電気機関車」です。

「EF65」の1.5倍の一時間定格出力があり、「1000t貨物編成」の高速運行が可能です。

「650kW」の大出力をもつ「MT56主電動機」を搭載。振動による故障を避けるため、「動輪」などに「防振ゴム」を付けた独特な構造をもっています。

「鉄道模型シミュレーター」でもこの構造をモデル化しています。

「EF90電気機関車」は、1966年に「高速コンテナ車」と合わせて試作された車両です。

それまで箱型が一般的だった国鉄電気機関車とはことなる、斬新なデザインの先頭形状を採用しています。

\*

量産機登場に合わせて、量産化改造を行い「EF66 901」になりました。



図3-8-23 EF90電気機関車



図3-8-24 EF66 51

1973年以降に製造された「第二次車」です。

運転台上部にひさしが設置され、制御機器の変更、電動発電機の変更などが行なわれています。

「DT133」、「DT134」台車は、空気ばね方式を採用しています。車輪には防振ゴムが見えます。



図3-8-25 EF66 第二次車

#### ■参考書籍

- 1) 交友社 鉄道ファン 各号 2) 電気車研究会 鉄道ピクトリアル 各号