

東京圏輸送管理システム 次期保守作業用端末

—エクスペリエンスデザインの実践による開発—

梅原 洋平

Umehara Yohei

井口 匠

Inokuchi Takumi

堀 聡美

Hori Satomi

金澤 直幸

Kanazawa Naoyuki

石井 寛也

Ishii Noriya

神原 李佳

Kambara Rika

東京圏の交通インフラである鉄道は、世界的にも類を見ない超高密度運行を実現している。その鉄道輸送を担っている東京圏輸送管理システムは、鉄道輸送だけでなく、乗客へのサービス向上や鉄道設備の保守・点検を務める保守作業員の安全性向上を支援している。

東京圏輸送管理システムは、対象線区や機能を拡大し続け、現在では東京圏のほぼ全線区に導入されている。

しかし、約18年前のアーキテクチャによって構成されているため、システム全体の維持・保守が困難になりつつある状況である。

今回、システム全体の課題を解決するのに併せて、システムの老朽化や有線・無線通信からの脱却をめざして、保守作業員が使用する保守作業用端末についても「エクスペリエンス」というアプローチを実践しながら大幅に刷新した。

1. はじめに

東京圏の列車運行は、世界的にも類を見ない超高密度運行である。この列車運行を担っている東京圏輸送管理システム(ATOS: Autonomous decentralized Transport Operation control System)は、輸送管理業務の効率化、リアルタイムな運転状況の提供による乗客へのサービス向上、および保守作業時の安全性向上を目的として導入された大規模自律分散型システムである。1996年の導入以来、現在までに20線区、総延長約1,270 kmまで拡大を続けており、安全で安定した輸送サービスに欠かせない重要な社会インフラとなっている(図1参照)。

鉄道事業における保守作業とは、線路や信号機などの各種設備に対する部品交換や点検作業の総称である。保守作業員は、保守情報端末および保守作業用端末を使用して、日々の保守作業業務を実施している。保守情報端末は作業区間の事務所に設置されているPC(Personal Computer)であり、保守作業用端末へのデータの書き込みや、運行状況・列車ダイヤなどの閲覧(モニタ)として使用する。保守作業用端末は持ち運び可能な小型の携帯端末であり、作業現場に携行し、作業区間への列車の進入を抑止する線路閉鎖や信号機を試験するための制御要求などに使用する。超高密度な東京圏の列車運行において、保守情報端末と保守作業用端末は、保守作業業務の効率化および保守作業員

の安全性向上を支援する重要なシステムである。

上述の保守作業関連装置を含め、ATOSは使用開始から約18年が経過しており、装置が老朽化しているという課題があった。また、たび重なる線区展開や機能増強により、装置構成が複雑化しており、維持保守が困難となりつつある。そのため、現在、以下のポイントでシステム全体の大規模リニューアルを実施している。

(1) サービス拡充に向けたネットワーク環境整備

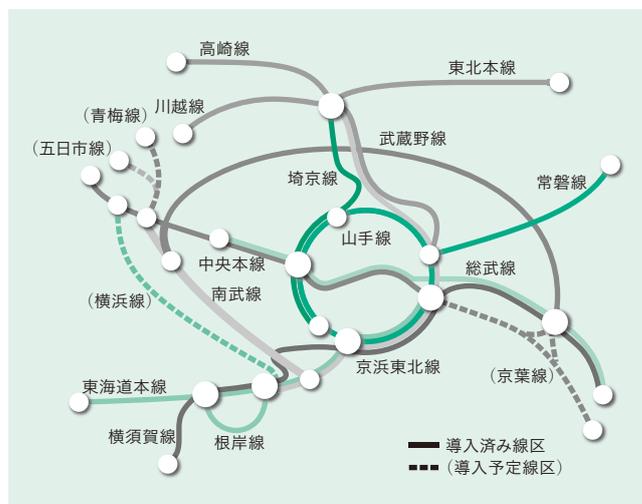


図1 | ATOS導入線区

ATOS (Autonomous decentralized Transport Operation control System) は、1996年使用開始の中央本線を皮切りに東京圏の主要線区に順次展開されている。

- (2) 維持保守効率を高める装置構成の最適化
- (3) HMI (Human Machine Interface) の刷新

ここでは、(3)の観点で大幅に刷新した次期保守作業用端末の開発内容について述べる。

2. 次期保守作業用端末開発における課題と解決策

2.1 有線・無線通信からの脱却

システム全体の老朽化に伴い、保守作業用端末と各駅装置間で通信するための有線・無線基地局の交換用部品が入手困難になりつつあり、有線・無線通信からの脱却が課題となっていた。

そこで、次期保守作業用端末では、有線・無線通信を廃止し、通信方式を従来の駅装置への接続から、携帯電話回線網を利用した、中央装置への接続に変更した(図2参照)。これにより、中央装置から各駅装置へ中継することで、有線・無線基地局の廃止を実現した。また、現行の保守情報端末と保守作業用端末の機能を次期保守作業用端末に統合することで、現行と同様のサービスの提供を実現した。

2.2 保守情報端末との統合による課題

ATOS導入線区の拡大に伴って保守情報端末と保守作業用端末の台数も増加し、その維持・保守コストも増加している。現在、保守情報端末は約500台、保守作業用端末は約3,000台導入されており、維持・保守コスト削減の観点

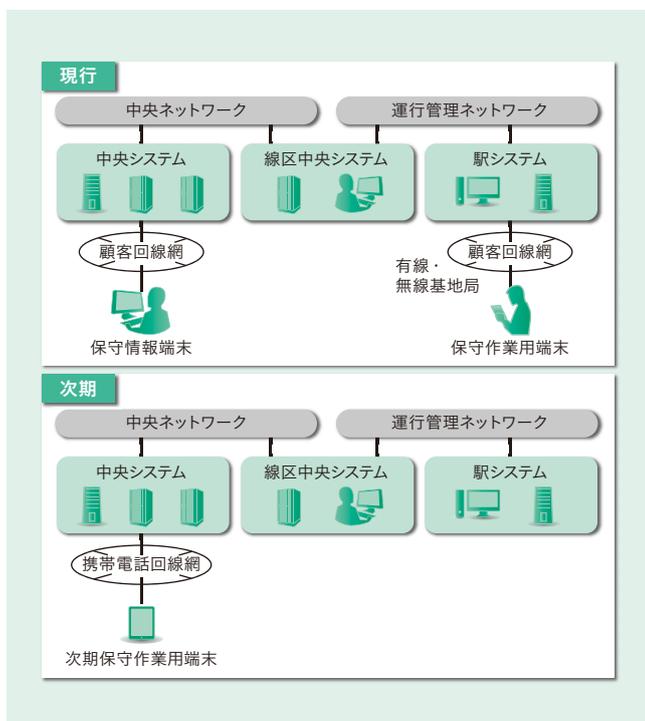


図2 システム構成図

保守作業用端末を中央装置への接続に変更することで、有線・無線基地局の廃止を実現した。

から、保守情報端末の機能を次期保守作業用端末で吸収する必要があった。

前述したように、保守情報端末はPC、現行保守作業用端末は小型の携帯端末であるため、画面サイズや操作方法など異なる点が多く、新たなユーザーインターフェースの開発が課題であった。

そこで、次期保守作業用端末の開発では、「エクスペリエンスデザイン」を実践することで、ユーザーが扱いやすい次期保守作業用端末の開発をめざすこととした。

3. 次期保守作業用端末の開発

3.1 エクスペリエンスデザインの実践

エクスペリエンスデザイン¹⁾とは、ユーザーが顕在的・潜在的に求めていることを発見し、それをリアルに描き出すことで、ユーザーの豊かな経験の可能性を製品・サービスの中に織り込むことである。具体的には、その活動の基盤アプローチの一つである「人間中心設計プロセス²⁾」に基づき、(1)ユーザーの理解、(2)ユーザー要求の把握、(3)試作、(4)ユーザー要求に照らし合わせた評価というプロセスの反復的な実行をめざす。

ここでは、次期保守作業用端末の開発で実施したプロセス(利用状況の調査、課題の抽出、画面デザインの検討、ユーザー評価)について述べる。

3.2 利用状況の調査と課題の抽出

次期保守作業用端末の開発にあたり、夜間の保守作業業務に従事する保守作業員に同行し、現行の保守情報端末と保守作業用端末の使用に関する観察調査とヒアリング調査を実施した。その際、貴重な観察調査の機会を最大限の成果を得るため、事前の実機操作確認や過去に集められた「ユーザーの声」の分析、運用ルール把握のための顧客担当者へのヒアリングを入念に行った。

調査の結果、合計15の気づきを得た。ここでは、そのうち3つの課題について述べる。

(1) モニタ機能に対する高いニーズ

調査を実施した作業区間の事務所には保守情報端末が3台あり、保守作業員はそれぞれの端末に異なる画面(データの取得画面、運行状況・列車ダイヤの閲覧画面)を表示させることで、複数の機能を同時に使用していた。さらに、1台の端末でこれらの画面を見るためには、一度トップメニュー画面まで戻って、モニタ要求に必要な項目を再入力しなければならず、手間がかかっていた。

このことから、ユーザーは特定の機能を使用している間に、その機能を保持したまま別の機能にアクセスしたいというニーズがあると推察した。特に、モニタ機能に対する

ニーズは高く、ほかの機能からすぐに呼び出すことができ、かつ、画面間の移動時には上述の再入力の手間を減らしたいというニーズがあった。

(2) 視認性と操作性の向上

保守作業員はさまざまな紙資料を確認・記入しながら作業を進めるため、保守作業用端末を手で持たずに、机や床に置いた状態で作業していた。保守作業員は、夜間や直射日光下、手袋を着用した状態で操作することもあるため、厳しい環境での保守作業においても、見やすく操作しやすい画面デザインが必要であった。

(3) 画面レイアウトの統一感

保守情報端末はWindows^{※)}系のPCであり、開発当初はMS-DOS^{※)}を基本OS (Operating System)として開発されたが、その後は機能改良や機種更新に伴って、改良当時のOSが提供する機能を利用して開発された。そのため、現行の保守情報端末は画面に統一感がなく、経験の少ないユーザーには扱いにくいことが分かった。また、保守情報端末は横型、現行保守作業用端末は縦型であり、画面レイアウトが大きく異なっている。

このことから、保守情報端末の画面だけでなく、両端末の統合においても、画面レイアウトに統一感を持たせる必要があった。

3.3 画面デザインの検討

3.2で抽出した課題を解決する画面デザインを検討する前に、現場調査で抽出した課題を基に、保守情報端末と現行保守作業用端末を統合する次期保守作業用端末におけるデザインコンセプトを設定した(図3参照)。

次に、設定したデザインコンセプトを基に、ラフスケッチや実寸大モックアップを作成しながら画面デザインを検

※) Windows, MS-DOSは、米国Microsoft Corporationの米国およびその他の国における登録商標または商標である。

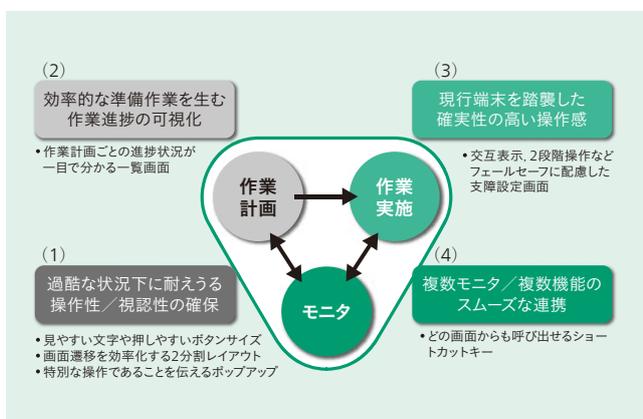


図3 | 次期保守作業用端末におけるデザインコンセプト

「作業計画」「作業実施」「モニタ」という、保守作業における3つの主な作業内容を軸として、4つのデザインコンセプトを検討した。

討した。ここでは、設定した4つのデザインコンセプトに対する検討内容を述べる。

(1) 過酷な状況下に耐えうる操作性／視認性の確保

現行の保守情報端末(横型レイアウト)と保守作業用端末(縦型レイアウト)を統一する新たな画面レイアウトを検討し、各レイアウトについてメリットとデメリットを整理した。さらに、簡易模型や実寸大の画面サンプルによって実際の操作感を思い描きながら議論できるよう配慮した。比較検討の結果、一画面に表示できる件数の多さを優先したいというユーザーの要望を踏まえ、縦型レイアウトを採用した。

文字サイズは、端末を手を持った状態や机の上に置いた状態で操作するシーンを想定し、最適で見やすいサイズを検討した。

(2) 効率的な準備作業を生む作業進捗(しんちょく)の可視化

次期保守作業用端末では、新たに「2カラムレイアウト」を採用した。2カラムレイアウトでは、表示フレームが左右2つに区切られており、一覧入力時は左側に表示された入力項目を確認しながら、右側で項目を入力することができる。また、一覧確認時は左側に表示された項目の詳細な内容を右側で確認したうえで、各種操作を行うことができる。

これにより、必要な入力項目を一画面で表示・入力できるようになった(図4参照)。

(3) 現行端末を踏襲した確実性の高い操作感

保守作業実施時、保守作業員は保守作業用端末から作業

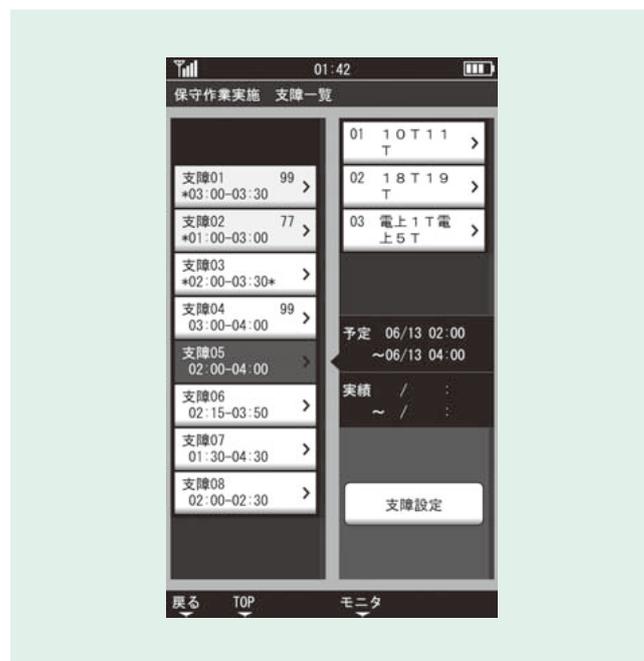


図4 | 2カラムレイアウトイメージ

1画面に表示できる件数が多く、必要な入力項目を一画面で表示・入力できる。



図5 | モニタ機能へのショートカット

ショートカットキーをほとんどすべての画面に配置することで、スムーズにモニタ機能の画面へ切り換えられるようになった。

区間への列車の進入抑止を設定後、線路内に立ち入り作業を行うため、列車の進入抑止操作の確実性を高める検討を行った。その結果、保守作業員の安全確保と密接な関わりがある「作業実施」専用のレイアウトを採用し、列車の進入抑止要求時に、専用の確認画面でユーザーに最終確認を促すようにした。

これにより、作業実施の画面と他の画面との差別化を図ることで、保守作業実施要求の重要性をユーザーに再認識させ、確実性の高い操作を実現した。

(4) 複数モニタ／複数機能のスムーズな連携

使用頻度の高いモニタ機能に対するショートカットキーをほとんどすべての画面に配置することで、スムーズにモニタ機能の画面へ切り換えられるようになった(図5参照)。

4. ユーザー評価を含めた成果

開発した次期保守作業用端末に対して、現在17回のユーザー評価を行っている。その中で、配色やボタンの配置変更などの意見・要望をフィードバックすることを繰り返しながら、ユーザーにとって扱いやすい保守作業用端末を開発した。

今後は、保守作業員への説明会や訓練を行う中で、得られたユーザー評価を基に、次期保守作業用端末のさらなる改善や、次回開発に活かしていく。

5. おわりに

ここでは、保守作業員の快適な保守作業業務の支援と、

保守作業員の業務効率向上に貢献する次期保守作業用端末の開発について述べた。

今後は、鉄道業務に携わるさまざまなユーザーに対して、扱いやすく、安全で安定した輸送の実現に向けたシステム開発に取り組んでいく。

謝辞

次期保守作業用端末の開発にあたり、現行端末の使用に関する調査やヒアリング、ユーザー評価に関して、保守作業員をはじめとする関係各位より多くのご支援、ご協力を頂いた。深く感謝の意を表す次第である。

参考文献

- 1) 鹿志村, 外: エクスペリエンスデザインの理論と実践, 日立評論, 93, 11, 724~732 (2011.11)
- 2) Ergonomics of human-system interaction: Human-centred design for interactive systems, ISO 9241-210, 第210部

執筆者紹介



梅原 洋平

東日本旅客鉄道株式会社 東京電気システム開発工事事務所 ATOS・中央工事 所属
現在、ATOSの開発に従事



井口 匠

日立製作所 デザイン本部 情報デザイン部 所属
現在、交通情報システムのデザインに従事
特定非営利活動法人人間中心設計推進機構認定 人間中心設計専門家



堀 聡美

日立製作所 デザイン本部 情報デザイン部 所属
現在、交通情報システムのデザインに従事



金澤 直幸

日立製作所 インフラシステム社 交通システム本部 交通システム設計部 ATOSセンタ 所属
現在、鉄道輸送管理システムの開発に従事



石井 寛也

日立製作所 インフラシステム社 交通システム本部 交通システム設計部 ATOSセンタ 所属
現在、鉄道輸送管理システムの開発に従事



神原 李佳

日立製作所 インフラシステム社 交通システム本部 交通システム設計部 ATOSセンタ 所属
現在、鉄道輸送管理システムの開発に従事