

(解説)

# 新交通ゆりかもめ豊洲延伸における運行管理システム更新

## ATS System Improvements for the Yurikamome Toyosu Extension



衣川 仁\*  
Hitoshi Igawa



中住真也\*  
Shinya Nakazumi

The Yurikamome automated guideway transit system will be extended to the Toyosu area of Japan. As part of this expansion, the automatic train supervision (ATS) system is being improved. The new ATS system will have some new functions, especially related to the passenger information system. Improvements in the response and reliability of the new ATS, by separating the passenger information data line from the automatic train operation (ATO) system. In this paper, the new ATS system configuration is explained and compared with the existing system.

まえがき = 新交通ゆりかもめ(写真1)は、1995年秋の開通以来、2001年の新橋駅の延伸開業、2002年の汐留駅開業を経て2005年度には豊洲まで延伸される見通しである。本稿では、延伸に伴い一括更新となる運行管理システムの特徴を中心に説明する。

### 1. 豊洲延伸工事の概要

#### 1.1 路線概要(既設部+延伸部)

今回の延伸工事は、新橋駅~有明駅間で既に営業運転している「ゆりかもめ」を、更に豊洲地域まで延伸しようとするものであり、その主要諸元を以下に示す。また路線図を図1に示す。

#### 1) 路線区間

供用区間: 新橋駅~有明駅(12.0km)  
延伸区間: 有明駅付近~豊洲駅(仮称)(約2.8km)

#### 2) 駅数

供用区間: 12 駅, 延伸区間: 4 駅

#### 3) 所要時間

延伸区間: 約6分(全線: 約30分)



写真1 新交通ゆりかもめ  
Photo 1 Advanced transit system Yurikamome

### 4) 軌道構造形式

複線高架軌道形式

#### 1.2 システム設備の概要

新交通システムにおける設備は、軌道の支柱、桁、駅部の主要構造物などのインフラ部と、車両、車両基地、電気・通信・信号設備などのインフラ外部とからなる。

これらの中で、以下の設備は“システム設備”と位置付けられ、列車の安全かつ正確な運行を実施するための中枢部分である。

そして今回の延伸工事においては、各設備は最新技術を採用することによって、既設供用区間を含めて集中的かつ効率的に運用可能となるよう設計されるとともに、延伸区間においては、乗客へのサービス向上・設備の保守性の向上などを目指したものとなっている。

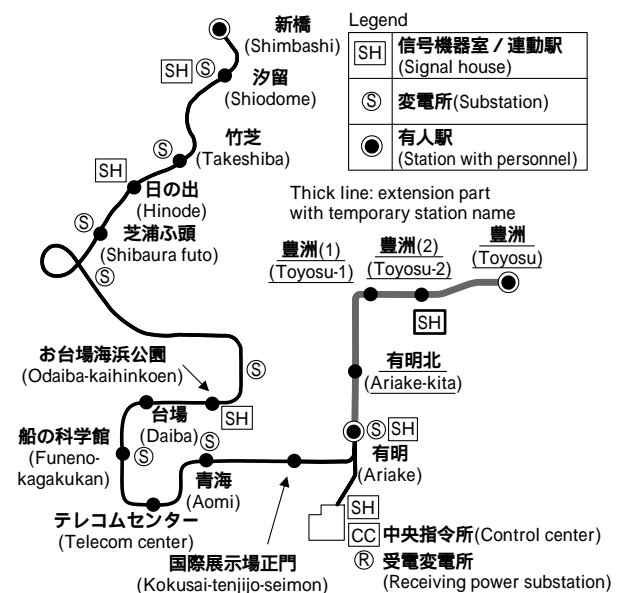


図1 ゆりかもめ豊洲延伸路線図  
Fig. 1 Route map of Toyosu extension

- 1) 信号・通信設備：  
信号保安設備\*，通信設備\*，駅務管理設備
  - 2) 運行管理設備：  
運行管理設備\*，自動運転設備\*，車庫管理設備\*，  
防災管理設備\*
  - 3) 電力設備：  
変電設備，電力管理設備，電力遠制設備，電線路設備
  - 4) 車両設備：  
車両，検修設備
- (注) \*印の設備は当社担当範囲を示す。

## 2. 用語の定義 / 説明

### 1) 駅 ATO (Automatic Train Operation) 制御装置

各駅機器室に設置され、駅部定点域軌道に設置されている地上子を紹介して駅停車中の列車と情報通信する。列車定点域停止検知，列車扉 / ホーム扉開閉制御，列車出発制御など，自動運転のために地上設備側で必要な機能を有する。

### 2) 駅 ATO 伝送装置

各駅の駅 ATO 制御装置と中央の運行管理システムとの間の情報伝送を行う設備である。既設システムでは，旅客案内システムや駅防災システムもこの伝送路を經由している。

### 3) 運行管理システム

自動運転設備 (駅 ATO 制御装置および車上 ATO 制御装置) により各駅間を自動走行している個々の列車を，ダイヤに基づいて群管理するシステムの総称である。中央計算機室および中央指令所に設置され，PRC 装置，ARC 装置および各種操作卓などから構成される。操作卓から列車運行に対して手動介入する機能や，旅客案内表示 / 案内放送機能，設備状態や駅防災情報の監視機能も含まれる。

### 4) PRC (Programmed Route Control) 装置

運行管理システムのメインコンピュータであり，列車ダイヤに基づく運行制御を行う。

### 5) ARC (Automatic Route Control) 装置

PRC 装置のバックアップ装置として，PRC 装置障害発

生時には C-ARC モードで列車運行を継続させることができる。

### 6) C-ARC 機能

ARC 装置が制御する運行モードである。端末駅のみ自動進路設定および出発制御を行い，中間駅は連動駅も含めて駅 ATO 制御装置の自己タイマによる出発制御により列車運転を行う。主に PRC 装置機能停止時に使用する。

### 7) CTC (Centralized Traffic Control) 装置

中央から遠隔で駅の信号保安設備の監視制御を行う設備である。ゆりかもめでは，中央の運行管理システムと駅の信号保安設備との情報伝送が主要な機能となる。

## 3. 更新後の運行管理システムの特徴

現在稼働中の運行管理システムは，開業当初と比較して，列車数が増えて運行ダイヤが過密化していることもあり，PRC 装置の処理能力不足が顕在化している。このため豊洲延伸を契機にシステムを一式更新し，その周辺設備も含めた全体構成を見直すことになった。従って新しい運行管理システムは既設と異なるいくつかの特徴を有する。代表的なものを以下に列挙し，各項目について説明する。

- 1) 中間駅の列車に対する出発指令予告制御機能
  - 2) CTC 情報の運行管理 LAN への直接入出力機能
  - 3) 旅客案内機能の拡充
    - ・中央案内卓から各駅に対する旅客案内表示機能
    - ・中央放送装置音源から各駅に対する自動放送機能
  - 4) 駅防災情報の駅 ATO 伝送システムからの分離
- 更新後の運行管理システムの構成図を図 2 に示す。

### 3.1 中間駅の列車に対する出発指令予告制御機能

既設の PRC 装置は，端末駅および連動駅の駅 ATO 制御装置に対してのみ当該制御を出力しており，中間駅では駅 ATO 制御装置が列車到着後に自己タイマを刻んで列車を出発させている。PRC 装置の負荷を軽減する駅分散方式の考え方からは妥当な方式であるが，逆に PRC 装置から直接制御できる範囲が限られてしまい，柔軟な列車運行を実現させることができない。このため中間駅に対しても，PRC 装置から出発指令予告制御を出力する

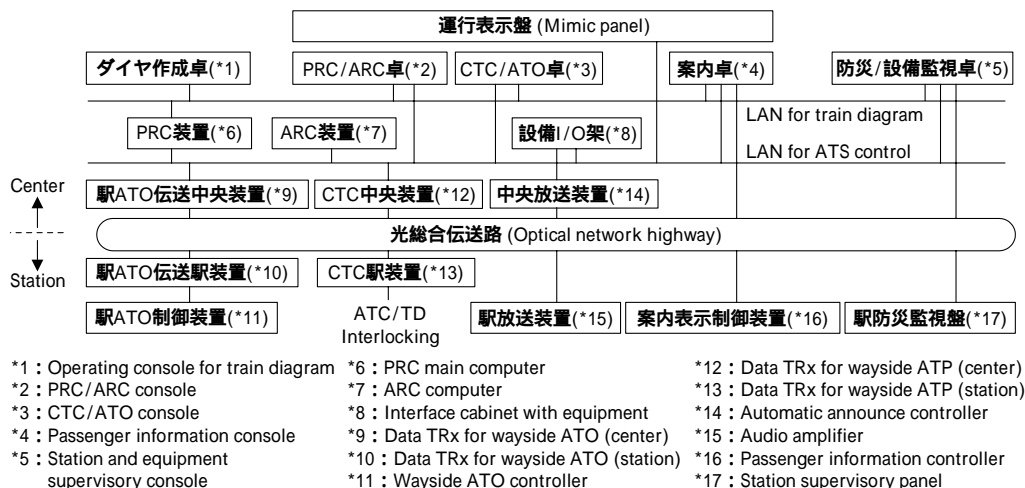


図 2 ゆりかもめ運行管理システム構成図

Fig. 2 Block diagram of ATS system

仕様に変更することになった。この結果、以下の点が改善される。

- 1) 列車遅延、早着時においても、PRC装置が列車ダイヤに基づいて各駅ごとに早発制御、出発待機制御を実行し、ダイヤ回復を図ることができる。
- 2) 運行ダイヤ上で一定時分以上停車する場合は、車内に対して待機放送をかけることができる。
- 3) 中間駅に対しても PRC 装置から出発放送をかけることができる (3.3.2-3 項参照)

### 3.2 CTC 情報の運行管理 LAN への直接入出力機能

既設の CTC 中央装置は 4 台の CTC 駅装置までしか接続できないため、延伸に伴い接続台数を増やす必要がある。また既設では製作メーカー特有の運行管理ネットワークを使用しているため、CTC 中央装置との間に運行 I/O 架と呼ばれるインターフェイス装置が必要であり、システム構成を複雑にしている。

このため運行管理システム更新に際しては、まず運行管理 LAN を汎用のイーサネットにして、かつ CTC 中央装置を延伸区間も含めた 5 箇所の CTC 駅装置に対応可能な機種に更新して、その CTC 中央装置を運行管理イーサネット LAN に直接接続することにした。

この結果、機器構成が簡素化され、かつ既設で運行 I/O 架に集中していた機能が分散されることになり、機器の障害に対して柔軟に対応可能なシステムとなる。

既設システム構成との対比を図 3 に示す。

なお既設の運行 I/O 架が有する機能は以下のとおり各設備に引継がれる。

- 1) ARC 装置 (新設) が引継ぐ機能  
C-ARC, 列車接近情報の案内卓への出力など。
  - 2) CTC 中央装置が引継ぐ機能  
運行管理制御モード管理, 進路自動復位制御など。
- ### 3.3 旅客案内機能の拡充

現在、プラットフォームに対する旅客案内(表示/放送)情報は、以下のとおり運行管理システムから駅 ATO 伝送系を経由して各駅の案内表示/放送装置に入力されている。

- 1) 列車種別/発車時刻/行先表示  
PRC 装置 (駅 ATO 伝送系) 駅案内表示装置
- 2) 列車接近表示  
運行 I/O 架 (駅 ATO 伝送系) 駅案内表示装置
- 3) 列車接近放送/到着放送/出発放送  
PRC 装置 (駅 ATO 伝送系) 駅放送装置

[音源 + アンプ]

この方式では表示データや自動放送音源が駅装置に分散されており、駅装置の起動信号が全て駅 ATO 伝送系を経由している。

しかし、現在列車自動運転の要となる駅 ATO 伝送系で旅客案内情報を伝送することが伝送路の負荷を上げており、中央からの制御遅れを発生させている原因のひとつであると指摘されている。このため、更新後は旅客案内情報を駅 ATO 伝送系から分離させることになった。

また既設のような各駅装置に旅客案内を分散させる方式では、中央からのきめ細かい緊急/啓蒙案内に対応できないため、更新後は、中央に旅客案内を管理する装置を設置して、中央からの案内機能を充実させることになった。

更新後の旅客案内情報の流れは以下のとおりとなる。

- 1) 列車種別/発車時刻/行先表示  
PRC 装置 案内卓 駅案内表示装置
- 2) 列車接近表示  
ARC 装置 案内卓 駅案内表示装置
- 3) 列車接近放送/到着放送/出発放送  
PRC 装置 中央放送装置 [音源] 駅放送装置

[アンプ]

次に、更新システムにおける旅客案内表示機能と自動放送機能について説明する。

既設システム構成との対比を図 4 に示す。

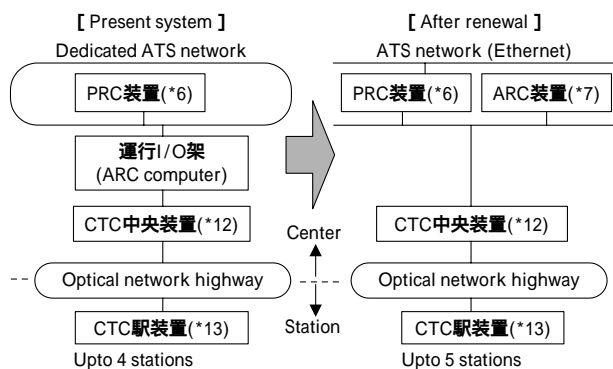


図 3 ゆりかもめ CTC 装置構成図  
Fig. 3 Block diagram of CTC system

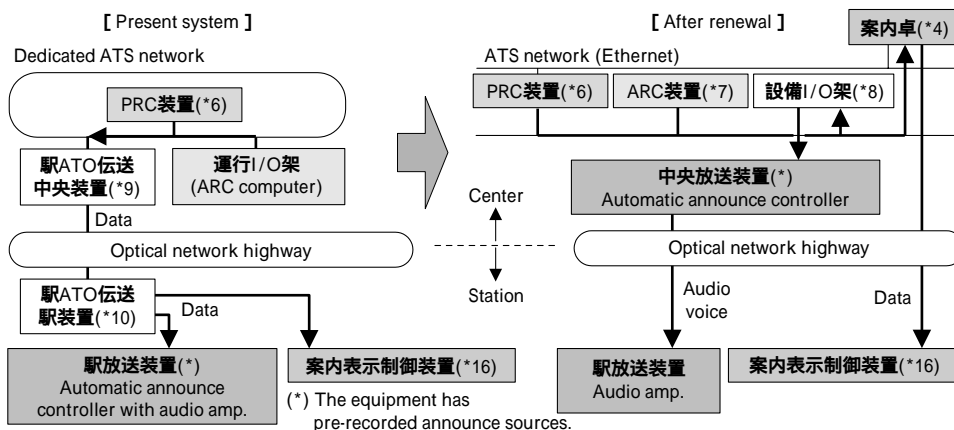


図 4 ゆりかもめ旅客案内設備構成図  
Fig. 4 Block diagram of passenger information system

3.3.1 中央案内卓から各駅に対する旅客案内表示機能更新システムでは、中央指令所に案内卓を新規導入して駅の旅客案内を行う。

案内卓は、PRC 装置から列車種別 / 発車時刻 / 行先に関する情報、ARC 装置から列車接近に関する情報を取得し、各駅の案内表示制御装置に対して、駅 ATO 伝送系統から独立した伝送路を用いて旅客案内表示情報を配信する。

また上記基本機能以外に、以下に示す啓蒙案内スケジュール機能を付加し、中央指令所からのきめ細かい案内を可能とする。

- 1) 各駅の旅客案内表示器にスクロール表示する啓蒙文章を案内卓で入力して登録する。
- 2) 案内卓で登録した文章を各駅の旅客案内表示器にあらかじめ配信する（その後は、案内卓から文章コードを送信することにより文章を表示可能となる）。
- 3) 登録文章を元に各駅各日程の啓蒙案内スケジュールを作成し、当該スケジュールに基づいて案内卓から各駅の旅客案内表示器に啓蒙文章コードを出力する。
- 4) 案内卓は中央放送装置に対しても同様に啓蒙放送文コードを出力する（3.3.2.4 項参照）。

3.3.2 中央放送装置音源から各駅に対する自動放送機能更新システムでは中央放送装置に自動放送音源を持たせて、PRC 装置または案内卓から中央放送装置に対して以下の各種自動放送コードを出力し、中央放送装置から各駅プラットフォームに対して広帯域音声伝送路を経由して自動放送を行う。

#### 1) 列車接近放送

PRC 装置は、列車が前駅を出発してから一定時分後に接近放送コードを出力する。全駅のプラットフォームについて、列車到着の同一時分前に接近放送がかかるよう、PRC 装置側で全てのコード出力タイミングを調整する必要がある。

なお既設でも、同様のタイミングで駅放送装置に対して接近放送コードを出力している。

#### 2) 到着放送

PRC 装置は、列車の位置情報を CTC 経由で受信後、適当なタイミングで到着放送コードを出力する。

なお既設では、駅放送装置に対して到着放送コードを出力した上で、駅 ATO 制御装置から車両扉 / ホーム扉開制御のタイミングで放送トリガを出力している。

#### 3) 出発放送

PRC 装置は、各駅の出発指令予告制御を出力するタイミングで出発放送コードを出力する。2.1 節で説明したとおり、更新後、PRC 装置は中間駅に対しても出発指令予告制御を出力するため、PRC 装置からの中央放送装置に対する出発放送制御が可能になる。

なお既設では、端末駅 / 連動駅と中間駅とで方式が異なる。端末駅 / 連動駅では、駅放送装置に対して出発指令予告制御のタイミングで、出発放送コードを出力するのみで出発放送するが、中間駅では、出発放送コードを出力した上で、駅 ATO 制御装置から自己タイマにより放送トリガを出力している。

#### 4) 緊急放送 / 啓蒙放送

案内卓は、緊急文章コードや啓蒙文章コードを必要な都度出力し、中央放送装置は内部音源から各駅のプラットフォームおよびコンコースに放送する。

なお既設では、緊急文章については駅放送装置に対してコードを出力しているが、啓蒙文章放送機能は持たない。

#### 3.4 駅防災情報の駅 ATO 伝送系統からの分離

旅客案内情報と同様に、各駅の防災情報も駅 ATO 伝送系統から分離独立させる。既設では、当該情報は運行管理ネットワーク中を流れていたが、更新システムでは、中央指令所の防災 / 設備監視卓が各駅の防災監視盤とイーサネット回線で直結するため、運行制御系の負荷を低減することができるとともに、伝送路を別系統にすることによる信頼性や応答性の向上を図ることができる。

むすび = 新交通ゆりかもめの豊洲延伸に伴い更新となる運行管理システムの特徴について説明した。

現在、運行管理システムを含む各設備は設計製作段階であり、2005 年に入れば現地試運転が開始される。今後課題となる現地調整および切替工事の要領を綿密に策定し、無事、豊洲延伸工事を完遂させたい。