

# 香港国際空港 APM システム延伸工事と 信号システム入替え工事の完成

## APM System Extension and Signaling System Replacement at Hong Kong International Airport

下野直己 社会基盤セクター新交通システムプロジェクト部 部長  
立町邦広 新潟トランス株式会社 グローバル化推進室 室長  
小田義雄 新潟トランス株式会社 技監

当社と新潟トランス株式会社 (NTS) は香港国際空港の APM システムの延伸工事を完成させた。このプロジェクトでは 1 400 m の軌道延伸工事に加え、新規車両を納入し、信号システムの完全な入替え工事を行っている。本件には二つの大きな課題があった。既存の APM の営業運転への影響を最小にして工事を実行することと、他社が納入した車両を含めて 4 種類もの車両を新しいシステムに適用させることである。このプロジェクトをとおして当社と NTS は、APM システム延伸工事と信号システムの入替え工事の実際的な施工方法や最新システムの適用について多くのことを学び、その経験を広げることができた。

IHI and Niigata Transys Co., Ltd. have successfully completed an APM line-extension project at Hong Kong International Airport. In addition to the 1 400 meter APM line extension and new vehicles, the signaling system was completely replaced with a new system in this project. One of the challenges was to minimize the project's impact to the daily operation of the current APM service. Another aspect of this project was that the new system required integration for four types of trains including, these supplied by another manufactures. Through this project, we had a chance to learn a lot and to build up our experience, particularly regarding the best practical methods when building APM line extensions and providing the latest technology to existing facilities.

### 1. 緒 言

香港国際空港はアジアで有数のハブ空港であり、1998 年の開業から旅客数と取扱い貨物量を増加させてきた。2013 年に 6 000 万人を超えた旅客数は、2015 年に 6 850 万人を数えるまでになっている。増加する旅客数に対応するため香港国際空港は、100 億香港ドル (約 1 500 億円) を投資してミッドフィールド開発プロジェクトを 2011 年に開始した。このプロジェクトには 105 000 m<sup>2</sup>、5 階層、20 か所の乗降ゲートをもつコンコースの建設と、既存のターミナルとコンコースを地下で結ぶ APM (Automated People Mover) システムの延伸工事が含まれていた。路線配置図を第 1 図に示す。

### 2. 施工範囲

本プロジェクトの施工範囲には以下のものが含まれる。

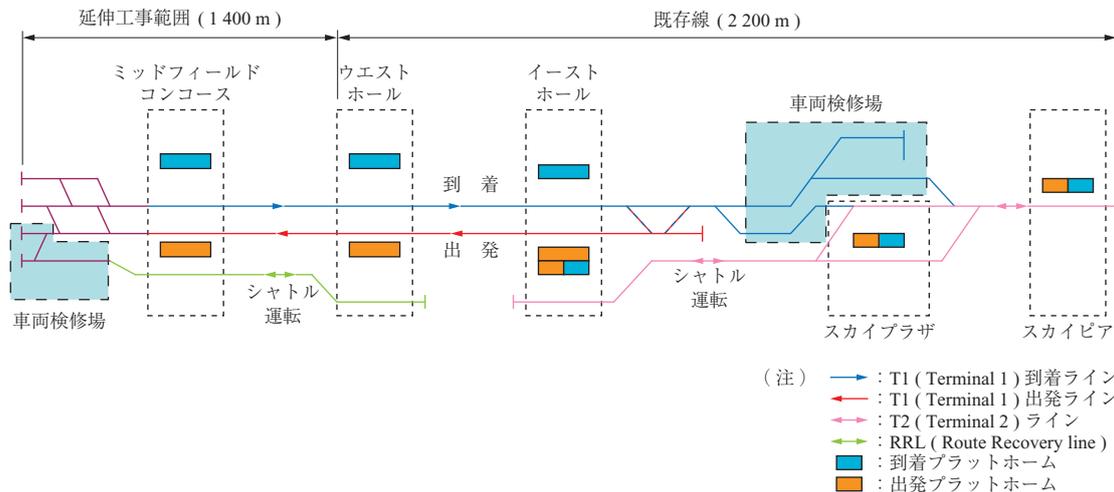
軌道延長	延伸 2 軌道+新規 1 軌道、 各約 1 400 m
信号設備の入替え	既存車両の車上設備を含む
新規車両	5 編成 (2 両編成)

既存車両改造 9 編成  
地上側電源設備  
プラットフォームドア (4 プラットホーム分)  
放送設備・電光掲示板・インターコム

### 3. 信号システムの入替え

本プロジェクトでは路線を延長するに当たって信号システムの入替えを行った。入替えの目的は、① 供用開始から 18 年が経過した旧設備からの信頼性の向上 ② 運用のフレキシビリティの向上 ③ メンテナンスコストの低減、である。

また信号システムの入替えは、路線延長工事が営業運転に与える影響を最小限にできる施工上のメリットがある。新規の信号システムは運行の承認を得るまでの期間、営業運転に使用することはできない。試験検証期間は試験時間のみ新規の信号システムを使用し、営業運転には旧信号システムが継続使用される。このため入替え作業期間中は旧信号システムと新信号システムが併設される。新信号システムへの切替えスイッチの追加を除くと旧信号システムに変更を加えないので、新規の信号システムの据付けや試験



第 1 図 路線配置図  
Fig. 1 APM track arrangement

作業期間中も、旧信号システムは従来どおり安定的に供用することが可能である。

信号装置の入替えでは、軌道沿いに設置する新旧の信号システムの機器を物理的に干渉させることなく配置する必要がある。旧信号システムでは地上側機器と車上装置の伝送に送受信機の距離が近い密結合の誘導無線方式を採用しており、地上側には軌道の全延長にわたって走行路の中に伝送用のループケーブルが設置されている。そのほかにも走行路の中には、減速時と駅停止時に位置を参照するための地上子（トランスポンダ）が設置される。

新しい信号システムには Thales 社の最新の CBTC (Communication-Based Train Control) システムを採用した。このシステムは 2.4 GHz の無線 LAN で、地上側機器と車上装置間のデータの送受信を行う。地上側の送受信機（アクセスポイント）は 100 m から 200 m 程度の間隔でトンネルの壁面に設置した。このため走行路の中に設置する機器が少なくなり、新旧の信号システムの地上側機器を併設することが可能になった。

車両側には新旧それぞれの地上側機器に対応する送受信機が設置される。特に床下には旧信号システム用の 3 種類と新システム用の 2 種類を設置することになった。それぞれの送受信機の周囲には、誤検出を防ぐ目的で金属を配置してはならない空間がある。既存車両にはすでに床下機器が設置されているため、新信号システム用の送受信機を追加で設置できる箇所は限定されていた。このため、走行路の中に設置する新信号システムの地上側機器、地上子の位置は車両の床下の機器配置によって決定された。第 2 図に走行路の中に設置された新旧信号システム地上側機器、地上子を示す。

#### 4. 既存車両の改造工事

延伸後の路線には 4 種類の車両が走行する。このプロジェクトで納入した新潟トランス株式会社 (NTS) 製の新しい車両と、以前から使用されていた既存の 3 種類の車両である。既存車両は 2005 年に納入した NTS 製の車両と、他社が納入した車両があった。



第 2 図 走行路の中に設置された新旧信号システム地上側機器、地上子  
Fig. 2 Trackside equipment for new and old signaling systems

車両には制御装置として信号システムの車上装置を搭載する。既存の車両では、新しい信号システムを追加で搭載する改造を行った。改造には、頭脳となる制御装置の取付けに加え、感覚器に相当する速度や位置検出を行うセンサの取付け、既存の車両側機器（駆動・制動コントローラやドア開閉器など）と制御装置をつなぐ神経回路となる配線改造が含まれる。

車両の改造工事では、機器やケーブルの設置スペースも問題になる。もともと車両はコンパクトに作られており、空きスペースが少ない。車内に設置する制御機器は、既存のものを存置したまま新たな機器を追加設置するため、一部の座席を撤去して機器箱を追加設置した。床下の既設の配管に入らない追加ケーブルは、天井部分に別の配管を設置して配線した。ケーブル数が増えたことによって増設した端子台は、できるだけ将来のメンテナンスが容易となる位置に配置した。第3図に車両改造作業状況（車両内）を示す。

改造作業では作業開始に先立って、既存車両の図面の確認や、現物の車両の調査を入念に行った。それでも、特に他社が納入した既存車両の改造では、当初から予想されたとおり幾つかの問題が発生した。機能確認試験で見つかった問題の原因を追及すると図面と異なる既存の配線が見つかったことは、その一例である。車両納入業者とは別の業者が機器を追加して配線を変更したものだ。

古い車両の経年劣化した配線やコネクタでは、改造時に断線や短絡などの問題が発生することがある。このような車両では既設の配線を極力変更しないように改造するなど、問題発生抑制にも十分配慮した。第4図に車両改造完成状況を示す。



第3図 車両改造作業状況（車両内）  
Fig. 3 Vehicle interior during modification work



第4図 車両改造完成状況  
Fig. 4 Vehicle interior after finish modification work

## 5. 試験時間の確保 — セパレートトラックテスト

今回のような延伸工事では、既存線の営業運転に影響を及ぼす恐れのある作業はすべて営業時間外に行う。営業時間外には、運営者が実施する営業終了後の操車や営業開始前の確認走行試験があり、実質的な作業時間は一晩に約3時間である。さらに試験走行では、旧信号システムから新信号システムへの切替え作業を行う必要がある。このため試験時間は一晩に約2.5時間に制限された。走行試験の時間を確保することが大きな課題であった。

一方で、営業運転に影響を及ぼす恐れのない新規路線と既設線の延伸部分では営業運転にかかわりなく作業を実施することが可能である。走行試験の時間を最大限に確保するために、可能な項目は新規路線もしくは延伸部分だけで走行試験を実施するよう計画した。新規車両の走行試験は基本的に新規路線で実施している。第5図に新規車両搬入状況を、第6図に走行試験状況を示す。

既設線の延伸では延伸部分のみで走行試験を実施する特別の対策、セパレートトラックテストを実施した。この対



第5図 新規車両搬入状況  
Fig. 5 Delivery of a new vehicle



第 6 図 走行試験状況  
Fig. 6 Test runs

策では軌道を三つのエリアに分割する。営業エリアと試験エリア、その間にあって双方の走行車両が他方のエリアに入り込まないための隔離エリアである。営業エリアの隔離エリア側では延伸工事前から設置されている車止めを存置し、隔離エリアは駆動用の電力供給がされない無電区間とした。試験エリアの隔離エリア側には、新規信号システムの軌道データに信号制御上の終端を追加している。また、延伸部には駅が一駅しかなく自動走行試験を実施するうえで不都合であったため、試験エリア終端の手前に仮の駅（停止位置）を設定した。

セパレートトラックテストでは信号システムの軌道データベースの確認や、信号システム・車両間のインターフェースの確認を行った。時間制限がないセパレートトラックテストを採用したことで全体工程の短縮を達成した。

## 6. プロジェクトの各ステージ

今回のような軌道延伸工事の延伸部分では、APMの工事に先立って土木工事が実施される。今回のプロジェクトでは、延伸トンネルの構造体が完成した後に、APMシステムの現地工事を開始した。工事着手後、信号システムなどの地上側機器の設置に先立って、走行路工事とガイドレールの据付け工事を実施している。

これらの期間には、平行して既存車両の改造工事と営業エリアの地上側機器の設置工事を進めた。改造が完了した既存車両と、設置が完了した地上側機器は基本的なインタ



第 7 図 空港島全景  
Fig. 7 Overview of the airport island

フェース確認や機能試験を行った。

新規車両は、NTSの新潟工場で作製し、延伸部のガイドレール据付け工事が完了した時点で現地に搬入した。搬入場所は延伸部に新たに設けられた車両検修場である。

工事期間から先に記述したセパレートトラックテストまでの期間、営業エリアと延伸部の軌道は物理的に分離されていた。このため、一方のエリアから他方へ車両を移動することができない。営業エリアは既存車両のみ、延伸部の試験エリアは新規車両のみが走行できる。全車両の全線をとおしての走行試験はセパレートトラックテストを完了した後に開始した。

延伸工事のプロジェクトは上記に示したとおり複雑な中間段階を経て完成に至る。適切な全体計画の立案と、各ステージ移行前の入念な事前調整によって、大きな問題を起こすことなく今回のプロジェクトを完成させることができた。

## 7. 結 言

ミッドフィールドコンコースと APM は 2015 年末から部分的な運用を開始し、2016 年 3 月に全面オープンした。第 7 図に空港島全景を示す。

世界中で多くの空港の APM システムの拡張計画が計画されている。当社と新潟トランス株式会社は今回の経験を基に今後もスムーズなシステム拡張工事を提供していく。