

feature article

# 中東の新しい都市交通

## ドバイPalm Jumeirah Transit System向けモノレールシステム

Monorail System for Dubai Palm Jumeirah Transit System

君島 信彦 Nobuhiko Kimijima

高橋 光 Hikaru Takahashi

川端 位光 Iko Kawabata

松尾 成浩 Shigehiro Matsuo

日立製作所は、1962年に開業した犬山モノレールを皮切りに、国内および海外へ車両・分岐器・変電システム・運行管理システムなど、主要なモノレールシステム製品を納入してきた。

Palm Jumeirah Transit System (パームジュメイラ・トランジットシステム) は、これまで培ってきた長年の実績や経験を基に設計されたモノレールシステムである。中東地域では初のモノレール路線として、またアラブ首長国連邦では初の軌道系交通機関として2009年4月に開業を迎え、Palm Jumeirah島の新たなシンボルとして、島内を訪れる観光客や島内の住民の移動手段として活躍している。

### 1. はじめに

Palm Jumeirah (パームジュメイラ) 島は、近年観光事業開発に注力しているアラブ首長国連邦・ドバイの沿岸沖合に建設された面積が約6.16 km<sup>2</sup>の人工島で、同国の政府系開発事業者Nakheel (ナキール) 社によって、島自体の建設および島内の事業開発が行われている<sup>1)</sup>。島内はホテル、テーマパーク、マンション、ヴィラ (一戸建住宅・別荘) が多数建設されており、ショッピングモールや高層ビルの建設も計画されている。

Palm Jumeirah Transit Systemは、本土から島内へのアクセスおよび島内での移動を目的として建設され、路線長が5.4 kmの複線路線である。この路線は、本土側に1駅、島内に3駅の合計4駅を有し、本土側のGateway駅には車両の留置や点検を行う車両基地が併設されている (図1, 図2参照)。

日立製作所がこれまで国内外に納入してきたモノレールシステム製品 (表1参照) の長年の稼働実績や車両デザインがNakheel社に評価され、Palm Jumeirah Transit Systemの車両・運行管理システムをはじめとした主要システム製品の納入に至った (表2参照)<sup>2), 3), 4)</sup>。

ここでは、Palm Jumeirah Transit Systemの各種システム製品の概要について述べる。

### 2. 車両システムの特徴

車両は3両1編成で構成されている。車両の主な特徴は以下のとおりである。

#### 2.1 デザインコンセプト

リゾートエリアにふさわしい車両のコンセプトを基に、エクステリア、インテリアともに、島内の海岸と空をイメージしたブルーおよびホワイトを基調としたデザインとし、各所に曲線部を多く用いてソフトなイメージを持たせている (図3参照)。

#### 2.2 車両構体

車両の編成・寸法を図4に、主要諸元を表3に示す。

モノレール車両は車両重量などの制限を考慮しなければならないため、これまで製作してきた車両構体はシングルスキン構造としていたが、Palm Jumeirah Transit System

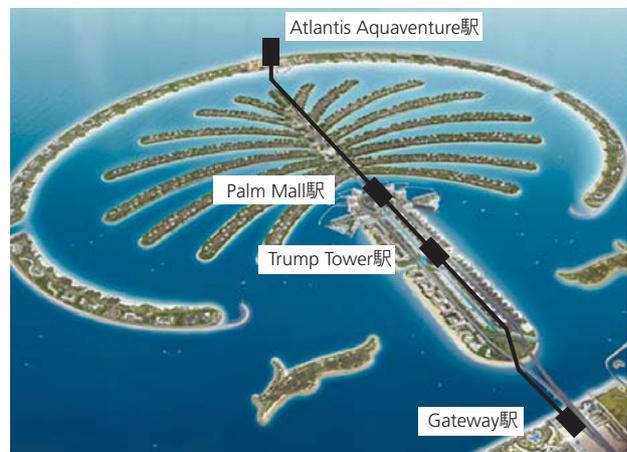


図1 Palm Jumeirah Transit System路線図

本土側のGateway駅と島先端部のAtlantis Aquaventure駅を結ぶ路線で、中間駅のTrump Tower駅には高層ビル、Palm Mall駅にはショッピングモールが建設予定となっている。



図2 Palm Jumeirah Transit System向けモノレール車両の外観

モノレール車両では初の「A-train」コンセプトに基づいたダブルスキン構体である。

の専用車両では、強度を保ちつつも形材の軽量化を図ることにより、モノレール車両としてダブルスキン構造を初めて採用した。

また、車両構体を構成するアルミニウム合金製の押し出し形材どうしの接合には、接合後の形材の変形やひずみが少ないFSW (Friction Stir Welding：摩擦かくはん接合) を採用した。

### 2.3 車両火災対策

NFPA (National Fire Protection Association：米国防火協会) 130規則に基づき、車両火災時に乗客が安全に避難

表1 モノレール納入実績

日立製作所は、これまで日本国内の8路線、海外の3路線にモノレールシステムを納入してきた。

開業年	路線名	路線長 (km)	駅数	備考
1962	犬山モノレール	1.4	3	2008年廃線
1964	読売ランドモノレール	3.1	4	1978年廃線
1964	東京モノレール	17.8	10	
1970	大阪万博モノレール	4.3	7	大阪万博期間中のみの運行
1985	北九州高速鉄道 (北九州モノレール)	8.8	13	
1990	大阪高速鉄道 (大阪モノレール)	28.0	18	
1998	多摩都市モノレール	16.0	19	
2003	沖縄都市モノレール (ゆいレール)	13.1	15	
2005	重慶モノレール (中華人民共和国・重慶市)	19.2	18	
2007	Sentosa Express (シンガポール・セントーサ島)	2.1	4	
2009	Palm Jumeirah Transit System (アラブ首長国連邦・ドバイ)	5.4	4	

できる時間を確保できるように、ステンレス板を用いた耐

表2 Palm Jumeirah Transit Systemへの納入製品

車両および地上設備をインテグレートし、システムとして納入した。

車両	車体
	台車
	車上電気品 (主回路装置・主電動機など)
	ブレーキ装置
地上設備	空調装置
	ATS (運行管理システム)
	分岐器
	SCADA (監視制御・データ収集システム)
	変電・き電システム (変電設備・電車線など)
	通信設備 (列車無線・電話・CCTV・時計システムなど)
	旅客案内システム (旅客案内表示器・放送設備)
	駅設備 (プラットフォームスクリーンドア・インターホンなど)
車庫設備 (工作車・車両洗浄装置など)	

注：略語説明 ATS (Automatic Train Supervision), SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition), CCTV (Closed Circuit Television)



図3 車内先頭部のデザイン

車内先頭部は、乗客が景色を楽しめるように展望シートを配置し、中間部には乗客がくつろげるようにラウンド型のシートを配置した。

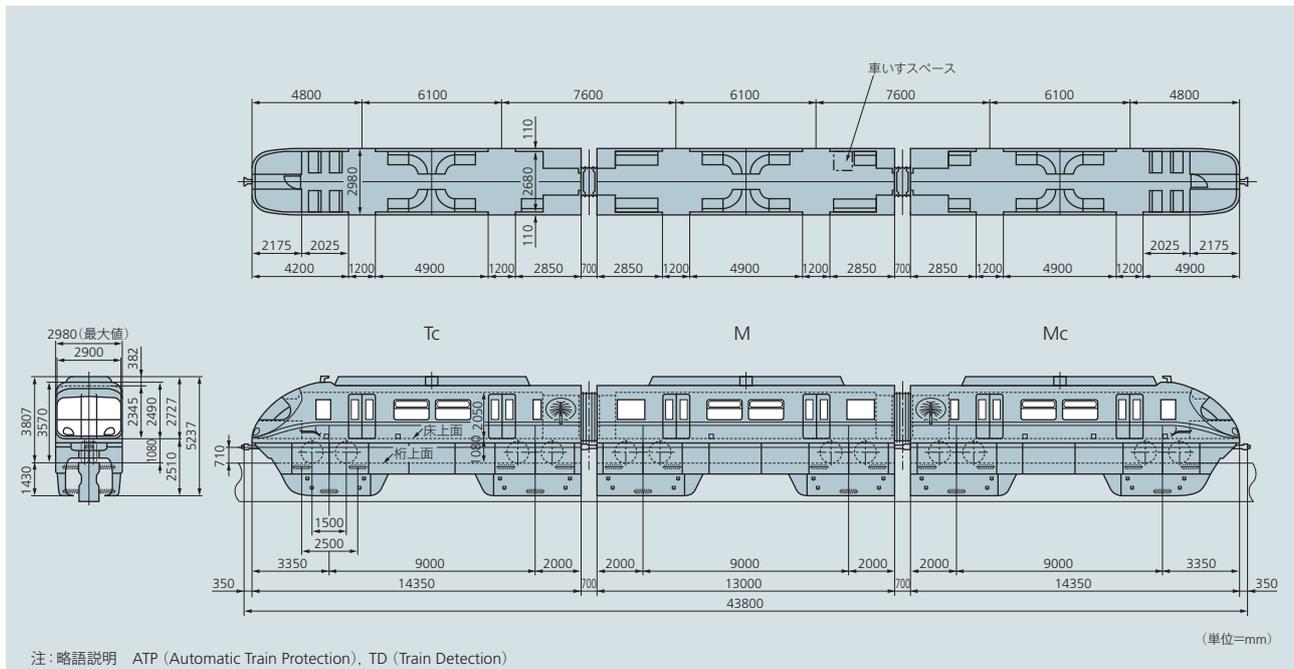


図4 車両編成と寸法

3両固定編成で編成長43.8 mである。車両火災時の対策として、耐火床構造および車両間貫通路への耐火扉を採用している。

表3 車両主要諸元

モノレール車両は、車両寸法および軸重の違いにより小形・中形・大形の3種類のラインアップを有し、Palm Jumeirah Transit Systemにおいては中形を採用した。

項目	主要諸元	
車種	跨(乙)座型中形モノレール	
編成	3両固定編成 (Tc-M-Mc)	
定員	Tc・Mc車：98人 M車：106人	
電気方式	直流1,500 V	
軌道幅	800 mm	
軸重	10 t (最大)	
最高速度	70 km/h	
加減速性能	加速度	1.0 m/s <sup>2</sup> (3.6 km/h/s)
	減速度	常用最大 1.11 m/s <sup>2</sup> (4.0 km/h/s)
		非常 1.25 m/s <sup>2</sup> (4.5 km/h/s)
運転方式	ATO無人運転 (添乗員乗務)	

注：略語説明 Tc (Trailer Car with Cab), Mc (Motor Car with Cab), M (Motor Car), ATO (Automatic Train Operation)

火床構造および車両間貫通路への耐火扉を採用し、30分以上の耐火能力を確保した。

モノレール車両では初の耐火床構造の採用のため、英国の公認試験機関にて、実車両の床構造を模した試験片を用いて耐火試験を行い、耐火性能を確認した。

## 2.4 環境対策

中東地域特有の高温多湿気候を考慮して各種機器の設計を行い、特に高温を発生する機器には、冷却機構がシンプルであるペルチェ素子を用いた冷却装置を追設し、高温による機器故障の発生防止を図った<sup>5), 6)</sup>。

## 3. 完全自動運転に則したシステム構成

Palm Jumeirah Transit Systemは、営業運転においては、

運転手や指令員による手動操作が不要な完全自動運転システムである (図5参照)。

### 3.1 自動運転システム

車上機器のシステムは、運転操作や出入り口ドア開閉操作など運行に関するすべての操作を自動化するように構成した。なお、非常事態の際には、車両添乗員が介入し速やかに対処できるシステムとしている。

列車の出発指令や進路設定は、ATS (Automatic Train Supervision: 運行管理システム) による自動制御としている<sup>7)</sup>。

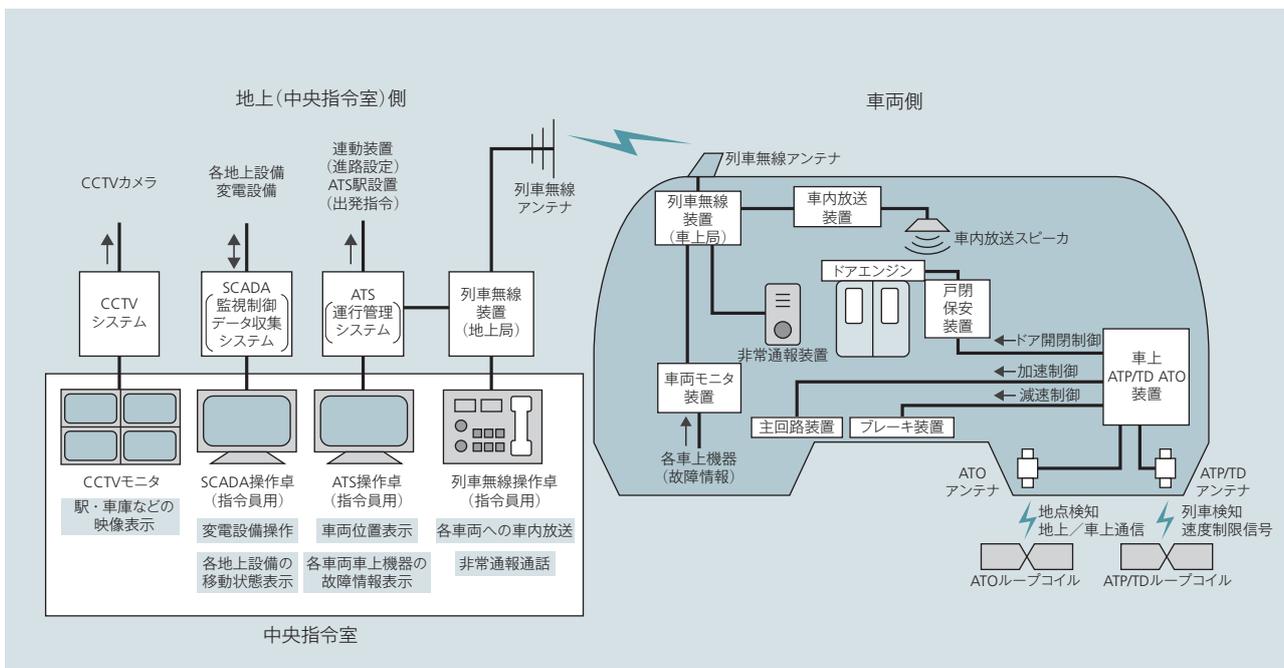
### 3.2 各種情報の集約化

完全自動運転のため、中央指令室でもシステム全体を監視し、各種情報を把握する必要があり、車上機器の故障情報や車両状態は、常に車両モニタ装置および列車無線を経由し、ATS操作卓の端末表示器にて把握可能とした。また、営業運転に必要な地上設備の稼動状態表示や変電設備操作も、SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition: 監視制御・データ収集システム) 操作卓にて可能としている。

ほかにも、駅構内や車庫内などに設置されたCCTV (Closed Circuit Television) カメラによる映像監視モニタシステム、各列車の添乗員および乗客と中央指令室係員で通話可能な列車無線システムを採用した。

### 3.3 主要設備の信頼性向上

営業運転に必要なATS中央制御装置やSCADA中央制御装置、ネットワークシステム、変電設備などの主要設備



**図5 完全自動運転を構成するシステム**  
 運行にかかわる全操作を自動的にを行い、各種情報を中央指令室に集約させるシステムとした。

は2重系とし、片系故障時でも営業運転を阻害しないシステム構成とし冗長性を高めた。

また、国内はもとより海外でも長年実績のある機器・設備を採用することで、さらなるシステム信頼性の向上を図った。

#### 4. おわりに

ここでは、Palm Jumeirah Transit Systemの各種システム製品の概要について述べた。

海外での鉄道システムはモノレールを含め1社が全システムをインテグレートし、フルターンキーで納入するプロジェクトが主流となっており、開業後のO&M (Operation and Maintenance: 運営および保守) 業務をあわせて請け負うことも一般的になりつつある。

今後、日立製作所は、すでに納入してきた中国、東南アジア、中東地域はもとより、近年のCO<sub>2</sub>排出削減対策により、自動車中心の交通から軌道交通機関中心の交通への移行が推進されている新興国に、O&M業務も含めたフルターンキープロジェクトを推進していく所存である。

#### 参考文献など

- 1) Nakheel社, <http://www.nakheel.com/en>
- 2) 君島: Palm Jumeirah Transit System向けモノレールシステムの概要, モノレール, 116号 (2009.6)
- 3) 君島: パーム・ジュメイラ・トランジット・システム向けモノレールシステムの概要, JREA, Vol.52, No.7 (2009.7)
- 4) 君島, 外: パーム・ジュメイラ・トランジット・システム向けモノレール車両, 車両技術, 238号 (2009.9)
- 5) 松尾, 外: PJTS向モノレール車両用インバータ装置, 第46回鉄道サイバネティクスシンポジウム 論文番号503 (2009.11)
- 6) 松尾, 外: ドバイモノレール向けインバータ装置の開発, 第16回電気学会東京支部茨城支所 (2008.12)
- 7) 川端, 外: ドバイモノレール ATS/SCADA, 第46回鉄道サイバネティクスシンポジウム 論文番号701 (2009.11)

#### 執筆者紹介



##### 君島 信彦

2004年日立製作所入社, 社会・産業インフラシステム社 交通システム事業部 車両システム本部 モノレールSI部 所属  
 現在, モノレールシステムの取りまとめに従事  
 日本機械学会会員



##### 高橋 光

2006年日立製作所入社, 社会・産業インフラシステム社 交通システム事業部 笠戸交通システム本部 車両システム設計部 所属  
 現在, モノレール車両のぎ装設計に従事



##### 川端 位光

1984年日立製作所入社, 社会・産業インフラシステム社 交通システム事業部 水戸交通システム本部 信号システム設計部 所属  
 現在, モノレール運行管理・通信システムの設計取りまとめに従事  
 電気学会会員, 日本電気技術者協会会員



##### 松尾 成浩

2006年日立製作所入社, 社会・産業インフラシステム社 交通システム事業部 水戸交通システム本部 車両電気システム設計部 所属  
 現在, モノレール車両の駆動システム設計に従事