

モレール

日本モノレール協会

2019

NO. 137



モノレール

目次 / No. 137



1. 日本モノレール協会だより	2
2. 沖縄都市モノレール延長区間の開業について	3
沖縄県土木建築部都市計画・モノレール課	
3. モノレール各社の損益比較	12
一般社団法人 交通環境整備ネットワーク 代表理事 原 潔	
4. 千葉都市モノレールにおける未来への挑戦	24
低炭素化の推進と持続あるモノレールとするための取組み	
千葉市都市局都市部交通政策課 千葉都市モノレール株式会社	
5. ドバイ、香港、マカオ視察報告	35
一般社団法人 日本モノレール協会専務理事 日野祐滋	
6. 平成30年度のモノレール・新交通システムの状況	51
一般社団法人 日本モノレール協会	
7. 新会員紹介 株式会社朝日建設コンサルタント	59

〈モノレール〉 第137号

発行・編集人 日野祐滋／発行所 一般社団法人日本モノレール協会 〒101-0047東京都千代田区内神田2丁目12番10号ニシテックビル／電話 03 (3258) 6471 FAX 03 (3258) 6472／発行日 令和元年12月20日／印刷日 令和元年12月20日／印刷所 宮嶋印刷㈱

〈表紙〉 沖縄都市モノレール

千葉都市モノレールにおける 未来への挑戦 ～低炭素化の推進と持続ある モノレールとするための取組み～

千葉市都市局都市部 交通政策課
千葉都市モノレール株式会社

I はじめに

千葉都市モノレールは、おかげさまで昨年開業30周年を迎えました。高度成長期に整備が進められ、1988（S63）年の一次開業を経て、現在は世界最長約15キロの営業距離を誇る懸垂型モノレールとして多くの方々にご利用されています。

一方、人口減少や少子化、超高齢化の影響を無視することはできません。千葉市人口ビジョンによると、2021（R3）年をピークに市の人口は減少に転じると予測されています。この年齢構成等の変化は、乗降客数の減少につながる大きな課題であり、高齢者や子育て世代を意識した交通の環境整備等は今後の会社経営に大きな影響を与えるものと捉えています。

また、開業から30年が経過し、車両運行に必要不可欠である変電設備等大規模な施設が更新時期を迎えています。これら施設の更新に要する事業費の確保や運行をしながら施設更新を進めるための計画策定、人員確保等が喫緊の課題となっています。

2015（H27）年に、国連総会では、「持続可能な開発目標（SDGs）が採択され、脱炭素社会の実現のために、クールチョイス等様々な施策が進められています。脱炭

素や低炭素な社会構築を進めるために、まちづくりの観点からも公共交通が果たすべき役割が注目されています。モノレールは自動車やバスと比較すると、輸送一人当たりのCO₂排出量が少ないため、利用促進を呼びかけることで低炭素社会への構築につながるという施策が主でありましたが、今後は、さらなる利用普及に向けたPRに加え、施設の省エネルギー化の確実な推進に取組む必要があると考えています。

さらに、近年、台風の大型化や集中豪雨の発生等、大規模な災害が頻繁に発生していることから、安心安全な輸送サービスの提供とそのためへの備えなどの対応についても必要性が高まっています。

本稿においては、懸垂型モノレールの持つ強靭さや優位性を最大限活かし、低炭素化に向けた取組み、さらにモノレールの利用促進策と災害に対してのレジリエンスな仕組みの構築等について、現在及び今後の取組方針について紹介します。

II 概要

1 あゆみ

千葉都市圏では、高度成長期の昭和40年代から人口や自動車が急増したことにより、

千葉市内の道路は混雑し、都市機能の低下や環境の悪化等様々な問題が顕在化していました。そこで、千葉県及び千葉市は、交通環境を改善すべく、既存道路空間を有効に活用できる都市モノレールの事業化を決定し、1982（S57）年に事業着手しました。



写真 千葉市内の交通事情

モノレール建設事業は、千葉県と千葉市の共同事業として進めてきましたが、利用者の伸び悩みや先行投資に係る借入金の返済、減価償却費の負担等による慢性的な赤字が続き、1994（H6）年には債務超過状態に陥り、2006（H18）年までに累積損失が約206億円まで膨らんだことから、千葉県はモノレール事業から撤退しました。

これを受けて策定された千葉都市モノレールの会社再建計画は、当時、上下分離（公有民営）の原則を超え、本来は会社が持つインフラ外財産（変電所等）の一部を市が所有すること、会社の建設借入金を一括返済する資金を市が無償貸付すること等を盛り込み、経営改善を進めるというものでした。これら経営改善計画の実施により、現在は、輸送人員が7期連続で増加、年間約5億円程度の営業利益を生むまでに回復しました。

これら旅客輸送量が増加した要因としては、駅舎を中心に1キロの範囲内において市街化調整区域内であっても一定の開発計画の容認を認める条例の制定（いわゆる「1キロ条例」）による駅勢圏人口の増加や、

重要な交通結節点であるJR千葉駅とモノレール千葉駅との連絡通路の整備により移動が容易になったこと等が考えられます。

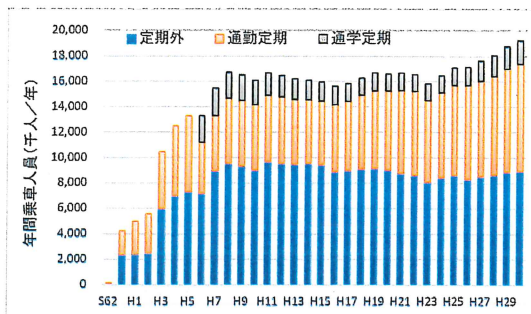


図1 モノレールの利用状況

2 運行路線及び車両等

千葉都市モノレール営業路線については、図2に示すとおり、千葉みなと駅から県庁前駅までの1号線及び千葉駅から千城台駅までの2号線の2路線で構成されています。



図2 千葉都市モノレール営業路線

1号線については、主に商業地域を、2号線については郊外の住宅地を沿線として結んでいる路線であるのが主な特徴です。これら路線への送電については、車両基地のある殿台変電所と、比較的千葉中心市街地に近い千葉変電所の2か所から行っています。

車両については、2012（平成24）年から回生電力を使用した新型車両の導入を進めています。新型車両はアーバンフライヤーという名称で呼ばれ、懸垂型モノレールの

魅力である車内からの眺望を最大限に生かすため、ガラス面を拡大した仕様を採用するとともに、座席の座り心地等の快適性についても大幅に向上させています。このように、環境面に配慮し、移動の快適性や都市デザインともマッチする斬新なデザインが高く評価され2012年グッドデザイン賞を受賞しています。



写真 アーバンフライヤー（新型車両）

Ⅲ 新たなニーズへの対応

千葉市の総人口は、これまで増加を続けてきましたが、全国的な人口減少・少子高齢化の進展と同様に2021（R3）年には減少に転じ、2040（R22）年には総人口の35%以上を高齢者が占めると予想されています。

超高齢化の進展と免許返納等により、公共交通への期待が増す一方、その期待に応えるための十分な財源確保は残念ながらできていません。沿線開発とともに人口増加が見込まれていたモノレール整備期とは異なり、施設更新費の確保は極めて困難となっています。

加えて将来的な利用者数の減少が避けられない状況の中で、増加傾向にある施設更新費をどう確保していくかが大きな課題となっています。

また近年の訪日外国人の増加に対応するため、案内情報表示モニターや音声ガイド

等の整備や、快適性を確保するためのトイレ洋式化や空調設備導入を進めていますが、これらの整備によって電力使用量は増加しています。

そこで、千葉都市モノレールでは、経営戦略と年度計画の達成に真摯に取り組むSDGsの達成に貢献することで、地域や市民の方々にこれまで以上に支持される公共交通機関になると考え、今般、低炭素化の推進と持続可能性に配慮した取組みを目標に掲げ、全社を挙げて取組みを進めることとしました。



図3 SDGsへの取組み

※1 SDGsとは、2016年9月の国連サミットで採択された「持続可能な開発のための2030アジェンダ」にて記載された国際目標で、持続可能な世界を実現するための17のゴール・169のターゲットから構成され、地球上の誰一人として取り残さないことを誓っています。

Ⅳ 公共交通機関の低炭素化と利用促進に向けた設備整備事業の活用について

1 制度概要

本事業は、環境省及び国土交通省の連携国庫補助事業であり、マイカー等から公共交通機関等の低炭素な交通手段への転換を促進すること、及び鉄軌道分野の省エネ・



(出典：環境省HP)

図4 設備整備事業のイメージ

省CO₂化を進めることで、運輸部門のCO₂削減に寄与することが目的とされています。主な補助対象設備としては、鉄軌道車両等の軽量化やVVVFインバーター化による制御装置の導入、回生電力貯蔵装置の導入等となっています。

これら設備更新を進めることで、移動の快適さや利便性が向上し、鉄軌道の利用促進がなされることにより、道路渋滞緩和によるCO₂排出量削減等が期待されている波及効果の高い事業であるといえます。

また、本事業は、確実にエネルギー起源のCO₂の排出量削減が実現されるよう、省CO₂化計画を策定することとされています。省CO₂化計画には事業実施までのプロセスやCO₂削減の効果等を具体的に記載することが求められており、事業採択された場合は、他社への波及効果を生み出すため広く公表されることとされている点も特徴であると考えています。

※千葉都市モノレール省CO₂化計画については、本市ホームページにおいて公表しています。<https://www.city.chiba.jp/toshi/toshi/kotsu/>

千葉市及び千葉都市モノレールでは、先進的な省エネ設備・機器類の導入として、車両回生電力の有効活用に資する回生電力貯蔵装置の導入と、VVVFインバーター制御装置等を有する車両の省エネ化に資する設備の導入を基本とする省CO₂化計画を策定し、補助申請を行いました。

省CO₂化計画の策定にあたっては、回生電力を最大限活用することができるよう、シミュレーション結果に基づいた実車を用いた走行試験を繰り返し実施し、精査に努めました。



写真 実車走行試験の様子 (1)



写真 実車走行試験の様子 (2)

2 千葉都市モノレールにおける省CO₂化計画について

1) 取組方針等

2018 (H30) 年より、更新工事を進めている殿台変電所において、変電設備の高効率化を進めるとともに、回生電力貯蔵装置も設置することとしました。両事業は、CO₂削減効果が高いことから、省CO₂化計画の主要な事業に据えています。

この他にも、老朽化に伴う設備更新にあたっては、駅舎照明のLED化を進めています。

また、必要外の照明の積極的な消灯や冷暖房の適切な使用等にも取組み、継続的な省CO₂化に努めることとしています。



写真 殿台変電所

なお、近年実施した省CO₂化に資する主な設備更新は次のとおりです。

表1 設備更新一覧

実施年度	取組内容
2012～2013	・回生車両の導入 (計4編成) ・駅舎事務所内の空調設備更新
2014～2015	・駅舎事務所内の空調設備更新
2016～2017	・駅舎照明のLED化 (2駅舎) ・駅舎事務所内の空調設備更新 ・殿台変電所内設備設計
2018	・駅舎照明のLED化 (3駅舎) ・駅舎事務所内の空調設備更新 ・殿台変電所内設備更新
2019～	・駅舎事務所内の空調設備更新 ・殿台変電所内設備更新 ・殿台変電所内回生電力貯蔵装置設計

2) 車両回生電力を活用した電力貯蔵装置の導入

①導入時期の検討

回生電力貯蔵装置の導入にあたっては、回生電力の余剰が発生する時期に導入することが適切です。

千葉都市モノレールの場合については、**図5**のとおり、全16編成のうち、2021 (R3) 年までは回生車両と非回生車両が同数であり、回生車両が発生する回生電力を他の力行運転中の車両だけでは効率的に消費できない状況であることがわかります。

その後、回生車両総数が非回生車両総数を上回り、回生電力の有効活用を図るためにふさわしい時期となることから、2021 (R3) 年を回生電力貯蔵装置の導入適正時期としています。

なお、回生電力貯蔵装置の整備計画は3か年とし、2019 (R1) 年度に設計、次年度に機器製作や関係許認可申請等を行い、2021 (R3) 年度に据え付けして供用開始する予定としています。

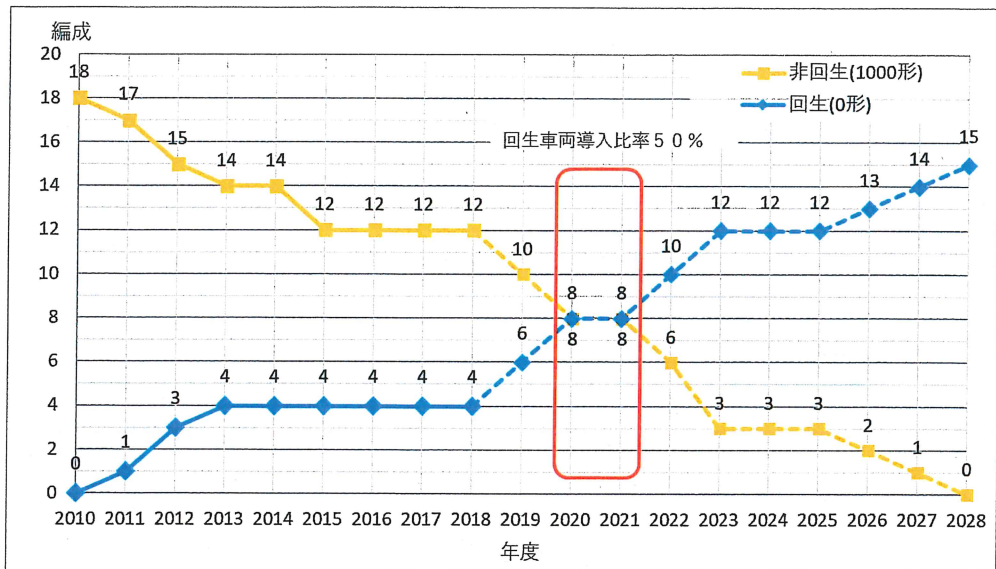


図5 再生車両導入台数

②電力貯蔵装置導入によるCO₂等削減効果
 再生電力貯蔵装置導入により削減される
 電力量は図6のとおり1,255,600kWhにな

ると推計しており、全使用電力の約13%を
 削減目標としています。

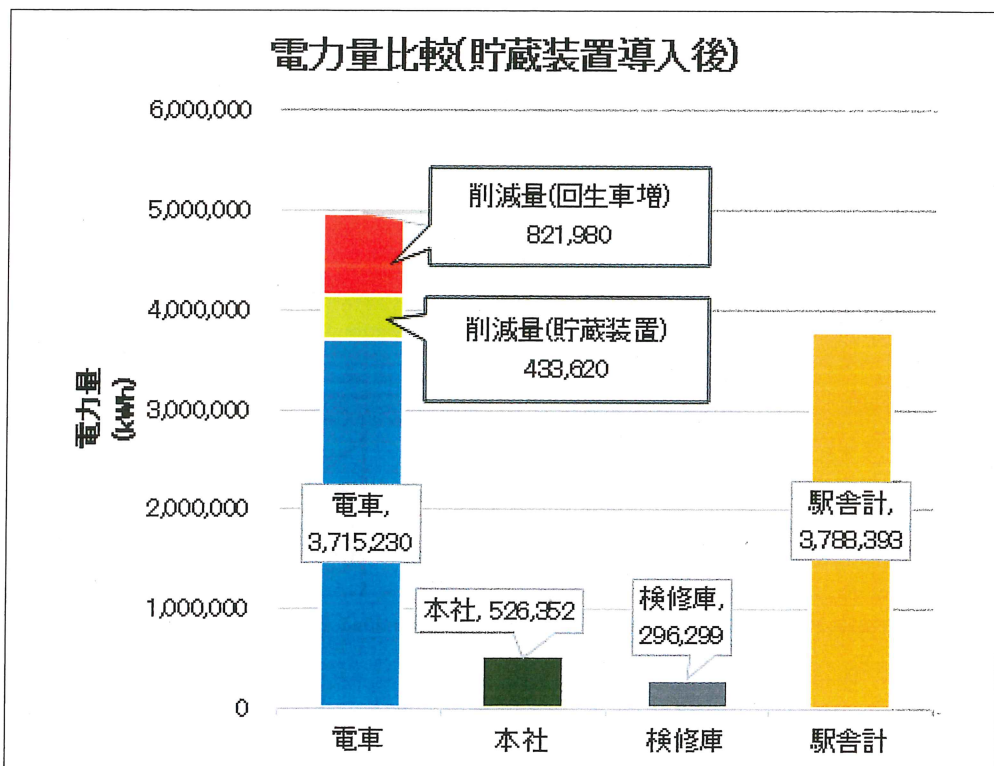


図6 電車電力量における削減目標

過去の殿台変電所、千葉変電所のき電電力使用量、CO₂排出量推移のグラフを図7～図8に示します。特に将来推計については、運転曲線、車両特性、運転ダイヤ、変

電所データ等の諸条件を用いたシミュレーションを行い、回生車両／回生電力貯蔵装置導入後の推移予測をグラフに加えています。

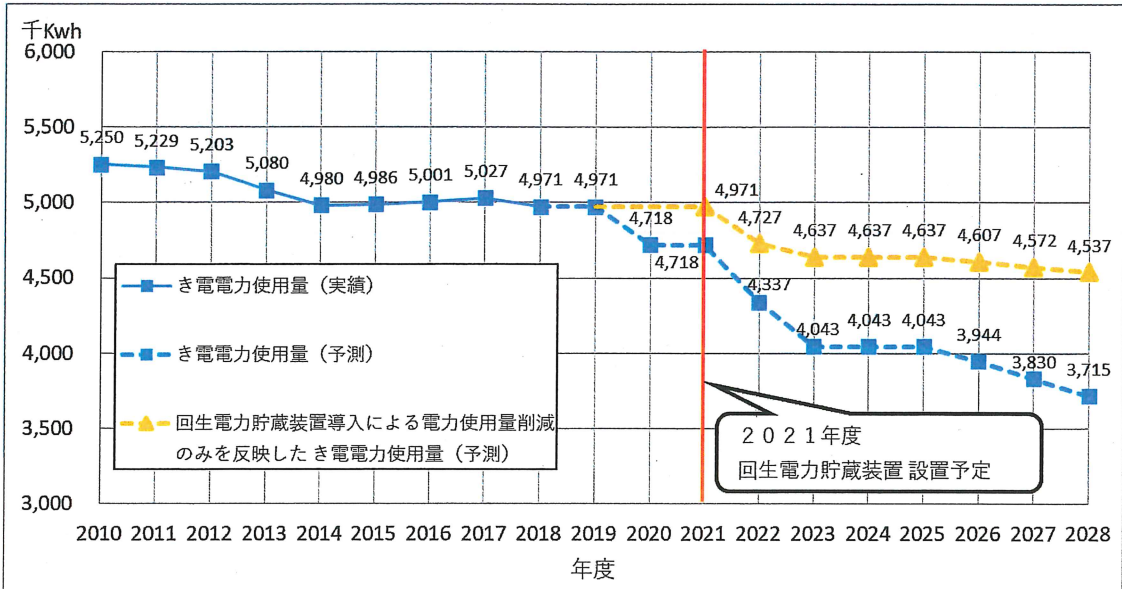


図7 き電電力使用量の推移

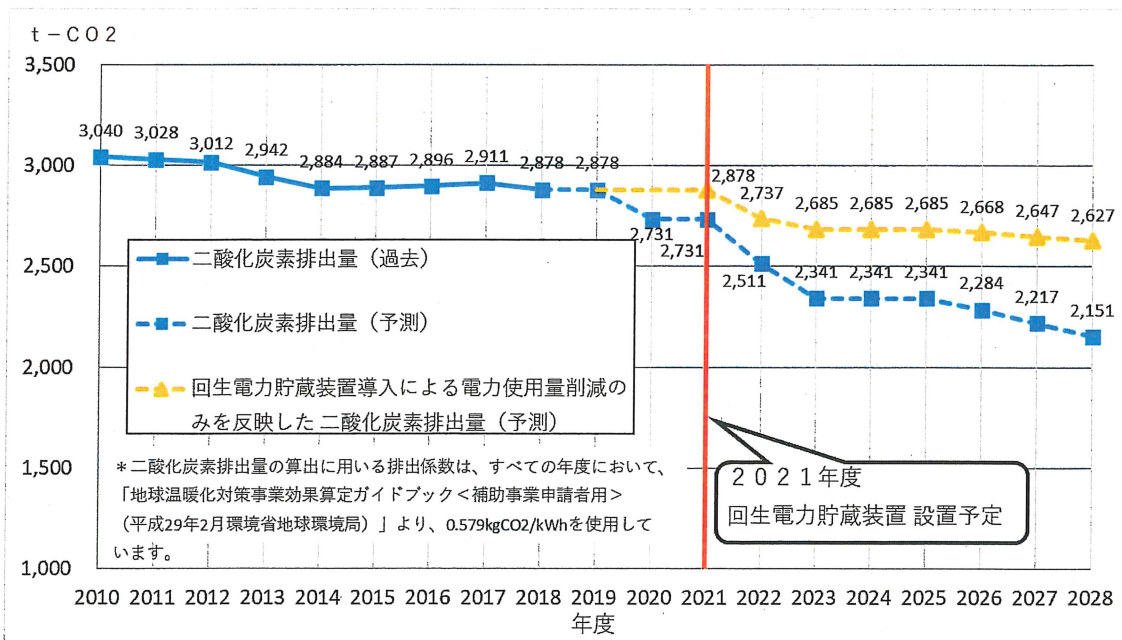


図8 CO₂排出量の推移

3) 駅舎等における取組み

① 駅舎内照明類のLED化等

案内看板や照明等について、LED照明を採用することで、消費電力削減を図ります。

② 駅舎内空調設備の高効率化及び節水型トイレ・センサー付き照明の導入

千葉駅コンコース階や各駅舎駅務室については、空調設備の更新時に省エネルギー効果の高い機種を積極的に導入しています。

また、トイレリニューアルの際には、節水型トイレ、センサー付き照明を採用しています。

③ 環境配慮物品の積極的な採用

駅舎に設置をする自動販売機については、ヒートポンプ式や代替フロン冷媒、LED照明を用いた販売機を導入する等、各企業に可能な限りの工夫を求めています。

また、宅配便「再配達削減チャレンジ」に協力するため、駅舎に宅配ボックスを設置しています。



写真 宅配ボックス

④ マイカーからモノレール利用の促進に係るイベントの開催

モノレール沿線にある動物公園について、モノレールによる来園の呼びかけを行うとともに、マイカーからの転換を促す取組みとして「モノレール・動物園セット券」販売等を実施しています。



写真 千葉市COOL CHOICE 事業動物公園イベント（トークショー、打ち水体験）

⑤ パーク&ライドやシェアサイクルの導入

道路管理者との連携により、駅周辺における駐輪場整備や、官民連携によりシェアサイクルの導入に取組んでいます。

また、社会実験としてパーク&ライドを動物公園駅前の駐車所で実施し、定時性や速達性に優れた新たな通勤方法として、活用を推進しています。

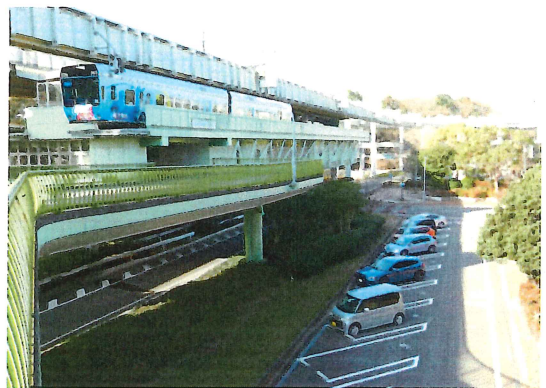


写真 動物公園駅でのパーク&ライド

⑥ モノレール沿線のまちづくり

少子高齢化の進展と、生産年齢人口の減少による通勤通学者の減少が結果として輸送サービスの低下につながることはないよう、沿線開発との連携や、コンパクト化により、駅舎や住宅、商店間等生活圏を歩いて暮らせる街づくりの推進に努めています。

V 持続ある公共交通モノレールと するために

1 立地適正化計画や地域公共交通網形成 計画との連携

これまで交通を通じてのまちづくりを進めるための計画は、都市計画や総合交通政策等の計画制度によるものであり、モノレールと重複するバス路線の廃止に伴う再編のみでした。

しかし、近年、立地適正化計画や地域公共交通網形成計画の策定によって土地利用の方針と交通をともに考える環境が整ったといえます。

現在、地域公共交通網形成計画を策定しておりますが、従来のようなバス路線の再編だけではなく、モノレール沿線に位置する都心部や地域拠点内の2次交通についても着目して検討を進めています。さらに、高齢化等の課題に対応するため、駅勢圏内を巡回する低速車両の運行や加曽利貝塚等豊かな地域資源等へのアクセス確保等、沿線地域の実情にかなう新たなモビリティの

導入について試験走行等を計画しているところと
ころです。



写真 新たなモビリティ (参考)

このように、地域の実情や特性を考慮し、地域や利用者の利便性を確保した交通計画を立案することで、モノレールを活かした街づくりにつなげることができる計画とするため、幅広い観点からの議論を進める予定です。

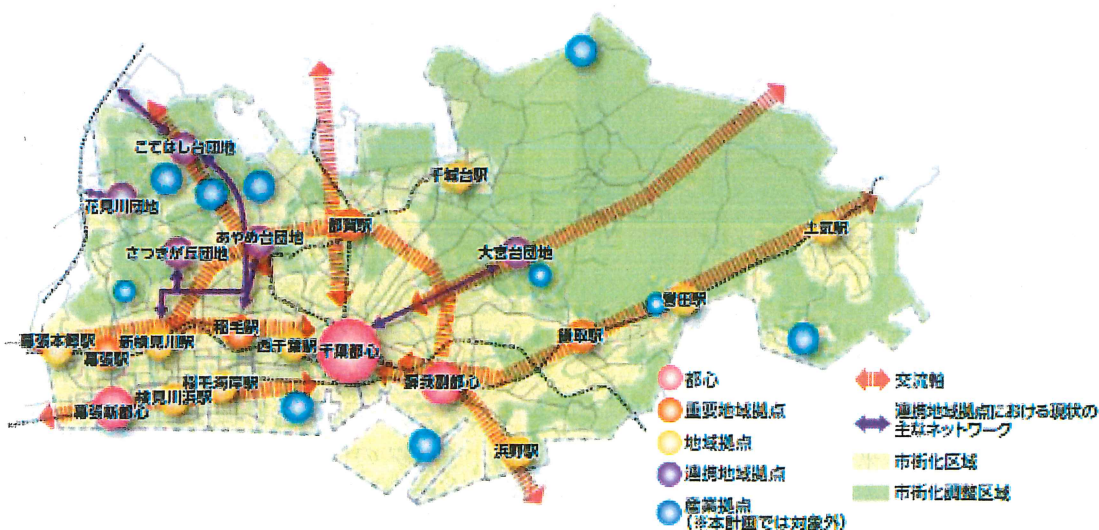


図10 千葉市都市構造のイメージ

2 高品質インフラ施設モノレールの活用

公共交通事業者にとって、人口減少社会下において、その安定的な経営は大きな課題です。

モノレールは、バスと違い巨大な社会インフラ整備を伴う乗り物であることから、都市計画法に基づき、計画的に整備が進められてきた乗り物です。このような社会インフラストックを将来にわたりどのような施策を用いて維持し、沿線地域づくりにどのように活かせるかは、持続可能な公共交通モノレールを考えるうえで重要な視点になると考えています。

千葉都市モノレールにおける上下分離は本来交通事業者が持つ資産である軌道施設の公共施設化であることは前述（Ⅱに記載）したとおりですが、モノレール利用者が減れば、さらなる財政負担の増大につながるおそれは否めません。市はモノレール施設維持のため、毎年度多額の施設更新等に財政支出を行っていることから、この高品質なインフラを賢く使うことを考えてい

ます。

懸垂型モノレールは、駆動部等の主要構造物が軌道桁内に設置されていることから、風雪等気象災害に強いという特徴があります。今回、回生電力貯蔵装置が導入されることによって、商業電力停止時には回生電力貯蔵装置から車両に電力を供給することにより、最寄りの駅舎まで自走することが可能となります。

さらに、今後ICTの発展によりモノレールの2次交通は、バスやシェアサイクルだけにとどまらず、ますます多様化することが予想されます。

特に、自動運転技術の向上により、自動車のEV化が進むことが予想され、交通結節点である駅前広場等の公共空間を活用した太陽光発電や、充電ステーション等の導入も必要になることが考えられます。

なお、駅舎周辺には都市公園や学校、商業施設等の公的施設も多く立地しており、これら施設は災害時には避難場所として機能することが求められています。

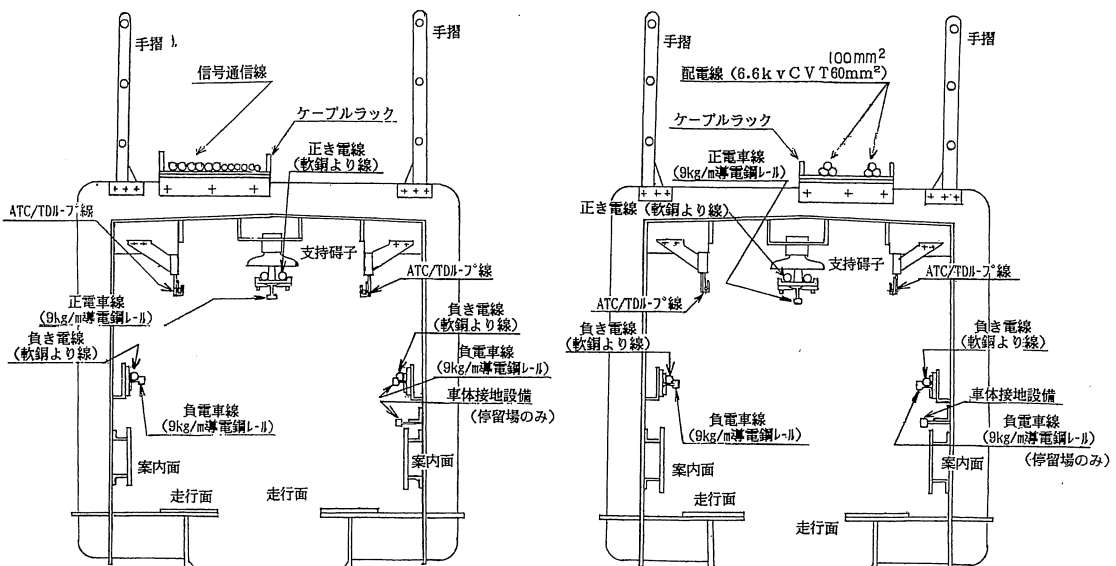


図11 モノレール軌道桁 構造図

今後、回生電力の有効活用がより進めば、軌道桁や駅舎と駅前広場との電力融通、あるいは沿線公共施設等の太陽光余剰電力との電力融通が可能となり、また軌道桁を自営線として活用することにより、防災・減災の観点からも沿線地域への貢献が期待できます。

IV 結びに

今後の施設更新時においては、低炭素化の推進や災害への備えを万全なものとするを基本に、さらに超高齢化への対応や子育てをしやすい環境づくりとしてユニバーサルデザインやバリアフリー化の推進等に努めていくこととしています。

モノレールへの社会的ニーズが多角化している昨今、ただ単に施設更新をするだけでなく、社会の統合的課題解決を図る観点からSDGsの達成に取り組むことは重要な視点になると考えています。

また、都市交通であるモノレールが都市計画や立地適正化計画と密接な連携を図り、公共交通指向型都市開発（TOD）^{※2}を進めることは、立地適正化計画に基づくモノレール沿線への緩やかな誘導につながります。

モノレール施設の低炭素化とユニバーサル化の推進は、人と地球にも優しく、モノレールに乗りたくなることにもつながるはずです。

モノレールを利用しやすいまちづくりを進めることは、モノレールの持続性を確保するだけでなく、魅力ある都市の育成につながると考えています。

※2 公共交通指向型都市開発（TOD）とは、Transit Preferred Developmentの略で、自動車に依存せず、公共交通に基礎を置いた都市づくりを実現するための開発アクションをいいます。