

# 東京メトロ自らのエコ化 地球温暖化防止

## 車両における省エネルギー対策

東京メトロでは、前身の営団地下鉄の時代からチョップパ制御装置やVVVFインバータ制御装置など、時代に合わせたエネルギー

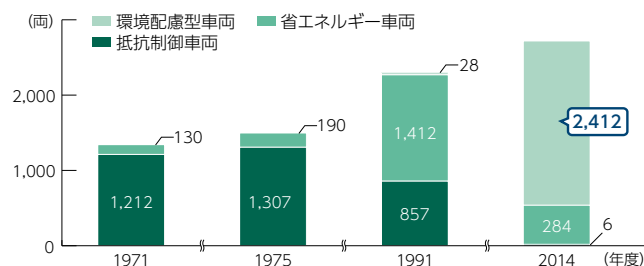
効率のよい環境配慮型車両の開発・導入に積極的に取り組んできました。

### ■ 省エネルギーをリードする車両

車両の省エネルギー化に努めてきた結果、2015年3月末時点では、省エネルギーに配慮した車両の導入率は99.8% (2,702両中2,696両)、VVVFインバータ制御装置を搭載した環境配慮型車両は89.3% (2,702両中2,412両) となりました。

2015年7月末日現在、運用している省エネルギーに配慮し

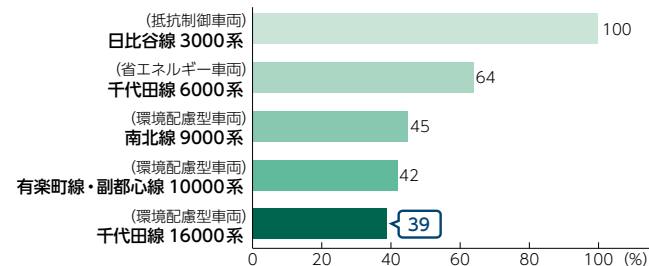
▶ 省エネルギーに配慮した車両の推移



た車両は100%となっています。

車両の走行用の消費電力量を比較すると、従来車である抵抗制御車両の3000系を100とした場合、省エネルギー車両の先駆けとなった6000系は64、環境配慮型車両である16000系は39となり、大幅な省エネルギー化が図られています。

▶ 車両の走行用消費電力量の比較



### ■ 省エネルギー車両の導入(1971年～1990年)

従来の電車のスピード制御は、不要な電力や運動エネルギーを抵抗器で熱エネルギーとして放出していました。その後、無駄な熱エネルギーを削減するため、電流をオン・オフすることでモータの電圧を連続的に制御する「チョップパ制御装置」を開発しました。また、ブレーキをかけた際に車両のモータを発電機として用い、発電された回生電力を架線に戻して走行中の他の電車で消費する「回生ブレーキ」を導入しました。

さらに、車体については、軽量化のためアルミニウム合金製の車体を採用しました。これらを導入した千代田線6000系車両が、1971年に世界初の「省エネルギー車両」として運行を開始しました。



千代田線6000系車両

### ■ 環境配慮型車両へ(1991年～現在)

さらなる省エネルギー化と高性能化のため「VVVFインバータ制御装置」を導入し、1991年の南北線開業時に9000系車両に搭載しました。これは、直流を三相交流に変換して、交流モータを制御するもので、それまでのチョップパ制御装置に比べ電気の効率的な利用が可能となりました。これ以後導入した車両は全て、VVVFインバータ制御装置を搭載した「環境配慮型車両」です。

また、アルミニウム合金製の車体を継承しており、現在は全ての車両がアルミニウム合金製の車体になっています。2004年

以降の新造車両においては、アルミニウム合金が二層に重なっているオールダブルスキン構造を採用し、これにより遮音性、断熱性を高め、車体強度を向上させ、安全性を高めています。また、車体に使用されるアルミ合金の単一合金化を進め、リサイクル性の向上を図っています。



南北線9000系車両

### ■ さらなる環境負荷低減に向けて

2010年度から千代田線16000系と銀座線1000系、車両改良工事を行った丸ノ内線02系においてPMSM(永久磁石同期モータ)を採用しています。PMSMはこれまでの車両で使用していた誘導電動機と比較してエネルギー使用効率の向上や

軽量化が図られています。また、発熱が抑えられることからモータの密閉構造化が可能となり、低騒音化やメンテナンスの軽減につながります。



PMSM(永久磁石同期モータ)

## 駅設備における省エネルギー対策

東京メトロでは、地下鉄という事業特性上、エスカレーターや冷房、照明など、多くの電気設備が必要となります。これら

の設備で使用する電気エネルギーの削減を図るため、環境に配慮したさまざまな設備を導入しています。

### ① 太陽光発電システム

地上駅のホーム屋根上に太陽光発電パネルを設置し、発電した電力をエレベーターや照明などの駅設備で使用しています。発電した電力量はホームの待合室などに設置した液晶ディスプレイで、リアルタイムに確認できます。

2015年7月現在、太陽光発電システムは日比谷線・東西線・千代田線の10駅に導入されています。特に東西線では、「東西線ソーラー発電所」\*が完成し、東西線地上駅8駅での合算最大出力は約1 MW（メガワット）となり、メガソーラー規模の発電能力を有することとなります。

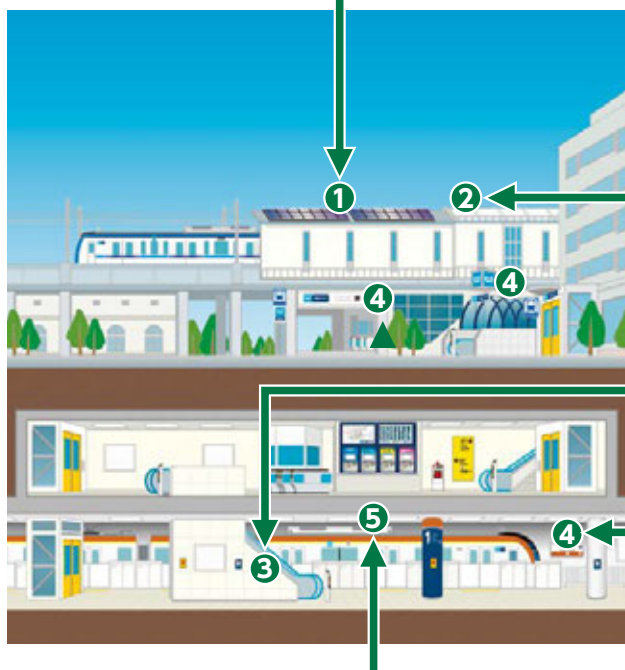
\*詳細についてはP.33をご参照ください。



屋根上の太陽光発電パネル



ホーム待合室内のディスプレイ



### ② 膜屋根(自然採光)

東西線南行徳駅及び浦安駅のホームに、自然光の透過性の高い膜屋根を導入しています。自然光を採り入れ、センサーでホームの明るさを検知し、きめ細かな照明操作を行っています。



膜屋根

### ③ 自動運転装置付エスカレーター

お客様のご利用が一定時間ない場合に、運転速度を微速または自動停止に切り替えるエスカレーターを採用しています。



自動運転装置付エスカレーター

### ⑤ 照明のLED化

2011年度から、従来型の蛍光灯並みの明るさを発揮し、約40%の消費電力削減を見込む不燃性のLED照明を駅構内に導入しています。今後も、駅改良工事やトイレ改装工事などに合わせ順次導入を進めていきます。



LEDを用いた駅構内照明

### ④ サインシステムなどのLED化

各駅の案内看板、運賃表、駅名看板などのサインシステムや駅出入口のシンボルマーク（ハートM）、広告看板について、LED内照式のものに順次更新して消費電力の削減を図っています。



LEDを用いたサインシステム(上)と駅出入口シンボルマーク(下)

### 氷蓄熱空調システム

夜間に製氷し、昼間にその冷熱を冷房などに利用するシステムを14の駅で採用しています。これにより、1日の電力消費のピークとなる昼間の電力負荷を低減しています。また、冷房用冷凍機の更新時にも、エネルギー効率の高い機器を導入しています。



氷蓄熱槽



チラー(冷凍機)



## 廃棄物の削減・資源消費の削減

### ■ グリーン購入の推進

事務用品をはじめとする物品の購入に当たり、グリーン購入を実施する判断基準を定めた「グリーン購入要領」を制定し、環境に配慮した物品を積極的に使用しています。また、紙類や文具類、OA機器など、特に購入頻度の高い11分野65品目については、重点的にグリーン購入を徹底しており、実施率97.5%以上を目標に設定しています。

2014年度の実施率は98.2%となり、2013年度に引き続き目標を達成しました。



グリーン購入要領と購入品

### ■ コピー用紙使用量の削減

2014年度のコピー用紙の使用量は、グループ全体で229.0tでした。全社的な両面・集約印刷の促進など、効率的な紙使用の徹底に努めていますが、業務量の増加などにより、2014年度の目標値211.6t(2013年度～2015年度の3年間で3%を削減する目標のうち2014年度分)に比べ8.8%増となり、

2014年度分の削減目標は残念ながら未達成となりました。

2015年度以降は、社内情報ネットワークの活用や各職場での効率的な紙使用を徹底し、さらなるコピー用紙使用量の削減を図ります。

### ■ 車両基地での水資源の有効利用

車両基地では、車両清掃や検査のために多くの水を使用しています。排水は、水質を改善した上で下水に放流していますが、下水に放流するだけでなく、車両自動洗浄機による定期的な車体外観清掃や、定期検査時の台車洗浄装置などで再利用水として活用しています。車両に使用しているアルミニウムはデリケートな素材のため、イオン交換樹脂を使用した再生水装置を導入して水を再生しています。

2014年度は、車両基地全体で2,953m<sup>3</sup>を再利用水としてリ

サイクルし、車両自動洗浄機などで使用した5,744m<sup>3</sup>の水のうち約51%を再利用水で賄いました。



排水除害設備



車両自動洗浄機

### ■ 建設副産物のリサイクル

駅などの改良工事で発生した建設副産物は、さまざまな用途に再利用及び再生利用を図っています。建設発生土は、主に港湾施設や採石場跡の埋立て工事などで再利用を図っています。アスファルト・コンクリート塊、コンクリート塊は、再資源化施設に搬入し、道路復旧工事などの再生資材として活用しています。また、建設混合廃棄物は、分別収集を徹底して減量化を図っています。建設発生土、アスファルト・コンクリート塊、コンクリート塊は、2013年度に引き続き2014

年度もリサイクル率100%を達成しています。



建設発生土の再利用(採石場跡への埋立て)



### ■ 車両のリサイクル性の向上

車両更新に伴い、各路線で活躍した旧型車両のリサイクルを図っています。2014年度は、銀座線で活躍した01系車両1編成2両を熊本電気鉄道株式会社に譲渡したほか、資源の有効活用を図るため、8編成48両の車体をリサイクルしました。

また、新造車両導入時は、車体に使われるアルミニウム合金

の種類を全て統一したほか、座席のクッション材をリサイクル可能なポリエステル繊維製に更新するなど、リサイクルしやすい素材の導入に努めています。



熊本電気鉄道で活躍する01系車両



## ■ 駅で排出される廃棄物のリサイクル

お客様にご使用いただいた乗車券は、駅改札で回収後に100%リサイクルしています。乗車券には、普通乗車券や回数券などの紙製のものと、磁気定期券などのプラスチック製のカード類があり、紙製の乗車券はトイレットペーパーに、プラスチック製のカード類は固形燃料にリサイクルしています。また、2007年のICカード(PASMO)導入以降、お客様にICカードをご利用いただくことで乗車券の発行枚数の削減も実現しています。

駅で発生するゴミの回収については、「紙くずなど」「新聞・雑誌」「びん・かん・ペットボトル」の分別回収ボックスを設置し、分別収集を推進しています。分別回収ボックスは、防犯上の観点から中身が見える透明なものを採用しており、設置場所も各駅の改札口付近にしています。さらに、投入口には使用済みの乗車券を再利用したリサイクルボードを使用しています。

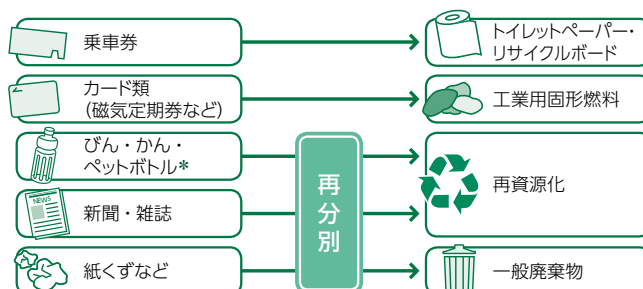


乗車券をリサイクルしてできた  
トイレットペーパー（名鉄協商）



投入口にリサイクルボードを使用した  
透明な分別回収ボックス

### ▶ 駅で排出される廃棄物のリサイクルフロー



\* びん・かん・ペットボトルは産業廃棄物です。

## ■ エレベーターの更新

東京メトロでは、限られたスペースにエレベーターを設置するために、昇降路上部に機械室の設置が不要な油圧式エレベーターを採用してきました。2000年度からは、新たに開発されたロープ式でエレベーター機器全てを昇降路内に設置した機械室がないエレベーターを採用しています。

ロープ式エレベーターは油圧式に比べ、より少ない消費電力

で動かすことができます。

消費電力の削減を目的に、2014年度は7基の油圧式エレベーターをロープ式に更新しました。



ロープ式エレベーター

## ■ 高効率変圧器の導入

東京メトロでは、従来の変圧器より電力のロスが少ない高効率変圧器を、2006年度から導入しています。変圧器は夜間等の電力を消費していない状態でもエネルギーを消費しています。高効率変圧器はこの電力を消費していない状態でのエネルギー消費を少なくした変圧器です。



高効率変圧器

## ■ 駅トイレへの節水栓の設置

お客様にご利用いただく駅トイレでの節水の一環として、トイレの改修工事に合わせ節水栓の設置を進めています。

2014年度は、東西線飯田橋駅や千代田線千駄木駅など6駅8箇所のトイレに節水栓を設置しました。



東西線飯田橋駅（女子トイレ）

## ■ 自動出札機等の再資源化

機器の更新が必要となった自動改札機や自動出札機（券売機など）を再資源化しています。解体作業は人の手で行い、電線や廃プラスチックなどに分別されます。さらに異物の除去や破砕などにより、再利用しやすい形にし、銅原料や建材などにリサイクルしています。



自動券売機 解体前



自動券売機 解体中

## 環境負荷低減に向けた新技術の導入

### ■ 地中熱利用空調システムの導入

地中の温度は1年を通じてほぼ一定です。四季のある日本では、夏と冬に地上と地中との間で10℃から15℃もの温度差が生じています。地中熱利用空調システムはこの温度差を効率的に利用するものです。

地中熱利用空調システムはヒートポンプを活用し、熱媒体である水や不凍液等を地中に循環させ、高い温度の物体から熱を奪い、低い温度の物体に伝える装置です。

石油・石炭などの化石燃料を直接使用しないため、CO<sub>2</sub>排出削減が図れるほか、ヒートポンプを用いて高効率な運転を行うため、エネルギー消費量を抑制できます。また、夏季は冷房排熱を大気中に放出せず地中に吸収させることによりヒートアイ

ランド現象の抑制効果が見込めます。現在、中野車両基地への導入に続いて総合研修訓練センター（仮称・現在建設中）への導入も進めています。

▶ 地中熱利用空調システムのイメージ図



### ■ 駅補助電源装置の導入

電車がブレーキをかけたときに発生する回生電力は、走行中の他の電車の加速に活用することで省エネルギー化が図られています。近くに加速する電車がいない場合などに活用できないケースがあります。そこで、東京メトロでは、直流である回生電力を交流に変換する駅補助電源装置の導入を検討し、2012年8月～12月に、西船橋変電所で実証実験を行いました。その結果、540kWh/日（一般家庭54世帯分）の使用量に当たる消費削減効果が得られ、また、設置スペースが約15㎡とコンパクトであることから導入を決定し、2014年6月に東西線妙典駅

に設置して以降、計8箇所に設置しており、駅の照明や空調、エスカレーターなどへ活用しています。

▶ 駅補助電源装置のイメージ図



### ■ 補助電源装置へのSiC半導体素子の採用

2013年6月に導入した銀座線1000系車両（第2編成）から、車内空調装置や照明などに使われる電力を供給する補助電源装置に、世界で初めてSiC（シリコンカーバイド）半導体素子を採用しました。今日、世界で幅広く使われている電力用半導体素子はSi（シリコン）を素材としたものが主流です。

東京メトロでは、半導体の大幅な性能向上を図るため、低抵抗、高温での動作が可能などの特長を持つSiCを素材とするこ

とで、装置の大幅な小型・軽量化や、電力ロス低減による省エネルギー化、低騒音化などを実現しました。



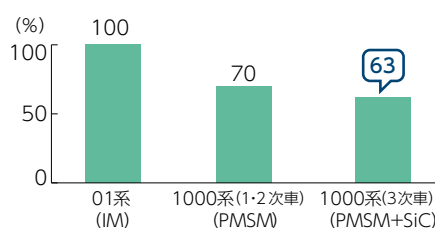
SiC半導体素子を採用した補助電源装置

### ■ PMSMとSiCを用いた主回路システムの採用

2015年4月に営業運転を開始した銀座線1000系車両（3次車）から、PMSM（永久磁石同期モータ）及びSiC（シリコンカーバイド）半導体素子を用いたVVVFインバータ制御装置等を組み合わせた主回路システムを採用しています。PMSMとSiCを用いたVVVFインバータ制御装置の組合せは世界初です。3次車以前の1000系車両に使用しているPMSMをさらなる省エネルギー化を目指して改良し、効率の向上を図りました。この新設計のPMSMとSiCを用いたVVVFインバータ制御装置等を組み合わせることにより、システム全体の消費電力を削減します。銀座線01系のIM（誘導電動機）主回路システムと比較し、改良さ

れた本システムでは、IM主回路システム比で約37%の削減が可能となる見込みです。これは、1日平均にすると1編成当たり一般家庭92世帯分の消費量に当たる920kWhの電力を削減できることになります。

▶ 銀座線で使用する車両の走行用消費電力量の比較





# 東京メトロ自らのエコ化 騒音・振動の低減

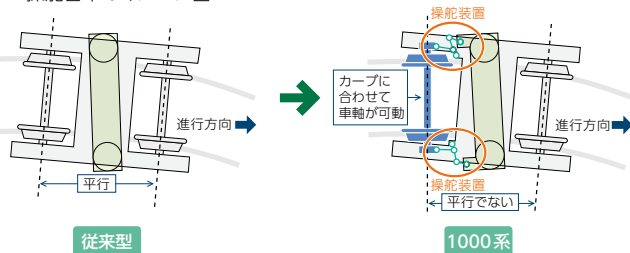
## 騒音・振動の低減

### ■ 操舵台車の導入

車両走行安全性のさらなる向上を図るため、銀座線1000系車両に操舵台車を導入しました。操舵台車は自動車がカーブでハンドルを切るように、曲線を通過するときに車軸が自動的に舵を切ってスムーズに走行できる仕組みになっています。通常台車は、車軸が平行に配置されており、曲線を通過するときに、車輪とレールの摩擦により振動や騒音が発生しますが、舵を切れる操舵台車では通常の台車よりも曲線をスムーズに走行できるようになりました。その結果、特にカーブの多い地下鉄では、走行安全性の向上、騒音の低減に大きな効果が得られ、乗り心地

の改善にも寄与しています。2015年には公益財団法人発明協会が主催する全国発明表彰において「発明賞」を受賞しました。

▶ 操舵台車のイメージ図



### ■ 車両用低騒音型コンプレッサーの導入

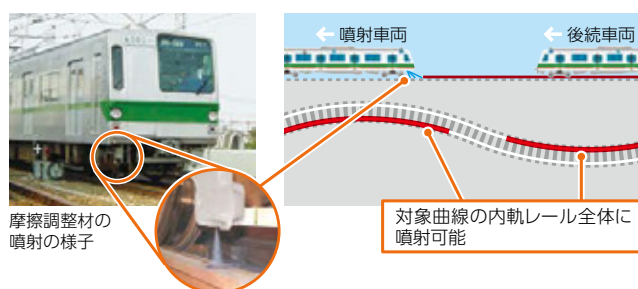
コンプレッサー（空気圧縮機）で圧縮された空気はブレーキ装置の作動や車両の扉の開閉などに使用されています。コンプレッサーの稼働時に発生する騒音を低減するため、低騒音型

のコンプレッサーの導入を進めており、2014年度に導入した銀座線1000系車両9編成の18台を加え、累計で251台を導入しています。

### ■ 摩擦調整材噴射装置の導入

カーブでのレールと車輪の接触による騒音や摩耗の発生などを低減するために、列車の運行状態に合わせて摩擦調整材をレールに噴射し、車輪とレールの摩擦状態をコントロールする車上装置を実用化し、活用しています。

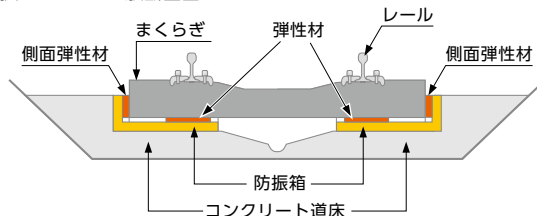
▶ 摩擦調整材の噴射イメージ図



### ■ 防振まくらぎの敷設

防振まくらぎとは、まくらぎとコンクリート道床の間にゴム製の弾性材を入れたものです。弾性材によって、列車走行時に発生する振動が周囲に伝わるのを軽減しています。2014年度は、銀座線、丸ノ内線、日比谷線、千代田線及び有楽町線の5路線約978mの敷設工事を実施しました。

▶ 防振まくらぎの一般断面図



### ■ 地上駅ホームへの指向性スピーカーの導入

一部の地上駅ホームにおいて案内放送による騒音を低減するため、音の伝わる範囲を限定できる指向性スピーカーを導入しています。

これにより、スピーカーの向いた方向だけに音波が発せられ、近隣への音の拡散を低減することができるとともに、隣り合うホームの案内放送との混同を防ぐ効果もあります。

▶ 指向性スピーカーの仕組み

