Vol.47 AUTUMN 2013 秋号

みんてつ

http://www.mintetsu.or.jp/

特集

鉄道と防災

［東京メトロのたゆみなき「安全」の追求］

四つの季節の鉄道ものがたり
第二話

路面電車に乗って

秋

原田マハ

路面電車が大好きだ。

旅行先で路面電車を見かけると、乗る必要がなくても、つい乗ってしまう。

日本の各地、かつては都心部でも、路面電車が公共交通の要になっていたということだ。市街地の交通量が増えて、徐々に姿を消していったが、まだまだ現役で活躍しているところも多々ある。地方都市に行くと、「あれ、ここにも路線電車があったんだ」と、思いがけず遭遇することがある。富山で乗った。広島で乗った。松山で乗った。長崎で乗った。高知で土佐電鉄の路面電車に乗ったときは、行き先表示に「ごめん」「いの」と書いてあるのがあまりにもかわいくて、つい、それを主題に小説を書いてしまった。土佐の高知のちんちん電車、東はごめん、西はいの。一方から「ごめん、ごめん」とあやまりながら通り、もう一方から「いいの、いいの」とそれを許しながら、ふたつの電車が行き交う。なんとも健気な電車たちではないか。

私の路面電車好きの起源は、なんといっても、青春時代を岡山で過ごしたことにある。父親の転勤に伴い、小学校六年生から高校を卒業するまで岡山市内で過ごした私の高校時代の通学の足は、岡電の路面電車だった。

岡山駅の西口側に住んでいた私は、毎朝、まずは自転車を駅までこいでいった。駅の連絡通路を通って、当時、流行最先端だった地下街の「岡山一番街」を通り、東口側にある路面電車の停留所へと急ぐ。私の通っていた山陽女子高校は、路面電車の終点「東山」停留所近くにあり、朝夕、車内は「山陽さん」と呼ばれる女子高生でいっぱいになるのだった。

山陽さんのトレード・マークは、濃紺のセーラー服に深緑色のシルクのタイ。毎朝、電車に乗り込むと、そこはまさしく乙女の花園。それはもうにぎやかに、きのう見たトレンディドラマの話、歌番組の話題、大好きなアイドルの新曲のこと、ちょっと気になるあいつの噂などなど、おしゃべりの花が咲き乱れていた。

窓を開ければ、さわやかな風が吹き込んでくる。流行のシャンプーの香り、ファンシーショップで手に入れたコロンの香り。秋には、どこからか漂ってくるキンモクセイの香りも混

イラスト・岡林玲

みんてつ

CONTENTS
Vol. 47
2013

◎日本民営鉄道協会とは？
昭和 42 年に社団法人として設立、平成 24 年 4 月 1 日付で一般社団法人に移行、71 社の民営鉄道会社で組織されています。
輸送力の増強と安全輸送の確保を促進し、鉄道事業の健全な発達を図り、もって国民経済の発展に寄与することを目的とした活動を行っております。
なお、JR 各社や公営地下鉄などは加入しておりません。

02 四つの季節の鉄道ものがたり―第二話　秋
路面電車に乗って
◉作家　原田マハ

04 基調報告―39
これからの防災上、最も重要な課題――
人間の行動や心理を知ること。
◉株式会社安全・安心研究センター代表取締役
東京女子大学名誉教授　広瀬弘忠

08 TOP INTERVIEW
東京メトロの防災への不断の努力
◉東京地下鉄株式会社 代表取締役社長　奥　義光

12 REPORT
東京の都市機能を支える東京メトロの防災対策
01 東京メトロの危機管理と非常時対応
◉東京地下鉄株式会社 総合指令所 運輸長　鯉沼克宗

16 02 東京メトロの自然災害対策
◉東京地下鉄株式会社 鉄道本部 工務部 土木課長　川上幸一
◉東京地下鉄株式会社 鉄道本部 安全・技術部 防災担当課長　木暮敏昭

Interview Column
非常時用走行バッテリー実用化に向けた銀座線1000系の挑戦
◉東京地下鉄株式会社 鉄道本部 車両部 設計課長　鹿田敬司

24 03 安全・安定運行を支える日々の取り組み
◉東京地下鉄株式会社 鉄道本部 安全・技術部 安全推進担当課長　江藤慶祐

安全・安心な鉄道運行に活かす、革新的レーダによる最新の気象情報
◉一般財団法人日本気象協会 事業本部 情報システム事業部 鉄道事業プロジェクトマネージャー　叶木律子

26 みんてつインフォメーション
一般社団法人 日本民営鉄道協会
第95回定時総会を開催

28 連載15 地方民鉄紀行
豊橋鉄道株式会社

30 連載25 大正・昭和の鳥瞰図絵師　吉田初三郎の世界
松山道後名所図絵
◉首都大学東京非常勤講師　藤本一美

じっていた。みずみずしい香りで満たされる中、タタン、トトンと電車のリズムで、みんないっせいに揺れていた。

帰りは帰りで、またにぎやか。表町の喫茶店に寄っていこ、映画観にいかん？　駅前のマクドナルドに寄ってこうやあ、と放課後のプランを決めるに余念がない。デートの約束があるときなどは、車内のいちばん前に陣取って、電車が信号で停まるたびに、青になれ！　早く早く！　と信号機に向かって念じたりして。

いまもときどき、岡山を訪ねる。行けばかならず、用事がなくても、岡電に乗る。タタン、トトン、あの頃とちっとも変わらないリズムで揺れながら、まるでこの電車は宝箱のようだな、と思う。あんなにもきらめいていた幾多の青春を乗せて、走っていたのだから。そしていまもなお、走っているのだから。

はらだ　まは
作家。東京都生まれ。関西学院大学文学部日本文学科、早稲田大学第二文学部美術史科卒業。伊藤忠商事、森ビル森美術館設立準備室、ニューヨーク近代美術館勤務を経て、2002年フリーのキュレーターとなり、06年より作家となる。05年『カフーを待ちわびて』で第1回日本ラブストーリー大賞を受賞。12年『楽園のカンヴァス』で第25回山本周五郎賞受賞。近著に『ジヴェルニーの食卓』（集英社）、最新刊に『総理の夫』（実業之日本社）がある。

地下鉄と水害

アメリカを襲ったハリケーン・サンディは2012年の10月末には巨大な温帯低気圧に変わっていたのだが、その大雨と、強風による高潮でニューヨークの地下鉄網を麻痺させた。特にローワー・マンハッタンとブルックリンを結ぶ7路線は冠水によって甚大な被害を受けた。サンディが運んできた高潮は地下鉄に流入して、所によっては海水が天井にまで達した。ニューヨークの地下鉄を運営している都市交通公社（MTA）の総裁は、108年に及ぶニューヨーク地下鉄史上で最悪の事態だとその深刻さを市民に訴えた。緊急事態のもとで、MTAは州知事や市長と緊密に連絡を取り、乗客、職員の安全確保のため、あらかじめ地下鉄の運行を停止していたので、幸いにして一人の乗客の犠牲者も出なかった。

ニューヨークの地下鉄は24時間運行で、ニューヨーク市民だけではなく、近郊からの通勤者、それに世界各国からの観光客を、年間延べ17億人（2012年）も乗せている。ハリケーンはニューヨークの地下鉄に壊滅的な被害をもたらしたにもかかわらず、地下鉄職員の献身的な努力で、3日目には部分開通、そして主要路線は1週間以内に復旧している。ニューヨーク市民は、その驚くべき回復の速さに称賛を惜しまない。

2012年9月6日に、日本政府の中央防災会議は「首都圏大規模水害対策大綱」をまとめた。この中央防災会議のシナリオでは、①利根川の広域氾濫②荒川流域の低地氾濫③東京湾の高潮氾濫―の三つを想定しており、さらに停電などで排水施設が稼働しないことを前提として被害額を算定している。

ここで特に深刻なのは、②と③のケースである。②の荒川の氾濫の場合には、地下鉄を含む17路線で浸水被害が出ると予想している。③は、室戸台風並みの超大型台風が東京湾を縦断した場合で、高潮それ自体と高潮に乗った船や漂流物が湾岸の水門を破壊した場合には、中央区、港区、江東区、横浜市などで大きな浸水被害が出る。地下鉄も相当程度の被害を受けることは必定である。

気象災害は、ハリケーン・サンディの場合のように、気象衛星や気象レーダーなどによる事前予測がかなり正確にできるようになっているので、災害発生前に全面運休措置を取るなど、安全対策が比較的取りやすい。問題は、津波やいわゆるゲリラ的集中豪雨などによる突発的な水害である。

現在の地震科学のレベルをもってしては、巨大地震の直前予知は不可能である。直前予知とは、数日間の時間幅で、場所と規模を科学的に予知することである。現在、その対策が急がれている南海トラフ地震の場合も、直前予知はできない。この地震によって巨大津波が発生するが、東京都区部が被る津波の波高につ

鉄道の未来学 基調報告 39

首都直下型地震や大規模水害等に備える防災対策が推進されている。
人智の及ばない「災害」の被害をいかに軽減し、人命を守っていくか。
そのためには、災害時の人間行動の特性を知り、その特性に見合った対策を講じることが必要だ。
災害が発生した時、人間はどんな心理状態に陥り、どんな行動を取るのか。
災害の心理学を考察する。

これからの防災上、最も重要な課題――
人間の行動や心理を知ること。

株式会社安全・安心研究センター代表取締役
東京女子大学名誉教授
広瀬弘忠
Hirotada HIROSE

東京大学文学部心理学科卒業。東京女子大学文理学部助教授、同大学教授を経て 2011 年より名誉教授。株式会社安全・安心研究センター代表取締役。日本リスク研究学会名誉会員。専門は災害心理学。『人はなぜ逃げ遅れるのか』（集英社新書）、『巨大災害の世紀を生き抜く』（集英社新書）、『生と死の極限心理―サバイバルの極限を考察する』（講談社）など著書多数。

いては、東京都が２０１３年５月14日に公表したシミュレーション報告がある。それによれば、江東区で２・48メートル、以下、中央区、品川区、港区、大田区、江戸川区でそれぞれ２・46ｍ、２・44ｍ、２・40ｍ、２・37ｍ、２・07ｍとなる。これらの推定値は、いずれも水門が閉じられていることを前提として算出されている。これらの数値を見て、東日本大震災と比べてかなり低いなどと思って安心してはいけない。確実に浸水域が出て、多くの被害が出るのである。

東京の地下鉄事情

現在、東京には、東京メトロと都営地下鉄合わせて13路線があり、駅の数は２８５に上る。国土交通省の資料によれば、新しく開通した地下鉄ほど地下深いところを走行している。例えば、最も歴史の古い東京メトロ銀座線、丸ノ内線のトンネル部分で最も深いところは、それぞれ地上からマイナス16ｍ、17ｍであるのに対して、最も新しい都営大江戸線は49ｍ、東京メトロ南北線は43ｍである（国土交通省資料）。

臨海部や大河川の近傍で走行する深度の深い路線では、ひとたび浸水が起こった場合には、排水はより困難で、被害はより深刻になる恐れがある。これらの地域では、東京メトロ、都営地下鉄の駅の出入り口の多くが、標高０ｍ以下の場所に作られていることを十分に知っておく必要がある。特に、浸水が起こる危険箇所は、出入り口と換気口である。浸水危険地域の換気口は、自動的に閉じられるようになっているため、出入り口が浸水箇所となる危険が大きい。また、地下鉄は相互に繋がっている。乗り換えなどの接合部分で、他の路線からの氾濫水の流入の恐れもある。

ハードウェアの整備の必要性と限界

東京の地下鉄を水害から守る防災ハードウェアには、水害そのものを未然に防いだり、全体の被害規模を小さくするための仕組みと、水害が発生した後に地下鉄内の被害を軽減するための仕組みの二つがある。前者は河川の堤防の強化や防潮堤の整備などであり、また、湛水地域の排水設備や救急・救難システム、緊急情報の伝達ネットワークの整備などが含まれる。これは国や地方自治体などが担うべきものである。

後者は、もっぱら地下鉄事業者が行うハードウェア整備である。現在、対策が取られているのは、まず、①止水板の設置である。地下鉄の出入り口に取り付けるのだが、２段の止水板を合わせると70㎝ほどになる。隅田川以東の出入り口には段差を設けて高さをかさ上げしているが、このかさ上げと止水板を合わせると１ｍほどになる。だが、これ以上の深さの水が押し寄せると、出入り口からの浸水は防げない。

次に、②出入り口に設けた防水扉で浸水を防ぐのである。洪水時に、防水扉を閉じていれば浸水は防げる。現在、危険度の高い20駅のほとんどの出入り口に防水扉が設けられている。そして、さらなる防水ハードウェアとして具体化されているのが、③トンネル内の防水ゲートである。ただ、この防水ゲートを閉じるためには架線の撤去が必要なので、緊急時に間に合わない可能性がある。また、ゲートの設置箇所の数が少なく、これで万全というわけにはいかない。そして最後に、④全面停電に備えて、非常用発電装置がある。これは地下鉄内の照明や排水ポンプの稼働に欠かすことができない。だが、ここに問題がある。燃料や冷却水の補給をしなければ、電源は４時間ほどしかもたない。また電源が水没した場合にも役に立たない。

ハード面の防災整備は重要である。従ってさらなる防災投資が必要だ。だが、ハード的な整備がいかに充実しても、それだけでは防災・減災は十分にはできない。防災面でのソフトウェアが重視されなければならないのである。

具体的に述べよう。災害が発生した時には、地下鉄職員はもとより乗客に適時に正確な情報を伝達し、乗客の避難を促し、水害からの安全を確保することが最も重要な課題となる。そのためには、災害時の人間行動の特性を知り、その特性に見合った安全対策を講じる必要があ

米ニューヨーク州都市交通局（ＭＴＡ）が公開した市営地下鉄サウスフェリー（South Ferry）駅の構内、海水が溜まったトンネル、板で囲み土嚢を積んで浸水に備えた駅出入り口の写真。ハリケーンから温帯低気圧に変わった「サンディ」で大規模な被害を受けた。（MTA Photos）

る。災害に備えて繰り返し防災訓練をすることもまた重要である。

緊急時の人間行動の特徴

■正常性バイアス

人々は、自分自身が直面している危険を感じようとしない心の仕組みを持っている。これを「正常性バイアス」と呼んでいる。正常性バイアスは私たちが進化の過程で身に付けた心の仕組みである。端的に言うと、「異常を正常の範囲内のこととして捉えてしまう錯誤」である。私たちが危機管理をしていく上で、これは危険への対応を誤らせてしまう第一の罠と言ってよい。私たちの生活がより安全にそして安定してくるにつれて、取り越し苦労をしていたずらに危険に脅えていなくてもよいようになる。実際の危険が少なくなっていけば、危険を恐れてストレスや不安にとらわれているよりも、些細なことに心を煩わせないで安心していた方が心身の健康にはよいはずである。

杞憂という言葉がある。中国古代の杞の人が天が崩れて落ちてくるのではないかと心配してノイローゼになった。それを見ていた人が、その心配性を嘲笑(あざ)ったという話である。だが天が崩れ落ちてくる危険が全くゼロというわけではない。６５００万年前に恐竜やアンモナイトが絶滅し、地上の４分の３の種が消滅したのは、メキシコのユカタン半島沖に落下した直径10㎞ほどの小惑星が原因である。まさに天が崩れてきたわけである。衝撃波は地球全体を覆った。しかし、このような現象はとてつもなく希な現象である。私たちは杞の人のように、天が崩れることを心配しては生きていけないのである。

もう少し頻繁に起こる現象はどうであろうか。大地震や津波、洪水など多くの自然災害や、航空機事故やビル火災などの場合である。これらの災難にしても、自分の一生の内で出合う確率はそう高くはない。それなら、あまり心配しないでおこうという気持ちになる。

危険のことはあまり考えないようにしようという心の安定を保つメカニズムが、精神への過重負担を軽減させる。だが、この安心を確保するための仕組みがアダとなって迫り来る危険に気付かず、突然、絶対絶命の窮地に陥る。だが、その時にはもう手遅れである。東日本大震災は、死者・行方不明者１万９０００人を出したが、その９割を超える人々が津波による犠牲者である。被災地である東北地方の太平洋沿岸は、慶長三陸津波、明治三陸津波、昭和三陸津波など数々の津波で甚大な被害を受けてきた「津波常襲地域」である。しかも、今回の津波の来襲では、所により、地震発生から津波来襲まで１時間ほどの余裕があった。それでも、人々は逃げ遅れているのだ。

岩手県宮古市の田老地区は、巨大津波に備えて何重もの万里の長城のような巨大な防潮堤をつくり、「津波防災の町」宣言まで出していた。そのためか、住民は、防潮堤の内側で安心していたのだ。田老地区で多くの人々が逃げ遅れたのである。

■同調性バイアス

人間は社会的動物である。私たちは、家族や地域、職場などの人間関係の中で生きている。目には見えない社会規範や固有の文化の中で、他の人々と互いに結び合っている。従って、私たちは仲間と一緒にいることで安心するし、それが見ず知らずの全くの他人であっても、彼らや彼女らを外部アンテナとして情報をキャッチし、自分の行動を決めているのである。２００３年２月８日に韓国のテグ市で起こった地下鉄火災の時の人々の行動を見ると、それがよく分かる。午前９時53分に中央路駅のプラットホームに６両編成の列車が到着する寸前、先頭車両に乗っていた男が床にガソリンを撒いて火を付けたのである。火は瞬く間にこの列車に燃え広がった。

しばらくすると、プラットホームの反対側に、同じ６両編成の対向列車が到着した。この列車の中の様子を写した写真があるが、煙が充満する車両の中で、乗客たちはいずれも平静で慌てた様子はない。携帯電話でメールを見ている女性や、口や鼻を手で覆った男女はいるが、一向に動こうという様子が見えないのである。車内放送で「しばらくお待ちください」というメッセージが流れたと言われるが、集団の呪縛の中で、自分一人が率先して逃げることに抵抗があったのだろう。２００人近い犠牲者の３分の２が、この列車の乗客であった。このような時、誰かが「みんな逃げよう」と叫べ

いざという場合にはどうすべきなのか。誰もが「自分の身は自分で守る」、明確な意識を持たなければならない。

ば、その一言で、避難のギアがパーキングからドライブに入るのである。

■凍りつき症候群

もし、北海道の山道を歩いていて100m前方にヒグマを見たらどうするだろうか。最初は気付かれないようにゆっくりと後ずさりした後に、一目散に逃げるだろう。だがクマに気付いたのが10m先だったらどうだろうか。その時、ヒグマは襲いかからんばかりの攻撃の姿勢を取っているかもしれない。そのような時に私たちはパニック的な逃走行動を起こさない。むしろ心身ともに凍りついて、硬直した「凍りつき症候群」と呼ばれる「動かない」「動けない」という状態になるのである。

地下鉄で突発的な水害が発生した時、その規模が大きく、「身構える」時間がないほど急速に事態が進展した場合には、逃げるという行動よりも、その場に立ち尽くすという行動を取ることが多いのである。この凍りつき症候群に陥る時間はごく短いとしても、瞬時に行動しなければならない時に、貴重な時間を浪費することで逃げ遅れてしまうのである。

どのように乗客を守るか——エキスパート・エラーに注意

以上、述べてきた災害時の行動特性を考えると、突然、危険な状態に直面した人々に対しては、適切で正確で、迅速な避難行動を促す情報の提供が最も必要である。その要件は、①何が起こったのか②危険はどの程度か③どこから、どのように避難すればよいか—などである。職員は乗客の安全を最優先して避難を誘導しなければならないことは言うまでもない。そのためには、日ごろからの防災訓練が重要であるが、注意しなければならないのは、職員がエキスパート・エラーを犯さないことである。特に、防災や保安担当者は、最大の努力をかたむけて正確な状況を把握し、思い込みや習慣で乗客を危険な場所に誘導したり、誤った情報を与えたりすることがあってはならない。そして、被害を軽減するためには、乗客の側にも求められることがある。それが次に述べる知的ワクチンである。

乗客自身が災害対応力を持つ——知的ワクチンの接種

1959年9月に直撃した伊勢湾台風は死者・行方不明者数5000人を出した。これは、1995年の阪神・淡路大震災の犠牲者数に匹敵する。

私たちは、伊勢湾台風50年の2009年に、被害の最も大きかった名古屋市の南区と港区で住民調査を行った。調査の対象者は30歳から79歳までの男女220人で、調査員が直接対象者宅を訪問し、後に調査票を回収した。

調査対象となった人々の内訳は、50年前の大水害を自ら体験した人が全体の3分の1、自分は経験していないが父母や祖父母など家族が経験した人が3分の1弱、自分も含めて身内の者は誰も経験していない人が3分の1強であった。調査結果によると、第1のグループの人々は、洪水や水害に対する恐れを最も強く抱き、日ごろから災害情報に注意を払って防災準備に怠りない。第2のグループは、恐れや防災への備えの程度は、第1のグループよりは低いが、第3のグループよりも高いことが分かった。第3のグループは、水害や洪水に対しては、ほとんど関心がなく、何の備えもしていなかったのである。

私は感染症に対する免疫の考え方を用いて、この第1のグループの人々を水害に対する自然抗体の持ち主、第2のグループの人々を知的ワクチン接種によるワクチン抗体の持ち主、第3のグループの人々を、水害に対して抗体非保持者と名付けた。ここで特に取り上げたいのは、第2のグループである。自分自身は災害を経験していないのだが、身近な家族が、幼い時から折にふれて、災害の恐ろしさや災害後の困窮状態を語っていたのであろう。災害を擬似体験していたのだ。このことが核となって心の中に災害に対する備えができたのである。あたかもウイルスを弱毒化したり、殺したりしてつくったワクチンを注射する時のように、擬似災害体験を移植することで、一種の免疫抗体ができるのである。

自然抗体にしてもワクチン抗体にしても、それらがあるからといって必ずしも病気にかからないわけではないが、病気をより軽くすることには役立つだろう。災害について全く未経験の人々には積極的にこの擬似体験、すなわち知的ワクチンの接種をすべきである。

地下空間で水害被害者を出さない

地下鉄だけではない。地下街やビルの地下階など、いわゆる地下空間に居場所を持つ人々は、いつ何時、洪水の危険に遭わないともかぎらない。洪水への危機意識を持たなければならない。私がここで言う地下空間に居場所を持つ人々とは、そこを仕事の場とする職員や社員だけではなく、ショッピングをするために一時的に滞在する人々や通勤、通学者のように通過するだけの人々を含むのである。このような人々は、常に、非常出口と逃げる道筋を確認し、いざという場合にどうすべきかを心の中でシミュレーションすることが必要である。また、地下空間の施設管理者は、浸水時にどのような事態が発生し、また、利用者の安全を図るためには何をなすべきかについて、十分に練り上げられた対応策を準備し、それに基づいた実地訓練をしておかなければならない。その一方で、施設利用者は、自分の身は自分で守るという明確な意識を持ち、危険だと感じた時には、たった一人でも避難を始めるのがよい。

TOP INTERVIEW

東京メトロの防災への不断の努力

首都圏の鉄道ネットワークの中核を担う交通事業者として、グループ理念である「東京を走らせる力」の実現を目指す東京メトロ。東日本大震災発生後、東京メトロでは自社の自然災害対策を検証、さらなる安全の確保とサービスの向上に取り組んでいる。2013年度から3カ年の中期経営計画、「東京メトロプラン2015～さらなる安心・成長・挑戦～」では、自然災害対策を重点施策に位置付け、ハード・ソフト両面におけるさまざまな取り組みを開始している。東京の都市機能を支える鉄道の安全・安定輸送を確保する――東京メトロの安全思想、その防災・減災の取り組みについて、東京地下鉄株式会社 奥義光代表取締役社長にお話を伺った。

奥 義光
Yoshimitsu OKU

東京地下鉄株式会社　代表取締役社長

文●茶木　環／撮影●織本知之・加藤有紀

東日本大震災で得た教訓

――最初に、東日本大震災当日の対応について、お話をお聞かせください。

奥　非常時においては、第一に「お客さまの安全を確保」し、その次に「従業員の命を確保」する、そして「首都東京の都市機能を確保」する、この三つをしっかり守っていくというのが東京メトロの使命だと考えています。

3月11日、太平洋三陸沖で地震が発生したのは14時46分でしたが、私は移動中の車内で、地震を経験しました。直ちに本社に戻り、既に設置されていた対策本部で報告を受けました。

14時47分に気象庁の緊急地震速報を使った早期地震警報システムが40ガル以上の揺れを推定して「緊急停止」指令を発信、乗務員が全列車を停止させました。時間差なく首都圏に地震の揺れが到達、沿線6カ所に設置している当社の地震計が最大179ガルを記録したため、全路線175本の全列車に自動停止信号を現示。15時頃からお客さまの誘導と安全確保および駅間に停止していた86本の列車を移動させ始め、これらが完了したのが15時36分。16時には、全線の技術区員による歩行点検を開始し、運行に支障がないことを確認しました。その後、回送列車の走行で安全を確認し、20時40分に銀座線と半蔵門線の一部区間の運行を再開しました。

一番苦心したのが、当社線だけで運行を再開していいのかという点です。首都圏の鉄道ネットワークは十数社局の鉄道事業者がチームとして連携することで成り立っている。一社だけ再開しても、相互直通運転先や他事業者の路線が再開しなければ、ターミナル駅が混乱してしまいます。都営地下鉄の大江戸線と運行再開時間を調整し、銀座線全線で運行を再開、その後、条件が整ったところから順次、運行を再開していきました。駅の混雑による運行の一時中止や、相互直通運転の都合で運行できない区間も発生しましたが、24時以降にはほぼ全線が動き、25時25分に終夜運転の実施を発表しました。

お帰りになれずにコンコースにいらっしゃったお客さまには、用意できたビニールシートや段ボールを敷いて座っていただけるようにし、携帯電話の充電器や備蓄していた水などをご提供しました。一部の駅では、回送列車をホームに停車させ、臨時の一時待機場所として開放しました。

終夜、大変な状況の中で本当に社員がよく対応してくれたと思います。たくさんのお客さまから感謝やお褒めの言葉をいただいて、それが社員にとって一番の励みになったようです。また、私も含め社員全員が、首都東京における都市機能の中で東京メトロが果たすべき役割、使命を強く実感した1日だったと思います。

そういう意味でも、東日本大震災は決して忘れてはいけない、風化させてはいけない災害であると考えています。

――災害の経験が新たな成長、発展に活かされていくのですね。

奥　地震発生後は、速やかに点検を済ませ、早期に運行を再開し、お客さまを無事に家路にたどりつけるようにするために、これまでも幾度かの震災を経験して講じてきた対策が、東日本大震災時に有効に機能しました。2007年に導入した気象庁の緊急地震速報を活用した早期地震警報システムがそうですし、05年に発生した千葉県北西部地震後には、より早期に運行再開をできるように31カ所のエリア地震計を設置し、これまでの全線同一方法による点検から、エリアごとの計測値に応じた必要な点検をすることにしました。副都心線の開業に合わせて、2カ所増設して33カ所になり、東日本大震災では、ほとんどのエリア地震計が100ガル以上を計測したため、直ちに全線の歩行点検を決断しましたが、早期の運行再開のために導入したシステムがきちんと機能したことを、確認できました。なお、この震災後、さらに3カ所増設して36カ所となっています。

構造物に大きな被害はなく、運行再開には支障しませんでした。地下鉄の父と呼ばれる早川徳次氏の尽力で、1927年に現在の銀座線の一部である浅草－上野間に東洋初の地下鉄を開業していますが、これは関東大震災の2年後のことで、それまで地上で使われていた木の車体ではなく燃えにくい全鋼製の車体を使い、当時の最新技術を駆使して非常に堅牢な構造物がつくられています。阪神・淡路大震災を踏まえて行ったトンネルや高架橋などの耐震補強工事をおおむね完了していますが、この最も古い銀座線においても、運行再開に支障するような被害は発生しなかった――「布石を打てば成果がある」と実感しました。

安心＝安全＋サービス

――中期経営計画「東京メトロプラン2015」では、自然災害対策を重点施策のトップに置かれています。

奥　鉄道という商品の品質は「安全」

代々木公園駅に停車する千代田線16000系

浅草駅を発車する銀座線新型車両1000系

と「サービス」です。たゆみなき安全の追求とお客さま視点に立った質の高いサービスの提供、この二つがそろって初めてお客さまに安心してご利用いただける。「安心＝安全＋サービス」を基本に、鉄道システムをつくっていきたいと考えています。

東日本大震災を経験し、首都圏の直下型地震の発生が予測され、異常気象で大規模なゲリラ豪雨や雷雨が続いています。自然災害は、私たち人間がコントロールできるものではありませんが、リスクをいかに小さくするか、対策を講じることはできます。万全の対策を講じて、お客さまに安心してご利用いただくことは鉄道事業者として当然の危機管理であり、自然災害対策に集中的・継続的に取り組んでいきたいと考えています。

――自然災害対策は、震災対策と大規模浸水対策が柱となっています。

奥　地下鉄は地震には強いと言われていますが、早期の運行再開のためには構造物の安定が一番の条件となります。首都直下型地震等に備え、従来は補強不要と判定されていた高架橋柱の補強工事を開始し、丸ノ内線の石積み擁壁の補強も手掛けていきます。

また、お客さまの帰宅が困難になった場合に備えて、お客さまに提供する防災用品約10万人分を備蓄しました。お客さまが情報収集したり、ご家族と連絡が取り合えるように、駅構内およびトンネル内での携帯電話の通信環境や、災害や運行に関する情報提供の体制も整備が完了したところです。

今後は、非常時における外国語での駅構内のアナウンスや情報提供について検討を進め、国際都市・東京の鉄道にふさわしいサービスの提供に努めていきたいと思っています。

――もう一つの重点対策、大規模浸水対策についてはいかがですか。

奥　推定される三つの水害について、浸水対策を考えています。一つは中央防災会議で出された荒川の堤防決壊を想定した大規模水害、二つ目は東京都洪水ハザードマップによる被害想定、三つ目は地震による津波です。

初めに東京メトロの非常時における三つの使命を申し上げましたが、大規模な浸水が起こる時は必ず時間差がありますから、浸水等の恐れが生じた場合にはその時間を有効に使って、お客さまに安全に地上へ避難していただくことを第一に考えています。

問題は、首都東京の都市機能の確保です。地下鉄構内に浸水すれば、すべての機器は電子機器ですからすべて取り替えないと運行再開はできない。浸水対策はＢＣＰ（事業継続計画）として、お客さまと社員の安全はもとより列車の運行支障による首都機能の低下抑止の観点から、戦略的に準備しておかなければなりません。

津波については、公表されている想定によると、現状の設備においても被害はないものと考えておりますが、大規模浸水については、中央防災会議の荒川決壊ならびに東京都洪水ハザードマップにおける浸水エリア、被害を想定して対策を講じています。

中でも速やかに、かつ最も注力しなければならないのが地下鉄駅の出入り口で、９３６カ所中対象となる４１２カ所について、浸水対策を進めています。

さらに路面の換気口やトンネルの坑口など、地下鉄にはさまざまな開口部がありますので、これらについても対策の強化を進めていく計画です。

水が入った場合、地下鉄のネットワークがそのまま導水管となり、当社は被害者であると同時に加害者になる可能性がある。自然災害の一番の危機管理は、浸水対策にあると捉えています。大がかりな対策を含めると、10年ぐらいかかるかもしれませんが、着実に進め、備えていきます。

安全意識を社員に浸透させる

――社員の「安全」に対する意識づくりについてはどのような取り組みをされていますか。

奥　「安全」に決まったフォームはありません。安全もサービスも自分たちでつくっていくものなのだということ、毎日、何事もなく電車を運行する、われわれにとって当たり前のことを当たり前に続けていくことの大切さや意義を分かってもらうことが一番大切だと思っています。

そのためには、経営のトップと現場の社員が安全に対して同じ価値観を持っていることが必要で、役員と社員が直接コミュニケーションする機会を設けています。これは営団地下鉄の時代から続けているもので、東京メトロになってからは年に１００回以上は行っています。

人材育成も「安全意識の高揚」をテーマに、技術研修やセミナーなどを実施しています。また、夏季と年末年始に実施する安全輸送推進運動・安全

総点検をはじめ、安全講演会や技能競技会、安全に関する発表会など、年間を通じて安全に関するさまざまな行事を開催し、安全意識の高揚に努めています。

「継続は力なり」と言いますが、当たり前のことを続けていくには「力」が必要です。たゆみなき安全の追求のために、決められた手順、基本動作を励行し、注意力を高め、事故の芽、すなわち安全の阻害要因を追求する。安全意識を共有し、現場力を培っていくには積み重ねしかありません。特効薬はないと思っています。

――現場とのコミュニケーションを大切になさっていらっしゃるんですね。

奥　ええ。私は副社長に就任した時、鉄道本部長も兼務していましたので、鉄道本部長として現場を年に1回、一回りしようと思い、今も続けています。現場は100カ所以上ありますから1年ですべてを回り切ることができず、ようやく二回り目に入ったところですが、回数を重ねるごとに社員との距離が縮まり、いろいろ話ができるようになりました。鷺沼の車両工場では、80人の社員が集まり、全員と握手したりもしました。

現場の社員たちには、われわれは共通の価値観を持って鉄道事業を進めていく仲間だと話しています。鉄道事業は駅務、乗務、車両、工務、建設、電気――何か一つ欠けてもゼロになり、電車は動かない、足し算ではなく掛け算の商売です。誰もが大切な役割を持っており、各自がそれぞれの責任を果たして初めて成り立っているのが鉄道という事業です。

「お客さまと現場が先生である」とは、濱中昭一郎元会長の言葉です。東京メトロが追求する安全とサービス、そのサービスの至らないところを一番ご存知なのがお客さまであり、安全が弱くなっていることに真っ先に気付くのが現場の社員です。お客さまと現場の声を聞き、教えを乞い、それを活かしながら経営を舵取りしていくことが私の役割だと思っています。

鉄道事業者同士の連携を強化

――鉄道事業者間のネットワークについてはいかがでしょうか。

奥　東日本大震災で明らかになった課題の一つに、鉄道事業者間の連絡体制がありました。相互直通運転を行っている事業者間とは、従来より専用電話が設けられていましたが、相互直通外の事業者間とも専用電話を開設し、連絡体制の強化を図りました。

当社線に限らず、首都圏の鉄道は、相互直通運転先だけではなく、ターミナル駅で各事業者の路線とつながっています。まさに十数社局の事業者のチームプレーで、巨大な鉄道ネットワークを動かしている。非常時の体制についても、今後、さらに連携を強めていきたいと考えています。

都営地下鉄とはサービスの一体化を図っています。帰宅困難者対策として、防災用品の品目の統一を行い、今年の3月11日には、日比谷駅・有楽町駅において帰宅困難者対応の合同訓練を実施しました。鉄道事業者間の密な連携は、お客さまの安心感にもつながります。

――最後に、今後の展望についてお聞かせください。

奥　中期経営計画では、自然災害対策の推進に加え、ホームドア設置やバリアフリー設備の早期整備など、さらなる安全対策とお客さま視点に立った質の高いサービスの提供に努めていきたいと考えています。

開業86年を迎える銀座線のリニューアルも進めています。12年に導入した銀座線新型車両1000系はお客さまの評価も高く、車両の更新のほか、駅の改装など、東京の街をつないできた歴史を大切にしながら、銀座線全線のリニューアルを実施していく計画です。

また、現在、職種ごとに各所に散在している研修施設の機能を集中させて、全職種用の総合研修センターを設置する準備を進めています。自分たちの職種がどのような役割を果たしているのか、全体像を見ると理解しやすい。地下環境を再現した訓練線を設けて、効率よく研修を行えるようにしたいと思っています。他社の路線も、地下の部分がかなり増えていますから、この総合研修センターを使って、他社との合同訓練や研修ができるのではないかと考えています。自社の殻に閉じこもることなく、他社と積極的に交流し、そこから得るものを成長の糧に、首都圏の鉄道ネットワークをしっかり支えていきたいと思います。

すべてのお客さまに不安・不便なく、安心してご利用いただける鉄道を目指す――たゆみなき「安全」の追求とお客さま視点に立った質の高い「サービス」の提供、この決意のもと努力を重ねていきます。

REPORT

特集：鉄道と防災
［東京メトロのたゆみなき「安全」の追求］

東京の都市機能を支える東京メトロの防災対策

1927年、浅草－上野間に東洋初の地下鉄が開業。その歴史は、地下鉄運行に関わる技術の発展史そのものであり、その時々の最高レベルの安全を追求してきた安全文化醸成の歴史でもある。首都圏では近い将来、直下型地震の発生が予測されている。集中豪雨など異常気象による「都市型水害」も懸念されている。そうした自然災害にいかに備え、東京の都市機能を支えていくか。安全水準の向上に挑み続ける、東京メトロの取り組みを紹介する。

文◉福田素子／撮影◉織本知之・加藤有紀／写真提供◉東京地下鉄株式会社

東京メトロの
危機管理と非常時対応

鉄道の安全安定輸送を支えるあらゆる情報を一括して収集し、総合的かつ効率的な輸送管理業務を遂行する「総合指令所」。地震や雨、風などの予報・情報を24時間管理し、駅や列車、その他の現業に対して迅速・適確な指示を出している。たゆみなく安全を追求する東京メトロの「指令塔」だ。

1

東京地下鉄株式会社
総合指令所 運輸長
鯉沼克宗
Katsumune KOINUMA

首都交通を支える東京メトロの心臓部

東京メトロは、東京都区部を中心に9路線、195.1kmに及ぶ地下鉄を運営、7路線で他社と相互直通運転を行う首都交通の担い手だ。全179駅を結ぶ長大なネットワークを、1日約644万人が利用する。

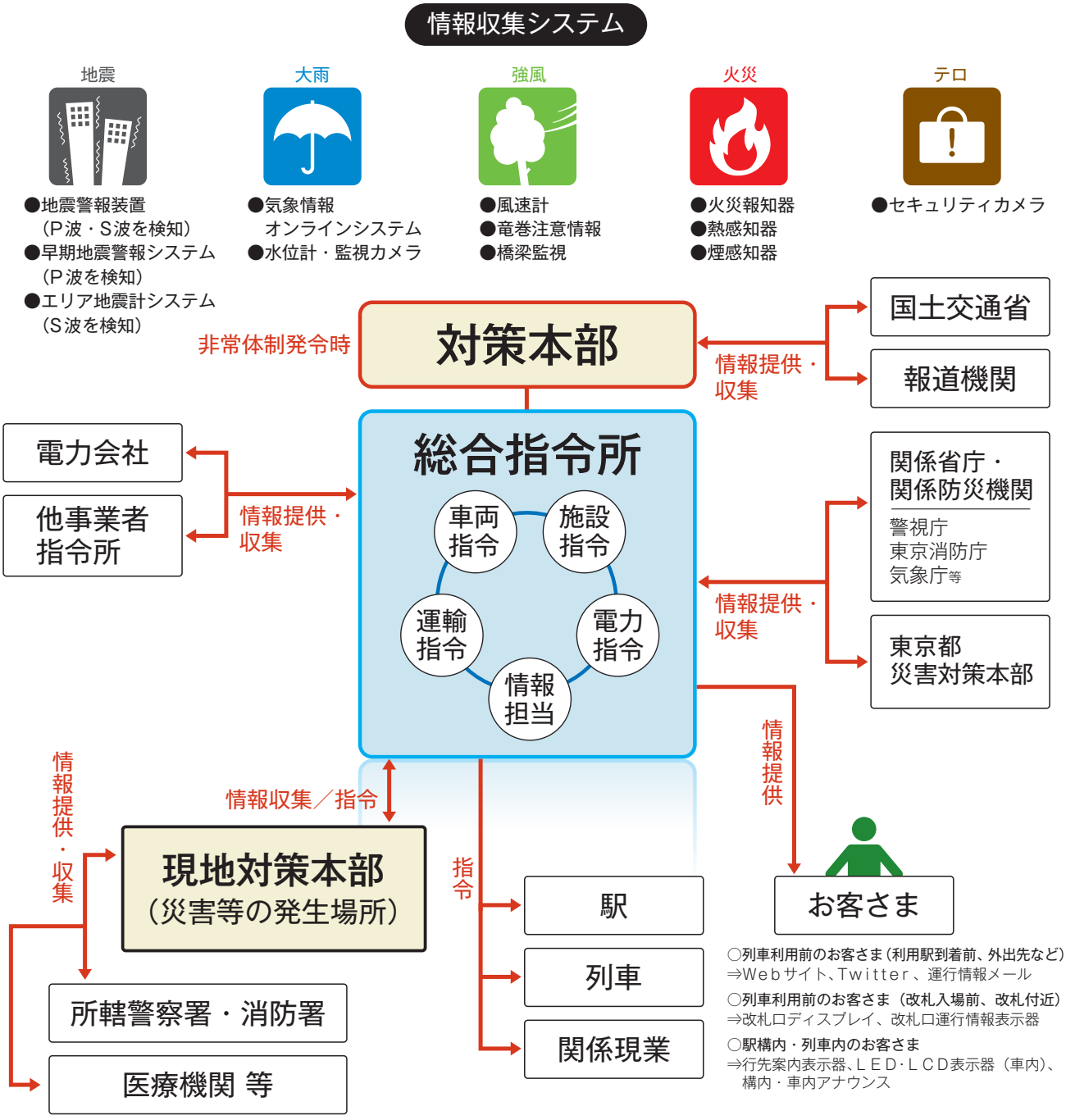
その輸送管理体制の心臓部が、総合指令所だ。1996年、列車の運行状況・旅客状況を把握する「運輸指令」、電力系統の維持と運用を行う「電力指令」、車両運用状況を把握する「車両指令」、設備状態の監視を行う「施設指令」を統合、総合指令所として設立された。2007年4月には、利用客への事故・運行情報の提供と社内への情報配信を行う「情報担当」を新設。4指令1担当がワンフロアに配置されている。

「輸送管理に必要な運輸・電力・車両・施設の各種データや気象情報などを各指令間で共有することにより、より正確でリアルタイムな情報・状況を把握することができます」と総合指令所の鯉沼克宗運輸長は話す。

非常時対応の核となるのも、東京メトロの指令塔であるこの総合指令所だ。

東京メトロでは、事故・災害等の規模により、第1種非常体制から第3種非常体制の発令基準を定めている。情報収集・情報提供は、総合指令所に集約。大規模な災害の発生により本社に「対策本部」が設置された場合は、本部と一体となって処置を行い、関係する駅・列車等に指令を出している。

災害時の情報収集・情報伝達の流れ



■非常体制の種別と発令基準

	主な発令基準	対策本部長
第１種非常体制	◎大規模な災害が発生した場合 ◎東海地震注意情報が発表された場合 等	社長
第２種非常体制	◎自然災害による大きな被害が発生した場合 等	鉄道本部長または安全・技術部長
第３種非常体制	◎異常気象（暴風・大雨・洪水・大雪・高潮・津波）の警報が発令された場合 ◎自然災害により被害が発生する恐れがある場合 等	総合指令所長または安全・技術部長

相互直通運転を行っている他事業者の指令所や電力会社、所轄警察署や消防署、医療機関と連携し、迅速な対応処置を行うのも総合指令所の重要な役割だ。さらに大規模災害の発生時には、警視庁、消防庁、気象庁、東京都災害対策本部とのホットラインにより、速やかに情報を伝達する体制が取られている。

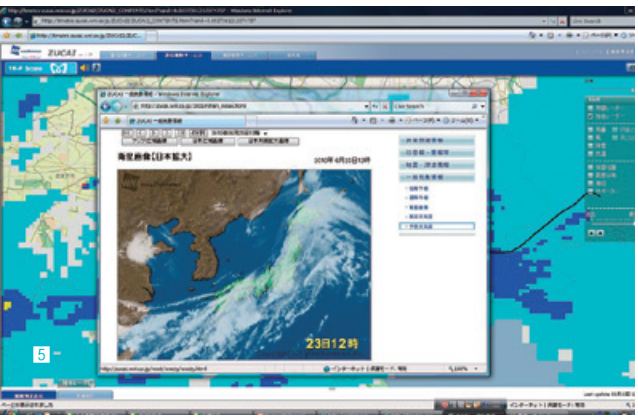
2本立ての地震計で安全確保と早期復旧を

何よりも「安全」を最優先する鉄道会社にとって、防災の基本スタンスは列車を「止める」ということだ。乗客を守り、安全確認を進め、その上で早期の復旧と運行再開を目指す。

「地震計については、2本立てで設備を持っています。一つは列車停止の基準となる地震警報装置、もう一つは早期復旧と運行再開という観点から設置したエリア地震計です」（鯉沼運輸長）

東京メトロでは、小石川、深川、行徳、綾瀬、代々木上原、和光の沿線6カ所に地震計を設置している。これは、地震発生時の初期微動（P波）を検知して瞬時に位置や規模、想定される揺れの強さを算出、強い揺れである主要動（S波）を事前に知らせるもの。この自社の設備に加えて、気象庁が発信する緊急地震速報（P波を検知）を活用した早期地震警報システムを併用している。

地震が発生すると、総合指令所の情報表示装置に地震警報が表示され、直ちに地震の大きさに応じた列車の運転規制を指令する。40ガル以上であれば、全路線の列車に対して緊急停止の自動音声が流れ、乗務員が列車を停止させる。地震警報装置では、100ガル以上の場合には、自動的に全線の列車を緊急停止させるシステムが採用されている。



1 4指令1担当がワンフロアに配置された総合指令所。各指令の状況が一望できる。2各指令卓には情報表示装置が並ぶ。3地上の橋梁部に設置されている風速計。 4総合指令所の風力監視装置。 5精度の高い気象情報を入手する「気象情報オンラインシステム」。 6沿線の地震計・エリア地震計・風速計設置箇所。●地震計（6カ所）●エリア地震計（36カ所）○風速計（6カ所）

地震後に行う設備の点検は、エリア地震計（S波を検知）の計測値に基づき、基準が定められている。震度5弱以上のエリアは技術区員による歩行点検、震度4以下のエリアは運転士が安全を確認しながら運転する注意運転だ。

「このエリア地震計が設置されるまで、東京メトロでは、全線同一方法による点検を定めていました。しかし、震度5の地震が発生した05年7月の千葉県北西部地震では、全線同一点検を行ったために運行再開まで非常に多くの時間がかかってしまった。これを教訓として、翌年6月より運用を開始したのがエリア地震計です」（鯉沼運輸長）

東京都内全域に広がる東京メトロの路線には、地盤が硬い所もあれば軟弱な所もある。エリア地震計は、こうした地盤の特性を考慮して測定範囲を区切り、36カ所の鉄道構造物に設置されている。

「36カ所の計測値に基づき、エリアごとに必要な点検を確実に行うことで、安全を確保し、早期の運行再開が可能になりました」（鯉沼運輸長）

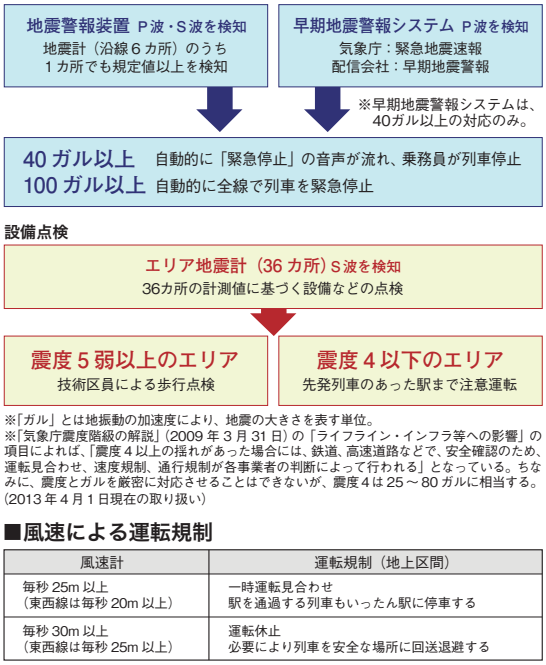
情報表示装置には、エリア地震計の計測値と、それに基づく点検基準が路線ごとと区間ごとに色別に表示される。総合指令所は関係部署に指示を出し、安全確認ができた区間から、運行再開の指令を出す。

「実際に、東日本大震災でも、エリア地震計の計測値はエリアによって計測値に大きな開きがありました。さすがに少なかったのですが、100ガル以下の歩行点検が不要な区間もあったのです。しかし、ほとんどが100ガル以上を計測したため、全線で歩行点検を行いました」（鯉沼運輸長）

雨・風などの防災にも目を向ける

地中にあって地盤と一緒に揺れる地下鉄は、地震に強いといわれる。反対に、「地下鉄が最も恐れるのは『浸水』だ」と、鯉沼運輸長は言う。ひとたび浸水すれば、短時間で広範囲な地下空間に被害

■地震による運転規制と点検



※「ガル」とは地振動の加速度により、地震の大きさを表す単位。
※「気象庁震度階級の解説」（2009年3月31日）の「ライフライン・インフラ等への影響」の項目によれば、「震度4以上の揺れがあった場合には、鉄道、高速道路などで、安全確認のため、運転見合わせ、速度規制、通行規制が各事業者の判断によって行われる」となっている。ちなみに、震度とガルを厳密に対応させることはできないが、震度4は25～80ガルに相当する。
（2013年4月1日現在の取り扱い）

■風速による運転規制

風速計	運転規制（地上区間）
毎秒25m以上 （東西線は毎秒20m以上）	一時運転見合わせ 駅を通過する列車もいったん駅に停車する
毎秒30m以上 （東西線は毎秒25m以上）	運転休止 必要により列車を安全な場所に回送退避する

1

2

3

4

が拡大することが十分考えられるからだ。

東京メトロの路線は主に地下路線および高架橋で構成され、落石などが心配される地上部がないため、雨量による運転規制は設けていない。

しかし、近年、集中豪雨による「都市型水害」のリスクが高まっている。このため、東京メトロでは気象情報オンラインシステムを導入し、暴風・大雨・洪水などの警報が発令された際には、直ちに総合指令所長を本部長とする対策本部を指令所内に設置。第3種非常体制を敷いて、警戒にあたっている。

過去にたびたび氾濫を起こしてきた神田川も監視対象だ。東京メトロでは、神田川・善福寺川近くにある中野車両基地、同じく神田川に近い御茶ノ水駅の坑口に水位計と監視カメラを設置。総合指令所でリアルタイムに確認できる監視映像で、水位を見守っている。

御茶ノ水坑口、中野車両基地坑口には、トンネル内への浸水を遮断する防水ゲートが設置されている。川の水位によって、関係部署に出動準備要請や出動要請、防水ゲートの閉扉準備などの指令が出されることになっている。

約8割が地下でありながら、風にも万全の対策を講じている。地上の橋梁部6カ所に風速計を設置し、総合指令所で常時監視。この情報をもとに、風速に応じた運転規制の指令を出す。

地上の路線を有する他社ですらほとんど例がないが、「過去に東西線の列車が竜巻によって横転したことを受けて」（鯉沼運輸長）、気象庁から対象地域に関わる竜巻注意情報を受信した場合も運転規制を指令している。

首都直下型地震などに備えた機能強化

自然災害だけではなく、火災時の情報収集や駅、列車への指示、ホットラインによる消防庁への通報も総合指令所が行っている。

「火災時の基本は、発煙している所に列車を入れないこと。そうした措置は総合指令所で取ります。仮に、列車が入った際にホームで火災が発生していた場合は、状況に応じて乗務員が駅通過を判断することにもなっており、そのための訓練も実施しています」（鯉沼運輸長）

さらに、総合指令所の目は日ごろから各駅にも注がれている。各駅に設置してあるセキュリティカメラは駅だけではなく総合指令所でも見ることができる。例えば急病人が発生したというようなケースには、救護状況を確認しながら、列車の運行を管理するのだという。

東京メトロの安全安定輸送を担う総合指令所は総勢約１４０人。常時33人体制で24時間休むことなく、首都東京の都市機能を支えている。

現在、総合指令所の機能強化が進められているところだ。首都直下型地震などに備えて建物の免震化や非常時電源の長時間化、通信設備の多重化、浸水対策などを実施する予定で、16年度の完成を目指している。東京の都市機能を支える「指令塔」が、さらにスケールアップする。

東京メトロの自然災害対策 2

東京メトロの2013年度から3カ年の中期経営計画「東京メトロプラン2015～さらなる安心・成長・挑戦～」では、震災対策・大規模浸水対策など自然災害対策を重点施策に置いて推進している。鉄道機能の強化により、さらなる安心を提供していく。

東京地下鉄株式会社
鉄道本部 安全・技術部 防災担当課長
木暮敏昭
Toshiaki KOGURE

東京地下鉄株式会社
鉄道本部 工務部 土木課長
川上幸一
Kouichi KAWAKAMI

首都直下型地震に備える

早期復旧の観点でさらなる補強工事を

1995年に発生した阪神・淡路大震災は、鉄道にも甚大な被害を与えた。その教訓を踏まえ、東京メトロでは、震災対策の強化にいち早く着手している。

「95年度から、トンネル、高架橋、地上部建物について耐震性を見直し、耐震補強工事を実施してきました。これらの補強工事により、震度7クラスの地震にも耐えられる構造になっています。また、地盤が弱い北千住坑口や南砂町坑口、深川通路線の3カ所については、液状化対策として地盤改良を終えています」と、川上幸一鉄道本部工務部土木課長は説明する。東京メトロが、東日本大震災で運行に支障をきたす被害を受けなかったのは、すでにこの補強工事を完了していたことと無関係ではない。

中期経営計画「東京メトロプラン2015～さらなる安心・成長・挑戦～」の重点施策に挙げた震災対策として現在進めているのは、これまで補強の必要はないと判断されていた高架橋柱を対象とした耐震補強工事の実施だ。

「崩壊や崩落の心配はないが、例えば一部でもひび割れなどの損傷が起これば、補修が完了するまで運行再開ができないケースも想定できる。今回の補強工事は、早期運行再開という観点で行う対策です」（川上課長）

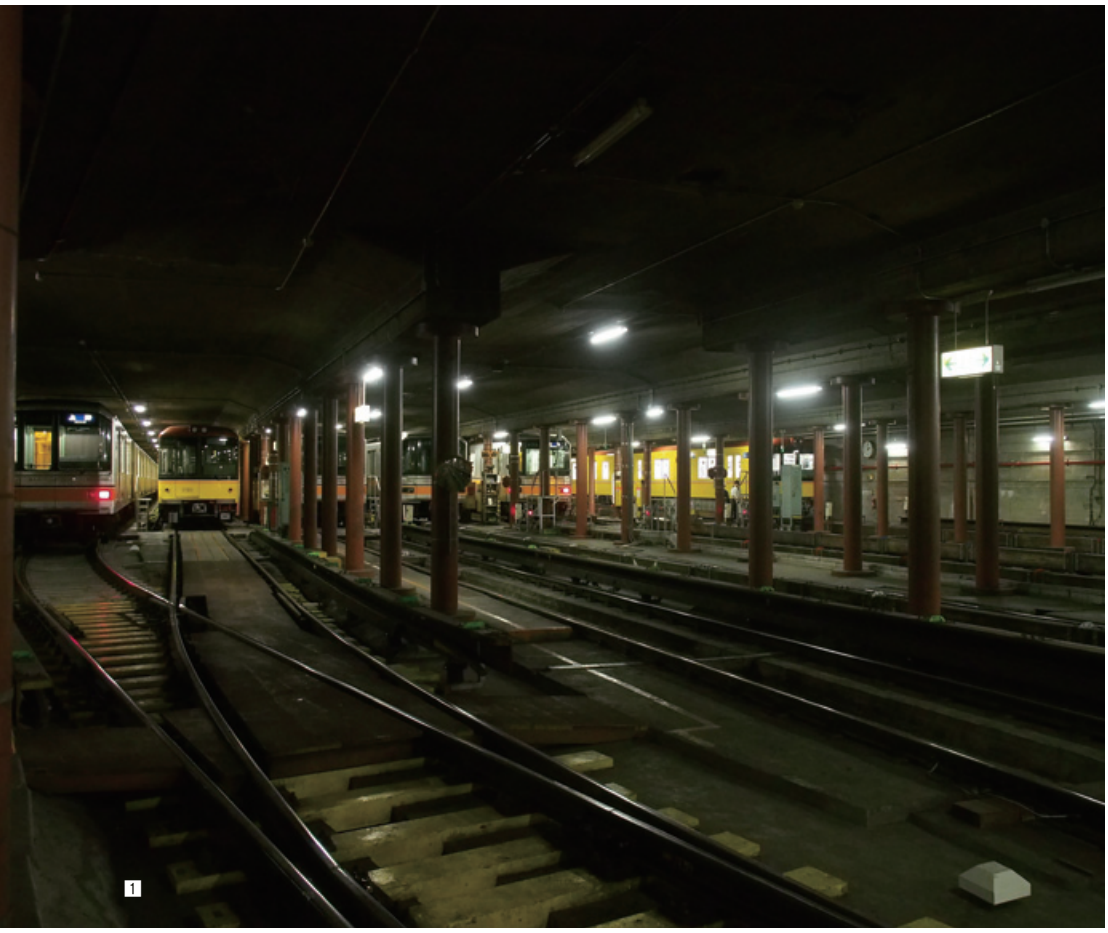
高架橋柱の補強は、12年度から着手しており、37億円の予算を投じて15年度までに約1200本の補強を完了させる計画となっている。また、丸ノ内線地上部の石積み擁壁約1800mの補強も今年度に着手し、17年度の完成予定で進めている。

さらに、鉄道総合技術研究所の協力を得て、東京メトロに特化したより精度の高いリスクマップの作成にも取り組んでいる。東京メトロに最も影響を及ぼすであろう巨大地震を想定し、地盤条件など詳細なデータを入力。細かく設定したエリアごとの予想される揺れの大きさと、その場所の構造物の特性を明確にし、さらなる対策（部分補強、資材搬入ルートの確保等）を講じていく方針だ。

維持管理の基本はこまめな検査と補修

一方で、肝心なのは継続的に行う構造物の維持管理だ。東京メトロの構造物の約85％はトンネルで、その65％は開業から30年以上が経過している。「きめ細やかな検査とこまめな補修が基本」と川上課長が言うように、トンネルの定期的な点検とそれに基づく補修工事を、年間を通じて継続的に実施している。

そのベースとなるのが2年ごとに行う通常全般検査だ。ひび割れや漏水など「変状」の有無を確認する。この通常全般検査は検査だけで1路線に約3カ月を



1銀座線を検査する上野検車区。地上部6両編成7本、地下部6両編成13本の留置能力がある。2耐震補強工事が実施された高架橋。 3丸ノ内線地上部の石積み擁壁。

要し、検査結果に基づき、構築の部分補修工事や止水工事などを実施している。もし、変状が集中している区間があれば、個別に詳細な調査を行い、原因に応じた補修・補強工事を行う。

さらに、20年に1回のサイクルで実施しているのが、より細密な検査を行う特別全般検査だ。1路線に約1年をかけて検査を行うもので、12年度に銀座線の検査を完了し、現在は丸ノ内線の検査を実施している。19年度までに、全9路線の検査を完了させる計画だ。

東京メトロでは、こうした検査で抽出された変状箇所を常に補修し続けることで、トンネルの安全・安定性を高め、長寿命化を図っている。事実、1927年から39年の間に開業した銀座線のトンネルは、今後も補修を適切に行えば100年以上先までも耐えうる強度が確認されたという。

「虫歯と同じです。放っておけばどんどん悪くなる。日ごろの補修をきちんと行えば、劣化を食い止め、長持ちさせることができます」（川上課長）

塩害対策にも取り組んでいる。東京メトロの路線は河川、運河、堀、埋立地などと交差または近接している箇所が約70カ所ある。特に海の潮の干満の影響を受ける河川域の下のトンネルでは、塩分を含んだ水が作用する特有の劣化メカニズムがあることが分かっている。そこで、外部有識者の指導のもと、塩害対策委員会を設置。河川等と交差・近接する全区間を対象に、塩害の詳細な調査と診断に着手している。劣化進行前に計画的に補修を実施していく方針だ。

維持管理情報のデジタル化・可視化

このような構造物の点検・補修に関する維持管理情報の蓄積も、大切なものとなっている。

これまで、トンネル内のひび割れや漏水などの変状は、作業員が目視し、発生箇所を写真に撮って記録。一つの変状につき1枚の調書を作成し、紙ベースで台帳化してきた。しかし、今後はデータを分析し、将来予測や技術ノウハウの共有化に活かすことを目的に、東京メトロでは、こうした維持管理情報のデジタル化・可視化を進めている。撮影装置を搭載した車をトンネル内に走行させて画像を取得、連続した画像を張り合わせ、全体像とともに個別の変状を識別できる管理図を作成。これに加えて、検査の結果や補修履歴などのデータをシステム化し、記録の正確性・客観性を高めると同時に、データの更新・検索を容易にしていく。

「これまでの管理情報は、どちらかと言えば検査結果の記録としての位置付けが強かった。現在進めているのは、経験がものを言う現場の世界で、言うなればベテラン技術者の心や頭の中にあった知識や経験を誰が見ても分かりやすい形でデータ化・可視化していくことを目指している。暗黙値が形式値に変わり、次の世代に活かされていく。技術の伝承にもつながっていくと思います」（川上課長）

蓄積したデータをいかに活用していくかもポイントだ。統計分析等により、変

状の予測・変状の発生や劣化が、どのような条件と因果関係があるのか等を解明し、補修計画を立てることを目指している。効率的なメンテナンスや予防保全において、データの蓄積が重要なのだ。

東京メトロは、銀座線のような古い構造から副都心線のような新しい構造まで保守している。また、地下という特殊性から、保守時間・空間等のさまざまな制約があり、土木構造物・軌道構造物を一体として効率的かつ効果的に保守する必要がある。軟弱地盤、漏水、急カーブの多さも特徴だ。これらの土木・軌道のデータを蓄積し、検査や修繕の長期計画へ活かすことで、東京メトロの「メンテナンスの質はさらに高いものになるのではないか」と川上課長は話している。

1高所作業車による特別全般検査。2浅草駅のリベット打ち支柱。浅草ー新橋間は「近代化産業遺産」に認定されている。3利用客への情報提供に活用される改札口ディスプレイ。4帰宅困難者対策として各駅では水やシートを備蓄している。

通信環境の向上

東日本大震災では、地震発生時における幾つかの課題が浮き彫りになった。

その一つが、鉄道各社との連絡体制だ。鉄道会社は、相互直通運転をしている事業者間で専用の連絡回線を持っている。震災当日、東京メトロは都営地下鉄と専用電話で連絡の上、大江戸線とともに20時40分に銀座線の運転を再開した。しかし、京王電鉄への連絡ができていなかったため、渋谷駅で銀座線から京王井の頭線へ乗客が移動した際に京王電鉄で混乱を生じさせた経緯がある。

その反省と国土交通省の「大規模地震発生時における首都圏鉄道の運転再開のあり方に関する協議会」での議論も踏まえ、鉄道事業者間で密に連絡が取れるよう、相互直通運転外の鉄道事業者間にも専用電話を開設、連絡体制を強化している。

さらに、乗客に向けた通信環境の整備も進めている。12年度から全線の地下駅構内、トンネル内で携帯電話の利用が可能となり、13年5月にはWiMAXやWiMAX Speed Wi-Fiなどによる高速インターネット通信環境が整った。もともとはサービス向上が目的だが、災害発生時には情報収集や家族との安否確認などに活用できる。

また、駅においては、改札口ディスプレイを使った自社の運行情報の提供やNHKの非常災害時緊急放送の放映、駅構内一斉放送の活用などにより、利用客に必要な情報を提供する体制を整えた。

東日本大震災で大きな問題となった帰宅困難者対策にもいち早く対応し、東京メトロが管理する全170駅に、約10万人分の飲料水、アルミ製のブランケット、簡易マットを配備。その他、救急用品や簡易トイレおよび携帯用トイレの配備も完了させている。

停電時にも非常用発電機が対応

東日本大震災では、停電や変電所への被害は起きなかったが、鉄道の命ともいえる電源確保の対策はどうなのか。

東京メトロでは62カ所の変電所のうち、54カ所で電力会社から受電しており、地震などで一部の受電系統が停電しても、ほかの系統からの供給に切り替え、電車の運行を確保する。

「電力会社からの受電がすべて止まっても、非常用発電機で駅構内やトンネルの非常灯、無線・鉄道電話などの電源は確保できるようになっています」と木暮敏昭鉄道本部安全・技術部防災担当課長は話す。

非常用発電機の稼動時間は4時間を確保している。トンネル内に列車が止まって走行できなくなった場合「駅から救援に駆け付けてトンネル内から地上まで、お客さまを安全に避難・誘導しますので、それに必要な時間を確保しています。4時間あれば余裕をもって避難いただけると判断しています」（木暮課長）

停電などで橋梁部に列車が停止せざるを得なかった場合の対策も講じている。

「首都直下型地震が起こったとしたら、橋梁が損傷して列車を動かせなかったり、停電が発生して電気が回復するまで相当時間がかかる可能性があります。それまでお客さまを列車に閉じ込めておくわけにはいきません。橋梁の上を歩いて避難していただくこともあり得ますから、そのための設備を整えています」（木暮課長）

橋梁両脇には、点検作業員が歩くための簡易通路がある。その通路まで安全に歩いて渡るため、長大な橋梁の付近に、可動式の歩行板の整備を進めている。

「想定外」という言葉は、もう使えない。近い将来、その発生が予測される首都直下型地震に備えて、東京メトロは企業理念である安全思想のもと、防災・減災の取り組みを日々進展させている。

INTERVIEW COLUMN

非常時用走行バッテリー実用化に向けた銀座線1000系の挑戦

**1927年、浅草ー上野間で営業を開始した東洋初の地下鉄。
当時の最先端技術を取り入れて導入された旧1000形車両は、
経済産業省の近代化産業遺産に認定されている。
2012年春に導入された銀座線新型車両1000系は、
そのＤＮＡを受け継ぐ。そこに注ぎ込まれた現在の最新技術は、
防災対策においても力を発揮しそうだ。**

東京地下鉄株式会社
鉄道本部 車両部 設計課長
鹿田敬司
Keiji SHIKATA

最寄り駅まで安全に乗客を避難させる

2012年４月に営業運転を開始した銀座線新型車両1000系は、さまざまな話題を呼んだ。1927年の開業当初から親しまれてきた旧1000形を彷彿とさせるレトロなデザイン。車体の小さい銀座線をより広く開放的に感じさせるインテリア。さらに、騒音・振動の少ない新型操舵台車や、従来に比べ消費電力の少ないモータなど最新技術を採用し、1000系開発のコンセプトでもあった「安全性の向上」「省エネ化」「乗り心地の向上」「省メンテナンス化」を実現。鉄道友の会が選定する「2013年ブルーリボン賞」を地下鉄車両として初めて受賞している。

その銀座線1000系で、また新たな挑戦が始まっている。非常時用走行バッテリーの搭載だ。

「震災などの影響により停電が発生した時に、駅間に停止した列車が自力で走行するためのバッテリーです。研究を進め、今年の４月末から５月上旬にかけて初めて走行実験を行いました」と鹿田敬司鉄道本部車両部設計課長は話す。

東京メトロでは、駅間に列車が停止した場合、安全を確認した上で最寄り駅まで走行し、乗客に降りてもらうことを基本としている。東日本大震災の際も、こうした措置が取られた。だが、停電が発生して列車が走行できなくなった場合には、駅員が救援に向かい、乗客の安全を確保した上で、トンネル内を歩いて避難することになる。

「こうした事態を回避し、駅までお客さまを安全にお運びすることを目的に、研究を開始しています」

非常時用走行バッテリーは、通常時、サードレールや架線などの電力供給源から充電し、非常時は車両に電力を供給することで、停電時でも自力走行を可能にする。

「バッテリー容量は13kWh。お客さまを満載した状態で、平坦な場所であれば600mを２回、時速5㎞で走行できるという仕様で、走行実験の結果、それを満たしていることが分かりました」

銀座線1000系

銀座線の平均駅間距離は800 m。ほとんどの駅間で、最寄り駅まで走行できる。

性能の検証を重ね、実用化を目指す

非常時用走行バッテリーは、リチウム電池を採用したバッテリー部分とそれを充電するための充電装置の二つから成り、重量が800 kgある。

「非常用に特化したバッテリーなので、通常時はただの荷重になる。非常時に最低限必要な電力を確保できればいいという考えで、６両１編成に一つ、搭載しています」

開発には、重量だけではなくスペース上の制約もあった。東京メトロの一般的な車両が車体長20 mなのに対し、銀座線車両は16 mと短い。その限られたスペースに必要な機器類をすべて搭載しなければならず、バッテリースペースは緻密な車両設計でようやく確保した。

非常時用走行バッテリー

現在、非常時用走行バッテリーを搭載できるのは１編成のみとなっているが、試験時以外は取り外しをしている。防災・減災の未来を見据えた東京メトロ初の取り組みとして始まったばかりであり、実用化にはまだ幾つかの課題が残る。

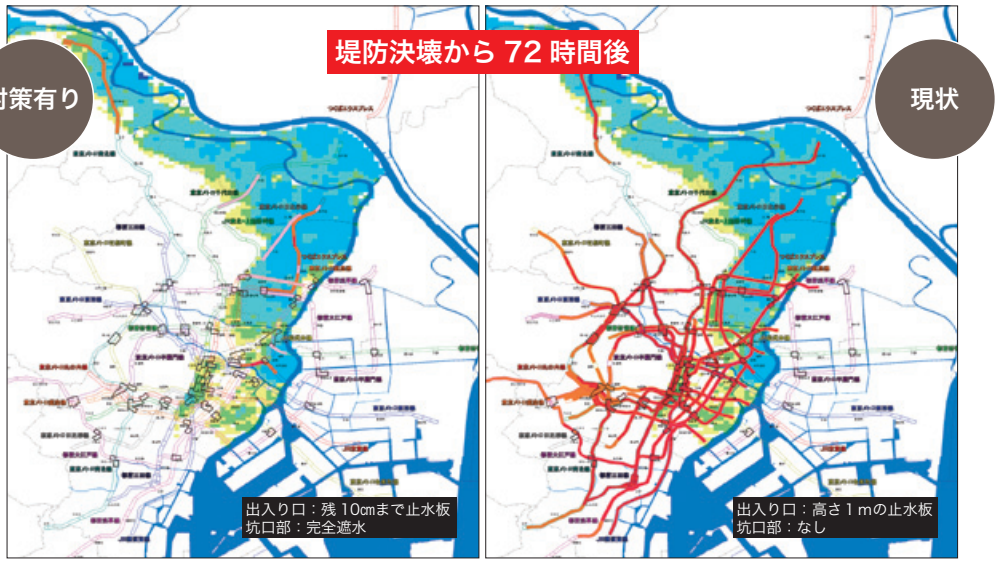
「まず第一歩として、想定した走行ができるかどうかを確認できた段階。次のステップは、勾配の検証です。地下鉄路線は勾配が多く、銀座線のすべての勾配をクリアできる能力が必要となります。システム上、これで安全対策は万全なのかも検証しなければならない。地下という特殊な空間を走っていますから、バッテリーにトラブルがあった際には完全に切り離しができるようにするなど、検討していく必要があります」

銀座線は、新型車両への切り替えが進められており、2016年までには38編成すべてが1000系に置き換わる。

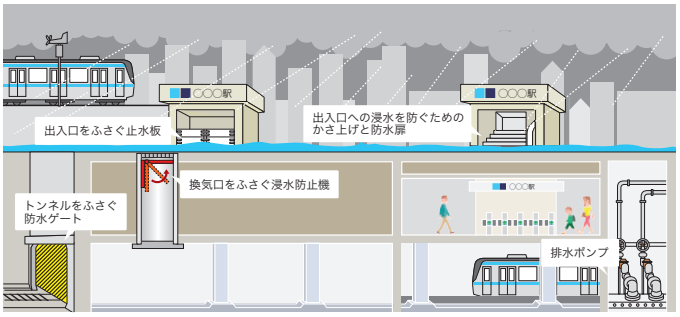
銀座線での実用化に加え、地上側との対策の住み分けを行いながら、他路線への展開も検討されるに違いない。

地下鉄等の浸水状況の時間推移

（想定堤防決壊箇所：荒川右岸低地氾濫）



東京メトロの主な浸水対策



地下鉄の浸水状況：
- ■駅またはトンネルの上端まで水没
- ■水深 2 mを超える
- ■水深 5㎝～ 2 m
- □浸水なし

地上の浸水深：
- 1 mm 以上～ 0.5m 未満
- 0.5m 以上～ 1.0 m未満
- 1.0m 以上～ 2.0m 未満
- 2.0m 以上～ 5.0m 未満
- 5.0 m以上～

（内閣府・中央防災会議『大規模水害対策に関する専門調査会報告　首都圏水没～被害軽減のために取るべき対策とは～』2010 年 4 月より）

大規模浸水に備える

水害に強い鉄道を目指して

「ゲリラ豪雨」や「これまでに経験したことのないような大雨」といった言葉をしばしば耳にするようになった。都市部でも、大雨による地面の冠水や地下空間への浸水など、被害が発生している。

長さ１７３㎞、流域面積２９４０㎢。古来たびたび氾濫し、東京の下町の人々を苦しめてきた「荒ぶる川」、荒川。現在は、高さ約10ｍの堤防で守られているが、もしその堤防が決壊したら――。

２０１０年４月に内閣府の中央防災会議が公表した大規模水害に関する調査報告では、荒川堤防が決壊した場合、その周辺だけではなく、都心部を含む西側の低地の広い範囲でも大きな被害が出るとの想定が示された。

また、仮に地下鉄内に大量の水が浸入した場合には、トンネルが都市部への導水管となり、被害を拡大させる可能性も指摘されている。地下空間の一部が浸水すると、短時間で浸水が拡大、都心部の機能麻痺など深刻な被害が予想される。

これを受け、東京メトロでは新たな対策の検討に着手、中期経営計画の重点施策に大規模浸水対策を掲げ、さまざまな施策を推進している。

「東京地下鉄道、営団地下鉄の時代から、災害に強い鉄道を目指して整備を進めてきました。その中では、われわれが実際に被害を受けた経験や他社の事例をもとに、経験工学的に行った対策もありますが、さらに体制を強化するために、大規模浸水に対する備えを進めています」と木暮課長は話す。

従来から整備してきた浸水対策のうち、出入り口からの浸水を防ぐ基本となるのが、地下鉄駅出入り口に備えられている高さ35㎝×2段（70㎝）の止水板だ。出入り口総数９３６カ所中、浸水の恐れがある５５０カ所に設置されている。

隅田川以東の地盤の低い地域の地下鉄駅出入り口、13駅50カ所には、止水板に加えて全断面閉鎖型の防水扉を設置している。これによって、出入り口からの完全遮水が可能になる。

トンネル内の換気のための路面部につながる換気口も水の侵入経路の一つだ。東京メトロでは、東京地区の過去の最大高潮潮位であるＴＰ（東京湾平均海面）３・１ｍ以下および浸水の恐れのある換気口には、駅および技術区からの遠隔操作で換気口を閉鎖する浸水防止機をすでに設置している。換気口総数９５９カ所中、９００カ所以上がその対象だ。

「気象庁から大雨、洪水などの警報が出た場合は、総合指令所からの指令により換気口を閉鎖します。局所的な大雨やゲリラ豪雨などについては、駅周辺の状況を注視して、駅の判断で閉鎖します。浸水防止機は雨量を感知し、自動的に閉

鎖する機能を備えていますが、早期対応が肝心なので、人の判断による運用が中心です」（木暮課長）

トンネル入口部分である坑口やトンネル内の防水についても対策が練られている。一部のトンネル内には、トンネル断面を閉鎖する防水ゲートを設置。神田川に面した丸ノ内線坑口の2カ所には水位計と監視カメラを設置し、技術区および総合指令所で監視を行っている。

さらに地盤の低い地域にある坑口についても、東京地区の過去の最大高潮潮位などを参考にして鉄筋コンクリート製の防水壁をつくり、トンネル内への大量浸水を防ぐこととしている。

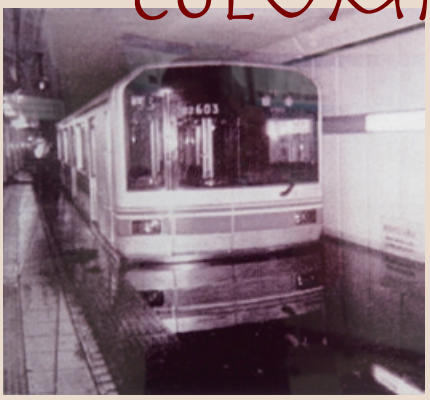
荒川堤防決壊に備えたさらなる対策

一方、中央防災会議や東京都洪水ハザードマップの被害想定を受け、さらなる対策を推進している。

200年に1度の発生確率による洪水で荒川の堤防が決壊した場合、ほぼ現状程度の止水対策を施した前提では、地下鉄駅などで最大17路線、97駅、延長約147kmが浸水する可能性が指摘されている。堤防決壊箇所によっては、決壊後3時間余で大手町など都心部の地下が浸水するケースがあることも確認された。また、その一方で、地下鉄駅などの出入り口やトンネル坑口の大部分を塞ぐなど止水対策を施せば、浸水区間は最大で9路線、14駅、約17kmまで少なくすることが可能であると確認されている。

「荒川堤防の決壊のシミュレーションでは、一部エリアで最大5mを超える水深となっています。既設の浸水防止機が耐えられる水圧は水深2mなので、一部エ

COLUMN



過去の水害から学び被害の未然防止に努める

東京メトロでは、過去に幾度かの水害に見舞われてきた。どのような状況でそれは起こり、そこから得た教訓は何だったのか。二つの例を紹介したい。

1993年8月27日、銀座線赤坂見附ー虎ノ門駅間では、溜池山王駅新設のため、大規模なトンネル改良土木工事が行われていた。

14時18分、豪雨のため、路面下11mの掘削現場に、雨水が瞬時に流入。常備の排水ポンプで排水したが、雨量が多いため間に合わず、構内水位は路面下3.6mにまで達した。

このため、新設駅の地下2階部分から雨水がトンネル内に大量に浸入。さらに赤坂見附駅まで流れ込み、地下2階ホーム面上から20㎝の水位に達した。東京消防庁などの応援を得て排水を行ったが、排水作業に約14時間を要している。

当時の営団地下鉄ではこの後、出水箇所から速やかに列車を移動させることとしたほか、異常気象時は営業線も建設現場も一同に対処する必要があることから、情報の共有化を徹底させる対策を直ちに取っている。

もうひとつの例は、2004年10月9日、南北線麻布十番駅構内への浸水だ。台風22号による集中豪雨で古川が氾濫し、麻布十番駅3番出入り口から雨水が流入。営業が困難となり、同駅を通過扱いとした。その後、レールが冠水して軌道短絡状態となったため、総合指令所では18時23分に全線発車待ちを指令した。

このため、3列車が一時的に駅間に停止することになった。20時1分、全線発車待ちが解除されて運行が再開した。

東京メトロではこの後、管理駅の要注意箇所を図示したハザードマップを作成。雨水の浸水に対しては、止水板の設置など早期対応に努めることとしている。また、局地的な集中豪雨などの把握や早期の情報収集を行うため、気象情報オンラインシステムを導入した。

首都交通を支える東京メトロが安全・安定した機能を果たすためには自然災害への備えが欠かせない。水害後に取られたこうした対策は維持・強化され、被害の未然防止に役立っている。

リア内は水深６ｍ対応の新型浸水防止機に置き換えています」（木暮課長）

置き換えの対象となるのは１０２カ所で、15年度の完了を目指し、順次、工事を進めている。

また、トンネル坑口では荒川堤防決壊に備えて、新たに防水ゲートが５カ所必要だと判断、増設していく計画だ。

「地下鉄駅出入り口についても、調査報告の内容を踏まえながら、まず、自社財産である２４８カ所を対象に改良を進めています」（木暮課長）

これまでも、浸水の恐れがある地下鉄駅出入り口については、数段の上り階段を設置して出入り口をかさ上げしてきたが、強化ガラスによる横壁のかさ上げ、箱状の覆いなどを実施していく。

各駅出入り口での「海抜表示」も進んでいる。地下鉄駅には複数の出入り口があるが、１カ所ずつ測定して、正確な数値を表示している。また、一部の駅では、接続する他社路線やその出入り口がある自治体との連名で表示している。

「危機感をあおったり、安心の目安にしてもらうというのではなく、日ごろから水害発生時の行動を意識して、いざという時のことを考えるきっかけにしていただければと考えて表示しています」（木暮課長）

実際、水害に対する意識が高い江東区からは、この「海抜表示」とともに区名を入れるという東京メトロの申し出に対し、区名を入れるだけではなく、水害の恐れがある際の避難行動についてメッセージを加えてほしいとの要望があり、江東区内の駅出入り口では、これを加えた表示内容となっている。

東京メトロの地下鉄駅出入り口については、自社財産の全出入り口の表示が完了しており、今後は地下鉄駅と接続している施設の出入り口などについて「関係者と協議しながら表示を進めていきたい」と木暮課長は話している。また、駅周辺の施設の管理者や地下街関係者と連携して、地下空間の浸水対策の強化を図っていく方針だ。

乗客の避難を最優先に

木暮課長によれば「実際に地下鉄駅出入り口の止水板を使うのは数年に１度、丸ノ内線の防水ゲートを閉めたのは直近で２００５年」だというが、防水ゲート閉扉の訓練は、点検・動作確認を兼ねて年に１回行っている。止水板の設置訓練は駅ごとに毎年、実施しているという。

「ハード面の対策の推進ももちろん大切ですが、お客さまの命を守るためには、安全に避難していただけるよう、ソフト面での取り組みも重要です」（木暮課長）

地震とは異なり、洪水の危機はある程度、予測ができる。監視体制を強化して、行政から危険情報や避難に関する情報が出た際には、直ちに運行を止める。

「例えばある自治体から避難に関する情報が出たとしても、水の行方は分かりませんので、その自治体を通る路線だけを止めるわけにはいきません。全線の運行を止め、いっせいに避難する。お客さまが構内から地上に避難されてから、止水設備を活用するという手順です」（木暮課長）。

各駅では、過去の浸水事例や自治体が作成した地域のハザードマップを参考に、駅ごとの危険箇所を記した浸水ハザードマップを作成。早期対応に役立てている。

浸水等の恐れが生じた場合は、安全かつ速やかに、社員が利用客を地上まで誘導する体制だ。

水害に強い地下鉄へ――技術力と創造力を武器に、全社一丸となってさまざまな施策を推進している。

1

2

3

4

1地下鉄駅出入り口の海抜表示。 2要所に設置されたトンネルの断面を閉鎖する防水ゲート。3出入り口からの浸水を防ぐ止水板。地盤の低い地域の出入り口には防水扉も設置している。 4地下空間の浸水対策強化については地下街関係者等との連携のもとに進めていく。

INTERVIEW COLUMN

安全・安心な鉄道運行に活かす、革新的レーダによる最新の気象情報

**地球温暖化に伴う極端な気象現象の発生頻度が高まっている。
それに伴い、局所的な豪雨や雷雨、台風など自然災害を原因とする
鉄道の輸送障害も増加している。
こうした中、革新的レーダ技術による気象情報システムが登場。
250m メッシュで地域の降雨量を正確に実況・予測する。**

一般財団法人日本気象協会
事業本部 情報システム事業部
鉄道事業プロジェクトマネージャー
叶木律子 Ritsuko KANOHGI

XバンドMPレーダの革新的レーダ技術

近年、雨の降り方が変わってきている。

「気象庁のアメダスによる 1978 年からの観測データによれば、土砂災害が発生する目安となる 1 日降水量 200㎜以上の雨は、やや右肩上がりで推移しています。また、鉄道の運転規制に影響する 1 時間 50mm 以上の雨の発生頻度は、それよりもさらに増加の傾向にあります。突発的に、しかも狭い地域で集中的に強い雨が降る。これが最近の雨の特徴です」

日本気象協会で鉄道事業プロジェクトを担当する叶木律子マネージャーは説明する。さらに、地球温暖化の影響で、短時間豪雨や竜巻といった極端な気象現象は今後も増えていくだろうと指摘する。

事実、こうした気象の変化に伴い、線路や駅構内の冠水、線路周辺の土砂崩れなどの被害を受けて、輸送障害に至るケースが増えている。国土交通省の統計では、2011 年度の自然災害による輸送障害は全体の 36.2%。そのうち水害によるものが約 3 割を占めている。台風や集中豪雨が発生した年は、輸送障害全体の件数が増える傾向にあり、鉄道事業者にとって自然災害の監視・予測情報の重要性は、ますます高まっている。

「鉄道はこれまで、鉄道雨量計を設置し、実況雨量を計測することで対策を立てるのが普通でした。けれども、狭い地域で集中して降る最近の豪雨は、沿線に設置された雨量計と雨量計の間をすり抜けてしまう可能性があるのです」

国土交通省は、2008 年、短時間局地的豪雨で発生した兵庫県都賀川水難事故を契機に、「X バンド MP レーダ（XMP レーダ）」の設置を開始。2010 年 7 月より XMP レーダの観測情報を使った試行サービスをスタートさせ、昨年 7 月にはサービス名を「XRAIN」に決定した。現在、XMP レーダは政令指定都市や近年甚大な水害や土砂災害が発生した地域を中心に全国 35 カ所に配備されている。

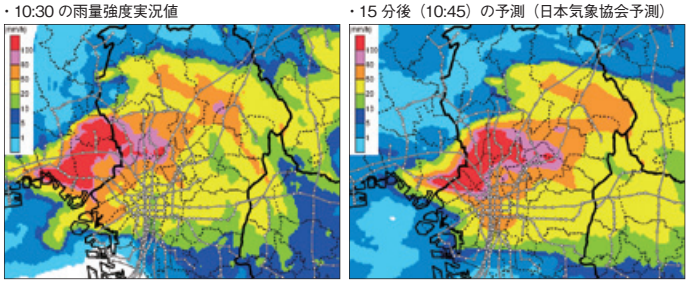
「レーダとは、例えるなら天候を映す『鏡』です。電波を発し、雨に当たって帰ってくる信号を測定する。これまでの通常レーダは、雨が降っている、降っていないという情報を広い範囲で得られる半面、正確な雨量を推定することはできませんでした。そのデータに地上での観測値をミックスして雨量を推定していたのです。これに対し、XMP レーダによる観測情報は、地上雨量による補正を行う必要がなく、精度の高い降雨量を推定します」

気象庁などで使われている通常レーダが 1 種類の電波を発射するのに対し、XMP レーダは 2 種類の電波を発射し、雨量や風データだけではなく、雨滴の形も捉えることができる。雨は強くなると、雨滴の形状が球形から扁平な形になるので、雨滴の形状から、正確な降雨量を観測できるのだという。しかも XRAIN は、気象庁が 1km メッシュであるのに対し 250m メッシュでの観測で、降雨量の「実況値」は 1 分ごとに更新。日本気象協会では XRAIN を使った予測を 1 時間先まで 5 分間隔で行っている。

「鉄道運行に影響を及ぼす『局所的な短時間豪雨』の監視・予測に、XRAIN の気象情報を活用していくべきだと考えています」

■ 2013 年 8 月 25 日に関西都市部に発生した豪雨の様子
（日本気象協会ＸＭＰプロダクトデータより作図）

・10:30 の雨量強度実況値　・15 分後（10:45）の予測（日本気象協会予測）



8 月 25 日の関西地方は兵庫～大阪にかけて局地的な豪雨が発生し、運転停止となった路線もあった。この時の豪雨の様子を XRAIN で見てみると、非常に激しい雨を降らせる雨雲（図中オレンジ以上）が東に移動、15 分後には梅田付近が豪雨域となる予測であった。

鉄道雨量計にレーダ情報の活用をプラスしていく

「ただし、鉄道雨量計による観測を XRAIN の利用に切り替えるとなると、現在の運転規制の基準自体を見直さなければならなくなってしまいます。ですから、鉄道雨量計では予測できないエリアを監視する、災害リスクが高い区間の監視を強化するなどの活用の仕方が、第一ステップになるだろうと考えています。雨量計の情報を補完するという意味で、XRAIN の利用は重要です。精度の高い気象情報収集こそ、防災対策そのものなのですから」

XRAIN は研究段階を終え、今まさに実用化に移行したばかりだ。革新的レーダ技術による最新の気象情報を、安全安定運行にどう取り入れ、活用していくか──鉄道事業者の関心が高まっているという。

安全・安定運行を支える 日々の取り組み 3

過去の重大事故から教訓を得て、二度と繰り返さないための「事故に学ぶ展示室」や定期的に行われる各種訓練など、東京メトロでは安全意識の向上を図るさまざまな取り組みが行われている。社員一人ひとりの意識を高めること。地道な努力を惜しまないこと。「安全」とは日々の積み重ねだ。

東京地下鉄株式会社
鉄道本部 安全・技術部
安全推進担当課長
江藤慶祐
Keisuke ETO

記憶に刻まれる映像資料を提供

防災・減災は、ハードとソフトの両輪があってこそ実現可能となる。社員一人ひとりの安全意識を高めていくことは、その基本と言えるだろう。

東京メトロでは、過去に発生した重大事故の歴史および教訓を風化させることがないよう、2007年3月7日、研修センター内に「事故に学ぶ展示室」を開設した。東京メトロでは、日比谷線列車脱線衝突事故が発生した3月8日を「安全の日」と定めており、「次代に伝え続けていく」強いメッセージが込められている。

「なぜ事故は起こったのか。その事実を全社員が真摯に受け止め、決して風化させることなく、伝え続けていかなければならないと考えています」と、「事故に学ぶ展示室」を立ち上げた江藤慶祐鉄道本部安全・技術部安全推進担当課長は答える。

「事故に学ぶ展示室」では、自社および他社で発生した重大事故の概要・原因・対策などを掲載したパネルや映像資料、主な鉄道事故年表が展示され、室内に設置されたパソコンでは鉄道事故事例などを検索することができる。

同種の展示室はJR東日本が先駆けて設置し、現在では幾つかの鉄道会社にも設けられているが、自社の重大事故を解説する、当事者の証言を含む映像資料が残されている点では他に類を見ない。2000年の「日比谷線列車脱線衝突事故」と1995年の「地下鉄サリン事件」、1978年の「竜巻による東西線列車脱線横転事故」の3本の映像資料だ。

「地下鉄サリン事件」の映像資料では、千代田線霞ケ関駅で乗客の救助活動を行った助役が出演、事件を解説している。

未曾有のテロ事件に直面し、サリンを扱った3人の助役のうちただ1人、九死に一生を得た助役は、最後に言う。『制服を着て、制帽を被って駅構内にいるだけで責任がある。たとえ今日発令があった者でも何十年務めた者でも、その責任は変わらない。事故や事件が発生した時に最善の努力ができるようにしておかなくてはならない、駅員としての大きな務めがある』

「助役は、なぜ自分だけ生き残ってしまったのか、という複雑な思いであったと思う。けれども、映像資料の撮影後、この事件をこのように後世に伝えるために自分は生かされたのかもしれない、との言葉があった。生の声を記録として残すことは、事故や事件を次の世代に伝えていく上でとても大切だと考えています。写真や文字だけでは、やがて忘れられてしまう」（江藤課長）

「事故に学ぶ展示室」は、各種研修や職場内教育で活用され、新入社員はもちろん管理者セミナーや、全社員が5年ごとに受ける基本セミナーなどにも役立てられている。他社からの注目度も高く、見学者は多い。

「東日本大震災後は、駅や現業の社員が自発的に来るようになりました。職種を問わず、新人からベテランまで全社員

が安全を最優先する意識を持つ。展示室を含めさまざまな学びの機会を提供しながら、安全文化の構築に努めていきたいと考えています」（江藤課長）

横断的な応援体制を確立

社員の安全意識とともに、危機管理の要となるのは、事故や災害等が発生した際の対応能力、技能だ。それは、日々の積み重ねの中で、さまざまに行われる訓練を通して、培われていく。

東京メトロでは、管内を12の地域に組織化した「地域防災ネットワーク」を整備している。

「これは、地下鉄サリン事件を受けて制度化したものです。地下鉄サリン事件は、同時多発的に異常事態が起こった初めての経験でした。通常時は、運行や保守は路線ごとに配属された社員が対応していますが、非常時において当該路線の社員しか現場に行けないとなると対応が遅れてしまう。駅係員や乗務員、保守係員が路線を超えた横断的な応援体制を取り、迅速に対応しようということで、この体制がつくられました」と木暮課長は説明する。

12の地域防災ネットワークでは、それぞれに年間の活動計画を立て、現地対策本部の設置・運営、乗客の避難誘導、応急救護等の訓練を実施。これらを他鉄道や消防署、警察署などと連携して行う場合もある。

また、毎年、防災週間に合わせ、社長以下役員、社員が参加して実施するのが「対策本部設置・運営訓練」だ。事故や災害発生時に、迅速かつ適切に対応できるように、非常体制の整備と対策本部の設置・運営の訓練を行う。２０１２年度は「荒川堤防決壊」を想定し、初動対応や情報伝達、避難体制などを確認した。

こうした大規模な訓練には「課題発見という意味もあります」（木暮課長）

東京メトロ最大規模の訓練は、毎年、所轄の警察署や消防署の協力を得て行われる「異常時総合想定訓練」だ。事故・災害等発生時における駅係員や乗務員、保守係員など各職種の社員の初動対応や、乗客の避難誘導や応急救護などの適切な応対を目的とした訓練を実施する。２０１２年度は「首都直下地震が発生し、荒川にかかる千代田線の橋梁部分で列車が脱線した」という内容で行われた。

こうした地道な積み重ねこそが、防災の基本だ。職種や経験を超えたたゆみなき安全の追求が、東京メトロの防災対策を確かなものにしている。

身を守り、助け合うための『安全ポケットガイド』

「自助、公助、共助の特に“共助”の部分をお願いしたくて作成したのが『安全ポケットガイド』です」と江藤課長。さまざまな防災・安全対策を進める東京メトロだが、災害時などの非常事態において、最大限の安全を確保するためには、利用客の協力が不可欠だ。「自分の身は自分で守れ」とはよく言われることだが、同時に大切なのは「お互いに助け合う」ことだろう。

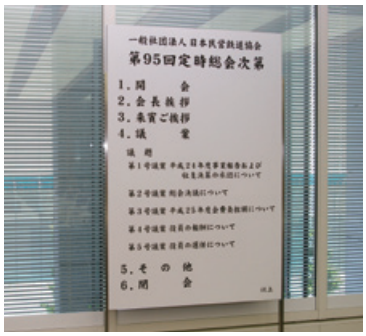
『安全ポケットガイド』では、大地震、台風・暴風雨、火災など非常時における東京メトロの安全対策と設備、乗客が取るべき行動などをＱ＆Ａ方式でイラストとともに分かりやすく紹介している。携帯できるミニサイズで、いざという時、身を守り、助け合うための参考になる。

東京メトロ各駅に設置している青ラックにて無料で配布されている。2013年８月にはリニューアル版が登場し、より分かりやすく手に取りやすい冊子となっている。

1「事故に学ぶ展示室」のパネル展示と鉄道事故年表。2011年度には4780人、2012年度には4072人が研修などで活用した。2 3利用客の安全を確保するために、万一の緊急事態発生に備え、「異常時総合想定訓練」「自衛消防活動訓練」などさまざまな訓練が実施されている。

一般社団法人 日本民営鉄道協会
第95回定時総会を開催

日本民営鉄道協会は、平成25年5月31日（金）に、東京都千代田区の経団連会館において、「第95回定時総会」を開催、総会決議を採択するとともに、役員を選出しました。



第 95 回定時総会では、平成 24 年度の事業報告及び収支決算、平成 25 年度の会費について承認した後、総会決議を審議し、採択しました。
また、役員の選任では、新会長に坂井信也阪神電気鉄道会長を選任しました。

新役員

会　長	坂井　信也	阪神電気鉄道会長（新任）
副会長	根津　嘉澄	東武鉄道社長（再任）
副会長	山本　亜土	名古屋鉄道社長（再任）
副会長	小林　哲也	近畿日本鉄道社長（新任）
副会長	竹内　善一郎	遠州鉄道社長（再任）
副会長	上門　一裕	山陽電気鉄道社長（再任）
副会長	佐伯　要	伊予鉄道社長（再任）

（役職については5月31日現在）

決議項目

1. 国及び地方公共団体に対するお願い

安全・安心対策、利便性・快適性など輸送サービスの向上対策、省力化・低炭素化対策、地方民営鉄道の再生・活性化方策等に係る公的支援の拡充・強化

2. 国に対するお願い

民営鉄道の安全で安定的な運行に支障が生じることがないよう、安定的、かつ、低廉な電力供給の確保

先を見通した経営戦略の下 公共的使命の重責を自覚し、事業を遂行

一般社団法人　日本民営鉄道協会　会長

坂井（さかい）　信也（しんや）

（阪神電気鉄道株式会社 取締役会長）

このたび、日本民営鉄道協会の会長に就任いたしました阪神電気鉄道の坂井でございます。

これからの二年間、会員各社とともに、民営鉄道事業を取り巻く諸課題に着実に取り組み、公共的な使命をしっかりと果たすべく、協会運営に当たってまいりますので、よろしくお願いいたします。

さて、わが国経済は、昨年末の政権交代を経て、いわゆるアベノミクスに対する期待感が高まる中、円安、株高が急速に進み、久々に明るさを取り戻してきております。「三本の矢」が功を奏し、日本の経済が真に力を回復することを切に願うものであります。

一方、私どもの民営鉄道の旅客輸送需要も、東日本大震災後の落ち込みからようやく回復し、全体として、ほぼ震災前の状況にまで戻ってまいりました。

平成24年度の輸送人員を大手16社の合計で見てみますと、東日本大震災後の23年度に比べ、プラス1・8％となっております。

このような需要の回復、とりわけ定期外のお客様の増加に加え、コストの一層の削減などに努めた結果、経営状況は、大手16社の個別決算ベースの合計で見ますと、24年度の鉄軌道事業部門の営業損益は、前年同期比でプラス9・2％の増益となっております。

この春には、東急東横線と東京メトロ副都心線の相互直通がスタートし、一都二県にまたがる新たなルートが誕生いたしました。また、全国10のＩＣ乗車カードの相互利用サービスが始まり、旅行先での利便性が大きく向上いたしました。このように鉄道のサービスレベルの向上策は、さまざまな形で着実に進められております。

その一方で、南海トラフ地震や首都直下型地震等の大規模災害への対応も急がなければなりません。お客様に少しでも安心してご利用いただけるよう、阪神大震災や東日本大震災などの経験を活かしながら、鉄道施設の耐震補強や帰宅困難者対策など、ハード、ソフト両面にわたる必要な対策に、緊張感とスピード感をもって取り組んでまいります。

また、電力の需給問題は、当面は数値目標を設定せずに、自主的な節電により乗り切れる見通しとなっておりますが、電気料金の引き上げが相次ぐ中、コスト削減の見地からも、お客様のご理解をいただき、引き続き、必要な節電、省エネに努めてまいります。

そして、さらに大きな課題といたしまして、人口減少問題がございます。わが国の総人口は五年前にピークを越え、今後、人口の減少と高齢化の進行が加速していくものと見込まれており、首都圏以外の地域では一歩も二歩も先んじて事態が進みつつあります。私ども鉄道事業者も、しっかりと先を見通した経営戦略の下、事業を遂行していくことがますます重要になってきております。

このように、民営鉄道を取り巻く経営環境は、今後ますます厳しさを増していくものと覚悟をしておりますが、そのような中にあっても、私ども民営鉄道事業者は、その担っている公共的使命の重さを自覚しながら、これからも、より安全で安心な、そして、快適で利便性の高い、今まで以上に「ひとと環境にやさしい」民営鉄道となることを目指して、頑張ってまいります。

皆様方には、私どものこのような取り組みに対し、引き続き、これまでと変わらぬご理解、ご支援を賜りますよう、心よりお願い申し上げ、私からのご挨拶とさせていただきます。

（定時総会後の記者会見より）

連載 15

文・写真　松澤美穂

地方鉄道 民紀行

豊橋鉄道株式会社

地元の生活にしっかり根付いた路面電車の市内線と渥美線。新聞づくりの「取材」に励む小学生は、慣れ親しんだ2路線に何を発見するのだろうか。

「市電の路線　今と昔を比べてみよう」「探してみよう！　市電沿線スポット」。豊橋市内を走る路面電車、豊橋鉄道市内線の歴史や名所をパネルで紹介しているのは、豊橋鉄道の資料室……ではなく豊橋市役所。

「とよはし物語館　市電とともに歩むまち」と題された展示フロアは13階の最上階。広々としたスペースの壁面には、豊橋市の歴史と市内を走る路面電車の歴史を対比させた年表で、豊橋市ができた1906年からはじまり、新型車両「ほっトラム」が導入された2008年まで紹介されている。傍らには「とよはし市電を愛する会」と添え書きのある市内線の模型も置いてある。

「東海地方唯一の路面電車ということで、市役所の方でも市内線の紹介をしてくれています」と伺って足を運んでみたものの、まさかこれほど大々的とは。

「当たり前」が「愛される」

豊橋鉄道市内線は、JR豊橋駅に隣接する駅前電停から、赤岩口電停または運動公園前電停までをそれぞれ片道約22分で結ぶ。駅前電停で、しばし電車の行き来を見守れば、その「愛され具合」はすぐ分かる。

市内線16編成のうち、新型車両の「ほっトラム」と「ビール電車」、警察と共同したパトカーのようなデザインの「パト電車」を除く13編成すべてが、豊橋市に縁のある13の企業によるラッピング電車。つまり、市を挙げてのPRにとどまらず、地元企業の強力サポートも受けているということ。

中には、黒地に赤と黄色の配色に「豊橋にはこれがある！」のキャッチフレーズまで施された「ブラックサンダー号」など、かなり目を引くデザインもあるけれど、地元企業の広告に慣れて馴染んだ地元の人は、当然、驚きもしない。

多種多様なデザインの電車を特に気にする風もなく、当たり前に乗り降りしていく乗客は、ほとんどすべて地元の人々。沿線に競技場などスポーツ施設が点在するため、最寄りの電停では、スポーツバッグを抱えた中高生が続々と乗り込み、賑やかな笑い声が車内に響く。そんな様子はごくごく普通の生活路線。

「東海地方唯一の路面電車」であることは、注目されるポイントだけど、「愛する会」ができるほど市内線が愛されている、一番大きな理由はきっと、そこにあるのが当然だから。ブーンとのどかな警笛を鳴らして走る姿が、町の歴史と生活にしっかり根付いているから。

10の花咲くカラフルトレイン

さて、市内線の始発・駅前電停から数百メートル離れた所に、豊橋鉄道のもう一つの路線、渥美線の始発駅・新豊橋駅がある。

こちらはどんな電車かといえば、「通勤通学利用がほとんどの、普通の電車です。市内線ほど目立ちませんが、沿線途中から、周辺にキャベツ畑が広がり始めます。その景色は、私は好きです」と、豊橋鉄道鉄道部の長田課長。ならばひとまず始発駅から終着駅まで、

13編成のラッピング電車のなかで、一際目立つデザインはやはり「ブラックサンダー号」。

豊橋鉄道
【とよはしてつどう】

豊橋「駅前」から「赤岩口」「運動公園前」までを結ぶ路面電車の市内線と、「新豊橋」から「三河田原」を結ぶ渥美線の2路線を運行。

「菜の花が好き」「ひまわりがいい」と好みはさまざま。
カラフルトレインの評判は上々。

飛び出すカードのように立体的になる渥美線の１日乗車券。
カラフルトレイン 10 編成が描かれている。

車窓の景色を眺めに出発。

渥美線の1日フリー乗車券を買うと、そこには「カラフルトレイン」の文字。渥美線全10編成の電車に、渥美半島に咲く10の花を一つずつ配して、10色の「カラフルトレイン」として順次お目見えしていく、渥美線が走る田原市と共同した取り組みだ。これに合わせてリニューアルされた1日乗車券もカラフルで、メッセージカードのような愛らしさ。

乗車券を眺めつつ乗り込んだ電車は、ピンクのラインに「つつじ」の文字と絵柄のヘッドマーク。取材当日までにお目見えしていたのは8編成、秋にはすべてが揃うという。

風が渡る緑の光景

終着駅・三河田原（みかわたはら）駅までは片道約35分。愛知大学前駅を過ぎた辺りから、沿線に緑が増え始める。長田課長が「好き」というキャベツ畑の光景は、残念ながら季節が違って今は赤土。代わりに、広がる緑が目を引いた植田駅で途中下車。

広がる緑は、まだ実の固い田んぼの稲穂。駅からほんの数メートルで、周囲は一面の田んぼ、一面の緑。ゆるい夏の風が稲穂を揺らし、さわさわと淡い音が広がり消える。「風が渡るってこういうことか」と、暑さを忘れて辺りを見渡し立ち尽くす。

日ごろパソコンとにらめっこばかりして、狭くなった視界が一気に広がる。なんだか視力が良くなった気がした瞬間、視界の端に飛び込む緑の影。バッタかイナゴか、都会ではあまり見かけないサイズの昆虫が、気付けばあちらこちらに跳ねている。忘れかけた暑さがじわっと舞い戻る。緑の海は昆虫王国。よそ者の侵入者はすみやかに退散。汗を拭いて、次は車庫のある高師（たかし）駅へ。

読みたい！　子どもたちの学校新聞

高師駅に到着し、隣接する車庫を覗いてみると、停められた電車の側には10人ほどの子どもたち。愛知県の小学校では、夏休みの自由研究などで新聞づくりに取り組むことが多いらしい。豊橋鉄道でも、新聞のテーマに地元の電車を選んだ小学生の「取材」を受け入れているという。

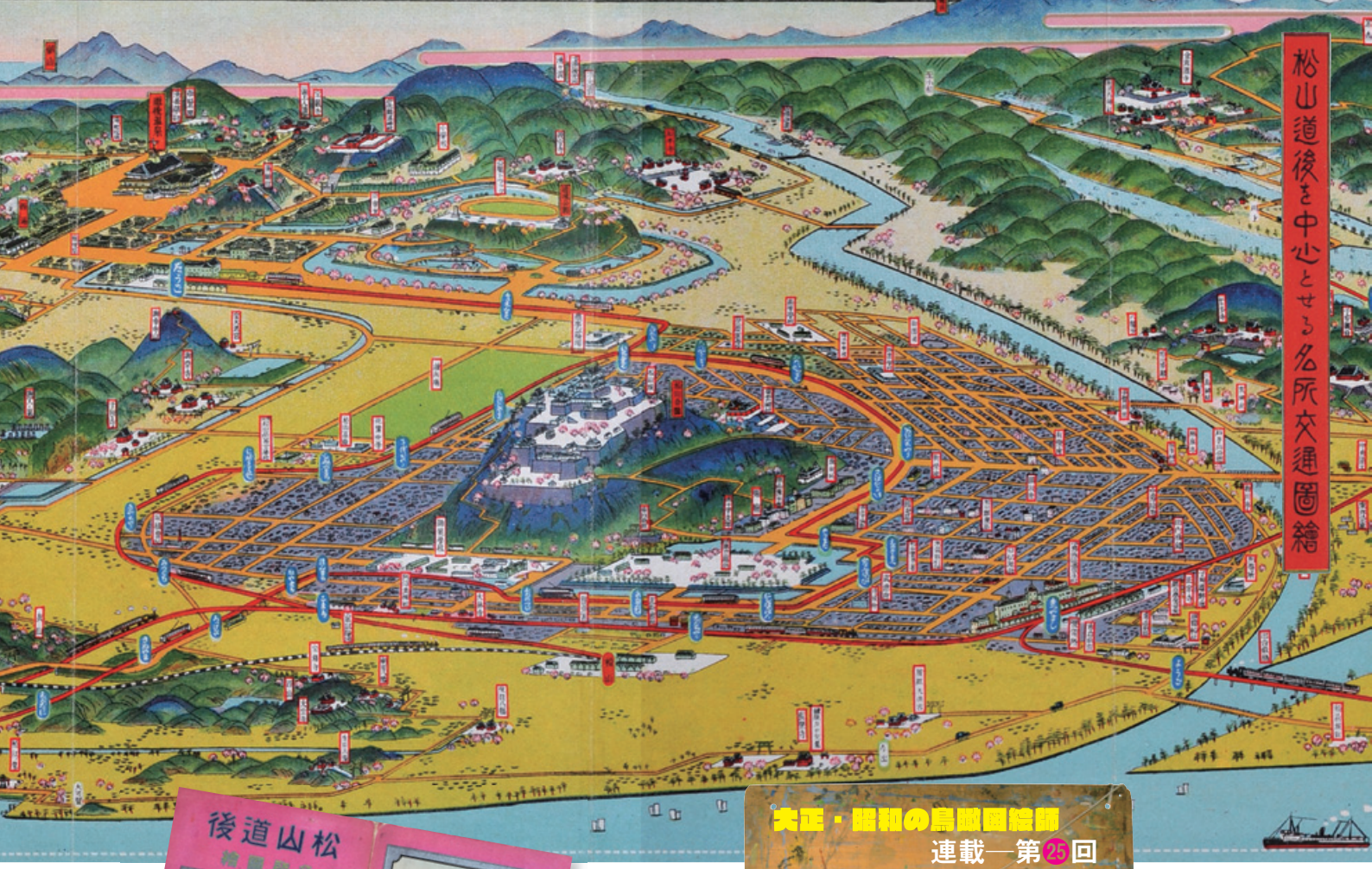
「関係者以外立ち入り禁止」の鉄扉の向こう、子どもたちは電車の陰に消えていく。何を見ているのだろうか、なんだか少し羨ましい。高師駅のホームに戻り、ホームの上から車庫を覗くと、子どものたちの姿はゆっくり動く電車の中。どうやら洗浄中の電車に乗せてもらっていたらしい。遠目にもはしゃいだ様子が見て取れる。

「昨年まで、見学希望は市内線だけでしたが、今年はカラフルトレインが始まったので、渥美線も勧めてみました」とのことで、渥美線に小学生の取材が来るのは初めて。高師の車庫を取材中の子どもたちは、数日前には市内線の取材もしているというが、市内線と渥美線、子どもたちはどう見たか。

新学期の小学校、出来上がった新聞には、どんな記事がトップを飾るのかな？

車庫の中を取材中の小学生たち。洗浄中の電車の中に、乗っているのが遠目に見える。

青い空と緑の稲穂、間を走るのは
「ひまわり」のカラフルトレイン。



大正・昭和の鳥瞰図絵師
連載―第25回
吉田初三郎の世界

松山道後名所図絵

松山道後を中心とせる名所交通図絵

文・藤本一美
text by Kazumi FUJIMOTO

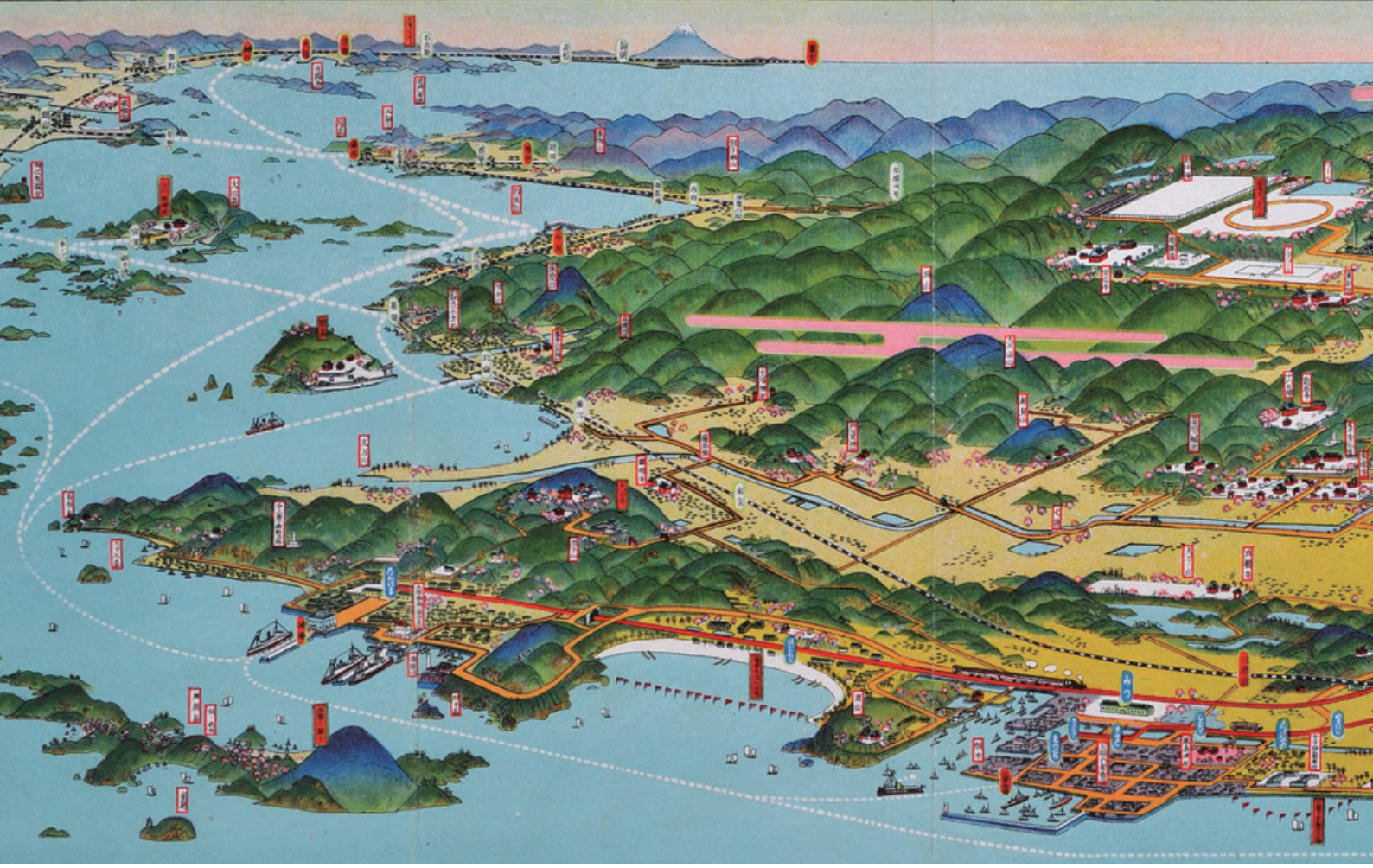
夏目漱石の小説『坊っちゃん』の舞台・松山は、四国随一の都市で、松山城郭を中心とする松平十五万石の旧城下町であり、往時の面影を残している。また、東域には古くからの道後温泉が湯治場情緒を醸し出す。

そんな市内を縦横に結ぶ路面電車の軌道線と郊外線と呼ばれる鉄道線を持つのが伊予鉄道である。

鉄道史は明治二十一年十月二十八日、松山（外側を経て現・松山市）―三津（みつ）間開業に始まる。同二十五年には、三津―高浜間を延伸開業し、高浜線が全通。同二十九年には森松線の立花（現・いよ立花）―森松間が開業・全通（昭和四十年廃止）、同三十二年には平井―横河原（よこがわら）間の横河原線が全通した。また、同三十三年には道後鉄道・南予（なんよ）鉄道を合併し、それぞれの路線を道後線、郡中（ぐんちゅう）線としている。

大正五年には、伊予水力電気と合併し、伊予鉄道電気に社名変更。同十年には松山電気軌道を合併し、路

藤本一美
首都大学東京・専修大学非常勤講師。日本地図学会会員。鳥瞰図・展望図資料室兼山岳情報資料室主宰。
近・現代の鳥瞰図絵師の作品収集と研究に精力的に取り組んでいる。著書に『旅と風景と地図の科学Ⅱ』（私家版 2006 年）、
最新刊に『展望の山50選 関東編』（東京新聞出版局）がある。



『松山道後名所図絵
[松山道後を中心とせる名所交通図絵]』
（昭和２〈1927〉年春）
伊予鉄道電気株式会社　発行
大山日本ライン蘇江の観光社　印刷

伊予鉄道株式会社

Iyo Railway Co.,Ltd.

創業：明治 20 年 9 月 14 日
設立：昭和 17 年 4 月 1 日
本社：松山市湊町 4 - 4 - 1

明治以来の歴史を誇る路面電車と地域の生活を支える鉄道３路線

松山の外港である三津と松山を結ぶ鉄道の建設を決意したのが、創業者の小林信近である。小資本でも建設できる鉄道として軌間 762㎜の軽便鉄道を採用、四国で初めての鉄道として松山－三津間を明治 21 年に開業。日本で２番目に古い民鉄で、平成 24 年に創立 125 周年を迎えた。

市民の生活路線である郊外線と呼ばれる鉄道線は、高浜線、横河原線、郡中線の３線。路面電車は、主に松山城を囲む環状線と道後温泉に向かう路線から成っている。軽便鉄道時代に使用された蒸気機関車をディーゼル機関車として復元した「坊っちゃん列車」を運行、松山城、道後温泉と並び、松山観光三本柱の一つとして人気を集めている。

線の改軌・電化を進めた。

やがて昭和十七年、配電統制令により電力事業を分離し、伊予鉄道電気は解散。鉄軌道事業の譲渡を受けて、伊予鉄道として再発足した。

初三郎図は、昭和二年春完成の作品であり、スポンサーの伊予鉄道電気社長・井上要氏や専務の露口悦次郎氏ほかの協力と、伊予絣王・田内栄三郎氏の懇嘱に、いつものことだが、感謝のことば（「絵に添へて一筆」）を述べている。

大胆な構図を見てみると、松山城を囲む市街地を中央に配置し、市内から郊外に縦横に延伸する赤い伊予鉄道の軌道線と鉄道線が目立つ。電車ものんびり走行していて楽しそう。その左上には道後温泉本館（明治二十七年建築）や道後公園、湯神社、湯宿などを立体的絵図として表現。左端には瀬戸内海の果てに日本ラインから富士山、東京へと続く。右端には佐田岬から豊後水道の果てに鹿児島・開聞岳、さらには台湾、南洋諸島まで表示する心意気には感心してしまうほどだ。

嬉しいのは、秋の紅（黄）葉の色合いは少なめだが、春の満開の桜はピンク色で花盛りを明るく演出しているところだ。初三郎充実期の作品の一つといってよいだろう。

丸ノ内線淡路町 - 御茶ノ水間を走行する02系

みんてつ Vol.47 AUTUMN 2013 秋号

◉発 行 所 ／一般社団法人　日本民営鉄道協会
〒100-8171　東京都千代田区大手町２丁目６番地１号
TEL：03-5202-1402　FAX：03-5202-1412
URL：http://www.mintetsu.or.jp

◉発 行 人 ／一般社団法人　日本民営鉄道協会広報委員会

◉企画編集／一般社団法人　日本民営鉄道協会広報部会（東武鉄道、西武鉄道、京成電鉄、京王電鉄、小田急電鉄、東京急行電鉄、京浜急行電鉄、東京地下鉄、相模鉄道、名古屋鉄道、 近畿日本鉄道、南海電気鉄道、京阪電気鉄道、阪急電鉄、阪神電気鉄道、西日本鉄道）

◉企画編集協力／時事通信出版局「みんてつ」編集室

◉写　　真／織本知之／加藤有紀

◉アートディレクション・デザイン／浜田修司／大島恵里子

◉印　　刷／大日本印刷株式会社

※本誌の記事、写真、イラストレーション、ロゴの無断転載を禁じます。