

# 鉄道・運輸機構だより



# 3月16日 北陸新幹線(金沢・敦賀間)開業!!!

2024年3月16日、鉄道・運輸機構（JRTT）が建設主体として整備を進めてきた、北陸新幹線（金沢・敦賀間）125.2kmが開業しました。

1973年の整備計画決定から実に51年。喜びに包まれた北陸各地の様子をレポートします。

文・写真：栗原景（フォトライター）

## 敦賀駅で金沢行き最終列車を見送る

2024年3月15日23時16分。福井県の敦賀駅に、白い車体の特急列車が入ってきました。米原発の特急「しらさぎ65号」金沢行き。北陸新幹線延伸区間開業に伴い、北陸本線敦賀駅・金沢駅間は翌日から第3セクター

のハピラインふくとIRいしかわ鉄道に経営を移管し、在来線の特急列車は運行を終了します。「しらさぎ65号」は、敦賀駅から金沢駅まで走る最後の在来線特急です。ホームに集まった100人近い人々が盛んに手を振る中、定刻の23時17分、「しらさぎ65号」は静かに動き出し、夜の闇に走り去っていきました。



最後の在来線特急「しらさぎ65号」が敦賀駅を発車

それから約5時間後の3月16日早朝4時。またひとつ、鉄道の歴史が大きく動く時が来ました。

まだ薄暗い敦賀駅は、既に静かな熱気に包まれています。2012年6月の工事着手から約12年、整備計画決定から51年を経て、北陸新幹線（金沢・敦賀間）125.2kmが開業の日を迎えるのです。東京と福井県が最高速度260km/hの新幹線で直結し、東京・福井間は従来よりも36分早い最速2時間51分、東京・敦賀間は最速3時間08分で結ばれます。

## 敦賀駅をはじめ各駅で開業・出発式典を開催

4時50分、西口の改札口がオープン。6時11分発の東京行き一番列車、

木場潟を背景に走行する北陸新幹線

「かがやき502号」に乗車する人、見送る人が改札内に入ってきました。窓口は、既に入場券や乗車券を購入する人で長蛇の列ができています。

駅の東口、かつて敦賀第一機関区などがあった敷地に建設された北陸新幹線敦賀駅は、2面4線の乗り場を備えています。ホームは地上3階で、2階には在来線と新幹線の乗り換えコンコース、1階には大阪や名古屋からの特急列車が発着する専用ホームがあります。

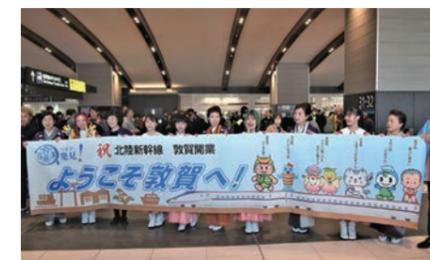
5時05分、かつて日本海で栄えた北前船の帆をイメージした屋根が特徴的な2階新幹線柵内コンコースで、開業記念式典が始まりました。式典は、まず長谷川一明JR西日本代表取締役社長が挨拶し、来賓の齊



①多くの人でにぎわう敦賀駅前の開業イベント ②敦賀駅の乗り換えコンコース ③東京行き一番列車「かがやき502号」を示す発車標 ④富山からの一番列車から降車する人々 ⑤敦賀駅出発式でのテープカット ⑥ホームではたくさんの人が車両を撮影した

藤鉄夫国土交通大臣、高木毅衆議院議員、杉本達治福井県知事、米澤光治敦賀市長、そしてJRTTの藤田耕三理事長が、それぞれ祝辞を述べました。齊藤大臣は、敦賀がかつて日本とヨーロッパを結ぶ「欧亚国際連絡列車」の玄関口であった歴史に触れ、「今度は現代の技術の結晶である新幹線が走ることで、北陸地域全体の振興・活性化はもちろん、1月1日に発生した能登半島地震からの

復旧復興の大きな原動力になると期待している」と挨拶。藤田理事長は、敦賀駅が在来線との乗り換えにも配慮した、整備新幹線としては最大規



敦賀駅で市民が横断幕を持ってお出迎え





①福井駅の出発式にはEXILE/EXILE THE SECONDの橘ケンチさんがスペシャルゲストとして登場（写真提供：JR西日本） ②初めて福井駅に姿を現した「かがやき501号」 ③小松駅前での開業記念イベント（撮影：中西優）

模の駅であることを紹介し、「地域のシンボルとして多くの方に利用されてほしい」と述べました。

ここで、北陸新幹線開業プロモーションのテレビCMに出演している俳優の中条あやみさんがスペシャルゲストとして登壇。北陸三県でのCM撮影や福井でのデスティネーションキャンペーン参加を振り返り、「私自身も北陸の一応援団員として、北陸の魅力を国内外に伝えたい」と開業を祝いました。

開業記念式典は、金沢・敦賀間の各駅で開催されました。敦賀駅よりも一足早く、4時50分から行われたのが金沢駅です。金沢駅の式典には馳浩石川県知事や村山卓金沢市長が出席し、スペシャルゲストには東京オリンピックで「姉妹で金メダル」

を果たした、石川県津幡町出身の女子レスリング選手、金城梨紗子さんと恒村友香子さんが登場。6時ちょうどに発車する敦賀行き一番列車「つるぎ1号」を見送りました。

5時25分には福井駅、5時30分には越前たけふ駅でも式典がスタート。福井駅には「福井市食のPR大使」を務めるEXILE/EXILE THE SECONDの橘ケンチさんが、越前たけふ駅には、福井のメカネづくりを描いた映画「おしよりん」に出演した俳優の小泉孝太郎さんがスペシャルゲストとして参加しました。5時55分から式典が始まった小松駅には、人気グループSixTONESのメンバーで石川県生まれの森本慎太郎さんが登場。金沢駅で出発式を終えたばかりの馳知事も駆けつけ、開業を祝いました。

### さまざまな思いを乗せて「出発進行！」

5時43分、敦賀駅14番ホームの先頭車付近で出発式が始まりました。地元の小学生から「かがやき502号」の運転士に花束が贈呈され、テープカットとくす玉開披へ。「かがやき502号」の乗客も続々とホームに上がり、記念写真を撮るなどして歴史的な出発前のひとときを過ごしています。

5号車の前で、「かがやき502 東京」と表示された行先表示器をスマートフォンで撮影しているのは、大阪府島本町から来た佐村真也さん・仁愛さんご夫妻です。

「社会人になって最初に赴任したのが金沢で、大阪と金沢を特急『サ

ンダーバード』や『雷鳥』で何度も往復しました。北陸には思い入れがあり、妻も旅行が大好きなので、今も毎年富山の蜃気楼を見に行くなど、よく訪れているんです」

聞けば、佐村さんの祖父は、JRTTの前身組織である日本鉄道建設公団（鉄道公団）の職員だったそう。「祖父から、長野新幹線をはじめ、鉄道建設にかかわる話をたくさん聞いて育ちました。ですから、新しい新幹線に乗って車窓風景を見ることを楽しみにしていたんです。今日は金沢まで行って、新しい駅を見て回ります」

一番列車のきっぷは、1カ月前の発売時には取れなかったものの、1週間ほど前に運よくキャンセルをキャッチできたそうです。後日、佐村さんからは「車窓右手から昇ってくる朝日が綺麗でした」とメールをいただきました。

6時11分、いよいよ発車時刻となり

ました。敦賀駅長と中条あやみさんが手を挙げ、出発合図を送ります。

「出発、進行！」  
「かがやき502号」は、高らかにタイフーンを鳴らすと、静かに走り出しました。北陸新幹線（金沢・敦賀間）の開業です。同じ頃、東京駅でも敦賀行きの出発式が行われ、6時16分に「かがやき501号」が敦賀へ向けて発車しました。

### 関西・名古屋方面への乗り換えもスムーズにスタート

敦賀駅が再びにぎやかになったのは6時57分。金沢駅を6時に発車した「つるぎ1号」が到着しました。前日までは富山・金沢間のシャトル列車として一部の車両のみを使用していた「つるぎ」ですが、今日からは

北陸の都市間輸送列車に生まれ変わり、グランクラスを含む全車両が営業を行います。

その「つるぎ1号」のグランクラスから、目を輝かせて降りてきたのは宮城県仙台市の野中朋貴さんです。大の鉄道ファンである野中さんは、特急券の発売日の2月16日に、地元の駅でグランクラスの指定席券を申し込んだそうです。

「ダメで元々と思っていたのですが、駅員の方が発売と同時に、10時00分00秒ぴったりで端末を打ってくれて、取れたのです！開業一番列車の、それも18席しかないグランクラスに乗れて、今までの人生で一番うれしいです！」

前日は、「しらすぎ65号」に乗車したという野中さん。今日はこれか

①芦原温泉駅では、あわら温泉の女将さんたちが和服姿でお出迎え ②加賀温泉駅前には、グルメや雑貨など多くの店舗が出店（撮影：中西優） ③敦賀駅に入線した列車を撮影する人々



敦賀駅出発式では小学生から一番列車の運転手に花束を贈呈（写真提供：JR西日本）



金沢駅でも小旗を振って観光客をお出迎え（撮影：中西優）





①福井駅を発車する「かがやき 501 号」 ②開業日当日の敦賀駅の様子 ③福井市観光交流センターではリアルに動く恐竜ロボットがパフォーマンスも

ら小浜線に乗って、小浜・舞鶴方面を旅するそうです。

「つるぎ1号」は、7時05分発大阪行き「サンダーバード2号」、7時11分発名古屋行き「しらさぎ2号」に接続しています。乗り換え時間は最短8分ですが、19通路もある連絡改札と、分かりやすく示された誘導表示のおかげもあって混乱はなく、両列車ともほぼ時刻通りに発車しました。

この後も、各駅で開業記念式典と出発式が行われます。7時55分に式典が始まった芦原温泉駅では、あわら市を舞台のひとつとする人気アニメ「ちはやふる」の声優（瀬戸麻沙美さん、細谷佳正さん、安済知佳さん）を、8時からスタートした加賀温泉駅では、加賀

市特命かがやき大使を務めるグッチ裕三さんと石川県加賀市出身の中山夏月姫さん（OCHA NORMA）をそれぞれスペシャルゲストに迎えて、東京行き「かがやき506号」を見送りました。

### 「長生きしてよかった!」

福井県の県庁所在地に位置する福井駅にやってきたのは9時。福井駅の新幹線ホームは、新幹線としては珍しい1面2線で、1本のホームの左右に敦賀方面行きと金沢・東京方面行きの列車が発着します。

9時13分、12番ホームに東京駅からの一番列車「かがやき501号」が定刻に到着しました。1階の改札前には地元の人々がずらりと並び、初

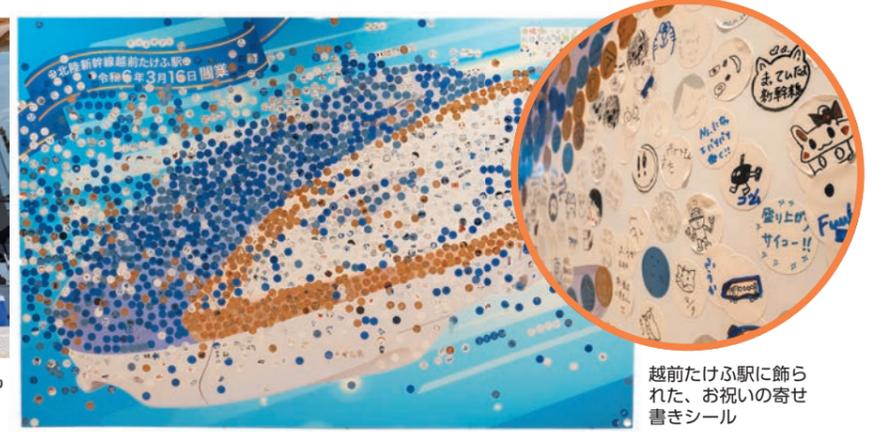
めて新幹線で到着した人々を大歓迎。東京方面から来た人々と福井の人々があちこちで言葉を交わし、喜びに包まれます。

W7系の大きなぬいぐるみを抱えてホームから「かがやき501号」を見送ったのは、福井市に住む志村美伶ちゃん4歳。「こんどは『つるぎ』がくるよ!」と大はしゃぎです。昨年、家族で京都鉄道博物館に行って以来、大の新幹線ファンになりました。今日はお母さんと「かがやき508号」に乗って金沢まで行くそうです。

その隣で、発着する新幹線を写真に収めている女性3人は、やはり福井市内に住む吉元幸子さんと、娘の鈴木幸江さん、大村清子さんです。



芦原温泉駅西口にぎわい施設「AFLARE（アフレア）」もお祝いムードに包まれた



越前たけふ駅に飾られた、お祝いの寄せ書きシール

御年90歳の吉元さんは、北陸新幹線の整備計画が決定した時、30代。まさか生きているうちに、本当に福井に新幹線が来るとは思わなかったそうです。

「東京からの列車が到着した時は、ああ、長生きしてよかったなあって」10時を過ぎると、福井駅とその周辺は、開業記念イベントを楽しむ人々でますますにぎわってきました。今日は、各駅で地域の趣向を凝らしたイベントが開催されていま

す。小松駅前の会場では、同駅と加賀温泉駅の発車メロディーを作曲・編曲した松任谷由実さんと夫の松任谷正隆さんがサプライズ登場。多くのファンを沸かせました。

そして、12時40分。福井駅の上空に、6機の航空機がスモークを引いて現れました。航空自衛隊「ブルーインパルス」による祝賀飛行です。福井駅上空を通過したブルーインパルスは、越前たけふ駅と敦賀駅上空を飛行し、12時55分頃に再び飛来。ス

モークで空中にさくらやハートなどの絵を描く演目飛行を行い、多くの人々が駅前広場や周辺からその見事な飛行を見上げました。

人々の笑顔とにぎわいに包まれた開業イベントは、翌17日の夕方まで続きます。半世紀を経て、とうとう福井にやってきた北陸新幹線。首都圏と北陸を直結するだけでなく、北陸地方のまちを結び、人とモノの交流を促す大切な社会基盤となることでしょう。

福井駅上空を飛行する「ブルーインパルス」



W7系とE6系が大好きな女の子、志村美伶ちゃん



娘さんとやってきた吉元さんは御年90歳。「長生きしてよかったなあ」





## Management Message

副理事長  
木村 典央

先ず初めに、本年1月1日に発生しました令和6年能登半島地震によりお亡くなりになられた方々に深い哀悼の意を表しますとともに、被害に遭われた方々に心よりお見舞い申し上げます。

鉄道・運輸機構(JR TT)では、発災後国土交通省や地元のご要請を受け、鉄道災害調査隊(RAIL-FORCE)を現地に派遣し、鉄道の被災状況の調査を実施いたしました。今後とも被災地が1日も早く日常の生活を取り戻せるよう、復旧・復興に向け最大限の対応をまいりたいと考えております。

さて、3月16日、北陸新幹線(金沢・敦賀間)が開業いたしました。全国新幹線鉄道整備法に基づく整備計画の策定以来半世紀の時を経て、新幹線が初めて福井の地にその雄姿を現しました。開業当日は晴天にも恵まれ、ブルーインパルス記念飛行をはじめ、各駅において、多彩なイベントが開催され、多くの利用者の方々で大変なご賑わいを見せました。

JR TTでは、北陸新幹線について、1989年の高崎・軽井沢間の工事に着手以来、飯山トンネルの地質不良対策や北陸・信越地域特有の雪害等の厳しい自然条件に対して国内唯一の公的鉄道技術集団として培ってきたさまざまな知見と技術を駆使して、建設を進めてまいりました。2012年に工事に着手いたしました、金沢・敦賀間につきましても、トンネルの変状をは

じめとする厳しい自然条件等、さまざまな課題に直面し、その中で開業時期の遅延等により関係者の皆様にご心配をおかけしましたが、現場の工事を監督するJR TT職員と工事を実施する建設会社の方々の昼夜を問わない献身的な対応と地元の皆様のご理解、ご協力により、無事に開業を迎えることができました。改めて深く御礼を申し上げます。

明日を担う交通ネットワークづくりへの貢献という基本理念に基づき、整備新幹線はじめ鉄道インフラの整備を担うJR TTの職員として、開業を迎え、地元の皆様の笑顔に接することができるのは、この上ない喜びであり、それまでの苦勞が報われる瞬間でもあります。

金沢・敦賀間の開業により、東京・福井間は最速2時間51分、大阪・金沢間は敦賀駅での乗り換えで最速2時間9分になるなど、北陸地方と首都圏、関西圏のネットワークが一層緊密になります。北陸新幹線が永く皆様に愛され、令和6年能登半島地震の被災地の復旧・復興、さらには北陸地方や我が国の発展に大きく貢献することを心より願っております。

また、JR TTでは敦賀・新大阪間の整備につきましても、環境アセスメントの実施や地質・地下水の調査、駅の概略設計等も行っているところです。引き続き早期整備に向け最大限努力してまいりますので、今後とも関係者の皆様のご理解、ご協力を何卒お願い申し上げます。



### 「けいさん」と呼ばれ 地元で親しまれている氣比神宮

敦賀駅から徒歩15分ほどにある「氣比神宮」は北陸道総鎮守 越前國一之宮にも定められている由緒正しい神社です。

9月に行われる「氣比神宮例大祭」は氣比の長祭として有名であり、期間中は多くの参拝客が訪れるなど、北陸の歴史的な年中行事として知られています。



グルメMemo

福井県の名物として名高い「越前おろしそば」と「ソースかつ丼」。福井県内ではこの2つをセットで提供する飲食店もあり、それぞれのお店ならではの味わいが楽しめます。

### COVER PHOTO STORY



東口側より撮影した福井駅。「恐竜のまち」で知られる福井ならではの光景で、駅周辺には恐竜がたくさん。いつもトリケラトプスが福井駅を見上げています。

(表紙撮影：栗原 景)

2024年5月発行

編集・発行者

独立行政法人鉄道建設・運輸施設整備支援機構 経営企画部広報戦略課

Japan Railway Construction, Transport and Technology Agency

〒231-8315 神奈川県横浜市中区本町6-50-1 (横浜アイランドタワー)

TEL:045-222-9101



## Contents

- 01 **Special Feature**  
計画決定から51年  
3月16日北陸新幹線(金沢・敦賀間)開業!!!
- 07 **Management Message**  
副理事長 木村 典央
- 09 **Working Report**  
地山の地質に配慮し最適な工法を選択  
中央アルプスを貫くトンネルへの挑戦  
関東甲信工事局 飯田鉄道建設所
- 15 **CLOSE UP**  
昭和女子大生が巡る  
北陸新幹線駅舎建築の世界
- 19 **JR TT TOPICS**  
令和6年4月  
鉄道技術センターを新設しました
- 21 **JR TT Technologies**  
トンネル掘削技術 SENS に迫る  
どのようにしてトンネルは作られているのか

● 読者アンケートにご協力をお願いします▶



## JR TT 公式HP・SNS

誌面では掲載しきれない、JR TTの最新情報を発信しています! ぜひご覧ください。



JR TT  
ホームページ



# 地山の地質に配慮し最適な工法を選択 中央アルプスを貫くトンネルへの挑戦



品川・名古屋間の新たな大動脈として建設工事が進む中央新幹線。鉄道・運輸機構(JR TT)は、高速鉄道建設の豊富な知見を活かし、JR東海から一部区間の工事を受託している。自然が豊かな長野県飯田市にも、新しい鉄道の足音が聞こえている。

文・写真: 栗原景 (フォトライター)

松川工区の切羽付近。発生土砂(ズリ)を集めて左手前のベルトコンベアから搬出する

## 「リングと焼肉のまち」に中央新幹線がやって来る

東京都と愛知県を結ぶ中央自動車道は、長野県の諏訪湖を通過すると岡谷ジャンクションから伊那谷に入る。天竜川沿いを南下すること70km。高速バスは、新宿から4時間余りかけて飯田に到着した。

長野県飯田市は、南信地方の中心都市だ。人口約9万6,000人、リング栽培などが有名で、人口1万人当たりの焼肉店の数が日本一の「焼肉のまち」でもある。

JR飯田駅に近い、飯田鉄道建設所に着く頃には、辺り一面雪景色だった。

「飯田でこれだけ雪が降るのは珍

しいです」

そう言って出迎えてくれた跡部拓己所長は39歳。2009(平成21)年に入社し、北陸新幹線(長野・金沢間)の建設では金沢鉄道建設所で高架橋の工事などを担当。2023(令和5)年4月から現職だ。地方の小都市での勤務は初めてで、自然あふれる飯田に魅せられ、休日には家族でキャンプも楽しんでいる。

飯田鉄道建設所は、中央新幹線(品川・名古屋間)でJR TTがJR東海から受託している「区間3」(約29km)のうち、飯田市周辺の約10.6kmを担当している。2017(平成29)年1月に開所し、現在はJR TT職員5人をはじめ、技術員など計12人が勤務している。

「『風越山トンネル(上郷)』と『中央アルプストンネル(松川)外』の2つの工事を発注し施工管理を行っています。前者はシールド工法で、後者は山岳トンネルの標準工法であるNATMによるトンネルです。今回はNATMの現場をご案内します」



施工ヤード斜坑の坑口

## 地山の状況から最適な支保パターンを選択

まずは建設所から4km余り離れた松川工区の施工ヤードに向かった。飯田市街を流れる松川の上流に位置し、住宅街の近くながら山深い渓谷にある。中央新幹線は、この谷を橋りょうで越えて全長約23.3kmの中央アルプストンネルに入る。

「松川工区は2016年12月に工事契約し、2021年9月から斜坑(工専用トンネル)の掘削を開始しました。工事は原則24時間施工しています。今から発破を行いますので、坑外で待ちましょう」

松川工区では発破、つまり爆薬による掘削が行われている。この工区



ドリルジャンボ(上)、5分前に防音扉が閉じられる(左下)、発破の瞬間。風管の雪が落ちる(右下)

の地質は、火山活動により発生したマグマがゆっくりと冷やされて固まった花崗岩を中心とした岩盤で、風化していない状態であればその硬さと耐久力から、NATMによるトンネル掘削に適している。

警報が鳴り、斜坑の鋼製の防音扉が閉じられた。

「発破5分前です。二重の防音扉を閉じて、坑内の作業員は退避準備を行います」

ハリウッド映画の音楽が流れ始めた。音楽を流すことで、作業員は発破までの時間を常に把握できる。発

破のスイッチは、発破を行う切りは(最前線の掘削面)から約100m離れた位置にあり、土砂の飛来に備えて全作業員が発破の待避場に隠れる。



跡部拓己所長

## ■中央新幹線のJR TT受託区間





斜坑交差点部。奥が切羽で左が地上への斜坑（左）切羽付近の発生土砂搬出作業中（右）

「発破10秒前です。9、8、7……」自動音声によるカウントダウンが始まった。発破による爆発音は聞こえないものの、次の瞬間、震動で風管に積もった雪が落ちた。その後安全を確認し、車で坑内に入る。「発破は、多い時で1日3～4回行います。まず切羽にドリルジャンボで穴を開け、爆薬を装薬します。爆薬は坑外にある専用の爆薬庫で厳重に管理され、資格者以外取り扱いきません」

跡部所長の説明を聞きながら斜坑を上ると、本坑との交差点部に到着した。品川起点186.11km地点だ。800mほど先の切羽手前で車を降りると、油圧ショベルとホイールローダーが土砂を集めてベルトコンベア

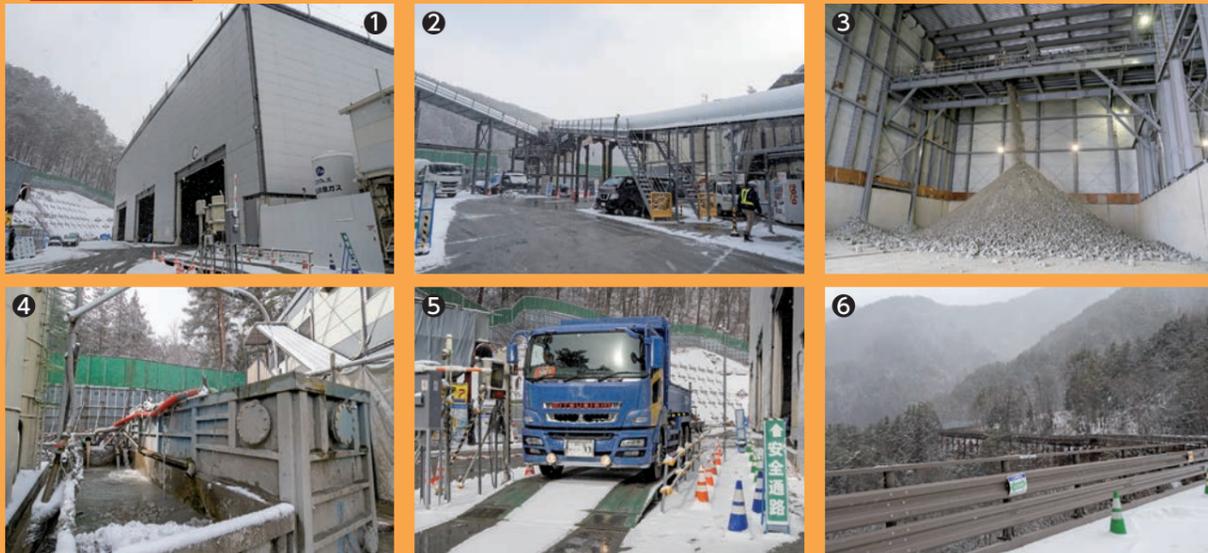
に運んでいた。NATMでは、この後掘削した壁面にトンネル空間を保持する鋼製支保工を建て込み、コンクリートを吹き付けてからロックボルトを地山に打ち込む。「硬い岩盤とはいえ断層帯もあり地質は一定ではありません。そこで、ロックボルトの本数・長さ、鋼製支保工の厚み、1回の発破で掘削する進行長などを組み合わせたさまざまなパターンを用意しています」

地質は切羽から100～120mほど穴を開ける先進調査ボーリングで予測し、実際の地質状況を見ながら施工を担当するJV（共同企業体）とJRTTが相談のうえ、支保パターンを決定する。切羽でベルトコンベアに載せら

れた土砂は、坑外へ搬出されてズリピットと呼ばれる建屋に置かれる。ズリピットはA・B・Cの3つの区画に分かれ、それぞれ「ベルトコンベアで搬入」「土壌溶出量試験および土壌含有量試験（以下、土壌試験という）」「ダンプカー（以下、ダンプという）で搬出」が行われている。取材日はAが搬入、Bが土壌試験、Cが搬出で、翌日はAが土壌試験、Bが搬出、Cが搬入だ。1区画当たりの容量は1,500m<sup>3</sup>で、1日に最大600m<sup>3</sup>程度の土砂が運び込まれる。

C区画にはダンプが出入りして、前日に土壌試験を終えて安全が確認された土砂を約10km離れた発生土受入地へ搬出する。土砂を積んだダンプはトラックスケールで重量を確認。

## 松川工区



①ズリピット。A～Cの3室がある ②ズリピットへ土砂を搬送するベルトコンベア ③ズリピットA。この日は土砂搬入 ④濁水処理前の原水槽 ⑤トラックスケール ⑥松川に沿って設置された工事用棧橋

## 黒田工区



黒田工区施工ヤード周辺



切羽に鋼管を建て込み AGF 工法の薬液を注入する

施工ヤードの出入口ではタイヤに風や水を当てて、付着した泥土等を外へ持ち出さないよう対策を行っている。「ダンプは1台1台の間隔を空けて運行され、施工ヤード北側の仮設棧橋を渡り受入地までの往復は別々の経路を通ります。こうすることで、通行の分散化と市街地でダンプが滞留することがないよう配慮しています」

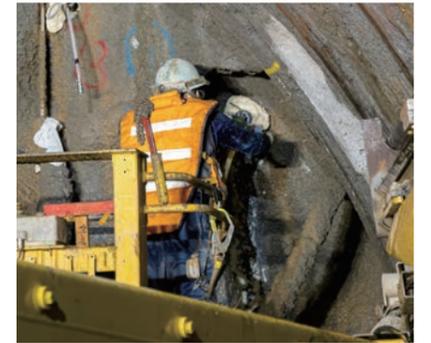
なお、土壌試験で万一基準を超える重金属等が検出された場合は、法令等に基づき適切に処理している。

### 発生土を活用し 使い勝手の良い農地を造成

仮設棧橋を渡って次に向かったのは、約3km東にある黒田工区だ。全長約5.6kmの風越山トンネルの工

区の1つで2023年8月から斜坑の掘削を開始している。「黒田工区の斜坑は河川に運ばれて形成された段丘堆積物の地層で、未固結の砂や粘土などが混ざった脆い地質です。ブレーカーで掘り進めますが、切羽前方の地山に鋼管を建て込み、薬液を注入して地山を安定させるAGF工法、切羽にボルトを打ち込んで地山を安定させる鏡ボルトなどの補助工法を活用し、地山が崩れないよう工夫しています」

徒歩で斜坑に入るとすぐに切羽が見えた。AGF工法による薬液注入を実施している。「土の性状により注入方法もさまざまであり、圧力をかけたり、所定の量を入れたりすることで、しっか



薬液の注入状況を確認する作業員



施工ヤードで待機中のコンクリート吹付機

## In & Out

### 若手職員 施工管理

野尻大誠さん

富山県出身で入社2年目（取材当時）の野尻さん。地元の大学の環境・社会基盤工学科で持続可能な社会づくりを学び、社会基盤をつくる国家プロジェクトに関わりたく、JRTTに入社した。現在は松川工区と下久堅発生土受入地の施工管理を担当している。

「JVの方と相談しながら、地質の状況を見て支保パターンの変更や設計変更に関わっています。トンネルは、一見すると同じ作業が続くように見えますが、実際は地山は地質が一定ではなく、掘削が進むにつれ変わります。とても難しい反面、やり甲斐を感じています」

中学校を卒業した春に北陸新幹線（長野・金沢間）が開業し、その便利さに感動したという野尻さん。将来は整備新幹線のプロジェクトにも関わりたいと考えている。





①下久堅発生土受入地。工区によって土の色が異なる ②補強土壁と整備中の水路（写真右） ③補強土壁とアンカープレートとをタイバーで緊結

り地山を固めて、安全に掘削を行っています」

注入する薬液は、環境に配慮し地殻に多く含まれる酸化ケイ素を主成分とした材料を使用している。後方の作業スペースでは、担当者がモニターを見ながら薬液の流量と圧力を常時監視。切羽では、作業員がしっかり薬液が入っているか目視で確認し、監視員が切羽全体の安全状況を監視している。

「支保工等の設置が完了したらブレイカーによる掘削作業を行います。所定の進行長を掘ったところでホイールローダーにより土を搬出し、鋼製支保工の建て込みとコンクリート吹付、ロックボルトの打設を行います。このサイクルを大体3日ごとに繰り返します」

ここで跡部所長と別れ、入社2年目（取材当時）の職員、野尻大誠さんと下久堅発生土受入地を訪れた。現場は飯田駅から直線距離で7kmほど南に位置する丘陵地で、松川・黒田両工区から発生する20万㎡の土砂を受け入れる。

「現在は8万㎡くらい入っています」案内に立ったJVの担当者が説明してくれた。

「ここは元々傾斜地で棚田になっていましたが、使い勝手が悪いので休耕田に近い状態でした。発生土によって嵩上げすることで、1枚の水田となります」

数分おきにダンプがやって来て、土砂を降ろしていく。白い土砂は松川工区から、茶色い土は黒田工区から発生したものだ。

北側には土地を最大20m嵩上げするための補強土壁が、多数アンカー式補強土壁工法で構築されている。コンクリート製の壁面パネルと、背後の盛土内に多数配置したアンカープレートとをタイバーと呼ばれる鋼製の棒で緊結するものだ。壁面パネルは自然石を模したレリーフが施され、周囲の自然に馴染むよう緑色にデザインされている。

「同時に河川改修も行い、幅1.4m、深さ1.7mのコンクリート水路を造成しています。発生土は、水はけと沈下を考慮しつつ重ねていき、最後は別の場所に仮置きしてある元の耕土を被せて、地権者の方にお返しします。今は工事でご迷惑をおかけしていますが、事業後は水路を含めて使い勝手の良い農地となるということ

## JV紹介 節目節目の変化を感じられるのがトンネル工事の魅力

戸田・あおみ・矢作特定建設工事共同企業体 **しまだうたや 島田詩也** さん



戸田・あおみ・矢作 JV が施工を担当している黒田工区。現在 25 歳、京都府出身の島田さんは、斜坑の掘削の施工管理を担当している。大学では都市計画を専攻し、戸田建設に入社。2023 年 7 月までは松川工区の施工管理を担当し、その後黒田工区に異動した。

「毎日、スケールの大きなものが出来上がっていく過程に関われることが、土木の仕事の魅力だと感じています」島田さんは新幹線ならではの厳しさに驚いたと言う。

「トンネルを掘るだけではなく、環境面の管理がこれほど厳密に行われていることには驚きました。現場から出てくる地下水の水質管理も厳しいですし、土も詳細な試験をクリアしなくては、受入地に運ぶことができません。そうした環境面の管理が非常に大変なんだということが一番の驚きでした。JRTT さんの報告書などの書類も厳密で、厳しく管理されているんだなって思います」

毎日施工ヤードで勤務していると、ふとやりがいを感じることもあると言う。「トンネル工事は一見日々変わり映えしないように見えますが、切羽まで歩く距離が増えたり、昨日までなかった機器が設置されたりして、節目節目の変化を感じられるのはすごく面白いって感じています」

飯田に暮らして 3 年、地元の方とお話した際に中央新幹線に対する期待を肌で感じることもあるそう。「美容師に県外出身で、『工事関係の仕事をしています』と伝えたところ、すぐに中央新幹線関係と気づかれました。やはり中央新幹線は期待されているんだなと思いました。開業後は真っ先に乗車して、そのスピードを体感したいです」と語る。

中央新幹線の建設工事は、島田さんのようなはつらつとした技術者に支えられている。

もあり、ご協力いただいています」

### 経験がものをいう NATM

「NATMは、経験が重要です」業務を終えて建設所に戻ってきた跡部所長が語った。

「地山の保持力を活用するNATM

は、刻々と変わる山の状況を常に観察して、どのようなパターンで掘削すれば一番安全かという判断をしていきます。同時に、工期や工費のバランスも考慮しなくてはならず、施工パターンの選択には当然意見の相違が生じ得ます。実際の施工を担当されるJVには経験豊富な技術者の

方が大勢いらっしゃるもので、意思疎通を大切に、最適解を求めよう努めています」

中央新幹線が開業すれば、飯田地域は品川と約45分、名古屋と約25分で結ばれ、大きな時間短縮効果をもたらす。中央アルプスに挑む工事は、これからが正念場だ。

元善光寺付近から見る長野県駅（仮称）予定地周辺

## Station 列車のみでたどり着ける 秘境駅もある JR 飯田線

天竜川に沿って、愛知県の豊橋駅と長野県の辰野駅を結ぶ JR 飯田線は、列車以外では到達が困難な、自然あふれる秘境駅が多数あるローカル線として知られる。毎年行楽シーズンには、臨時急行「飯田線秘境駅号」が運行され、観光客でにぎわっている。



飯田線秘境駅のひとつ 小和田駅と飯田線秘境駅号

CLOSE UP

昭和女子大生が巡る

# 北陸新幹線

## 駅舎建築の世界



福井駅は唐門をイメージした木調ルーバーと恐竜のオブジェが印象的

文：谷平愛莉 / 千葉優生 写真：中西 優

3月16日に北陸新幹線（金沢・敦賀間）が開業した。開業を前に昭和女子大学 環境デザイン学部 環境デザイン学科で建築デザインを学ぶ2人の女子大生が、福井駅、敦賀駅を訪れた。鉄道・運輸機構（JR TT）職員案内のもと駅舎を見て驚いたこと、感じたこと、感心したことなどをレポートしていただいた。



千葉優生さん 谷平愛莉さん

### いざ、見学に出発

開業前の駅舎を見学するという貴重な体験。出会いを前に私たちの胸は期待で膨らみます。

**谷平** 米原から特急列車に乗ってきた私たちは最初の見学が福井駅だったため、いったんは敦賀駅を通過しました。特急「しらさぎ」の車窓から見えた新幹線敦賀駅の外観は、予想以上の大きさ。それに圧倒され、早く敦賀駅を見たいという気持ちでいっぱいになりました。

**千葉** 以前利用したことのある東北新幹線の駅は、冷たいコンクリート

のイメージがあり、寂しい気持ちが残る印象。しかし、事前に写真で見ていた北陸新幹線の福井駅と敦賀駅のデザインに対するこだわりには驚きました。それは、それぞれのまちを象徴する他にはない外観と、福井県産のスギ材が至る所に使用された地域の特徴を活かした内観でした。

### 福井駅

さまざまな県産素材を用いた柵内コンコース

地元の素材を各所に活かした内装に惹かれました。

**谷平** 福井県産のスギ材を多く使用し茶系統で全体を統一した構内の内装でしたが、改札から少し進んで目に入ったのは笏谷石のレリーフでした。実物は雑誌や画像で見るのとは色味が異なり、光に照らされとても綺麗。笏谷石はその他のいろいろな



福井市の足羽山で採掘された笏谷石で作られたレリーフ



福井駅の柵外コンコース。越前和紙を挟み込んだ柱には、恐竜のシルエットがある（右上）



ホーム待合室には笏谷石と県産のスギ材が用いられ、シンプルなデザインでありながら重厚感が感じられる



トップライトにより明るく開放的なプラットフォーム

所に用いられ、キラキラと輝く様子が開業を祝福しているように思えました。開業後は利用客を明るく迎え入れてくれることでしょう。

柵内コンコースからホームへ出るときに利用した階段には、カラーユニバーサルデザインが取り入れられていました。踏面（※1）と蹴上（※2）が視認しやすい配色になっており、高齢者や弱視者の方も安心して階段を利用できる良い工夫だと感じました。

**千葉** 柵外コンコースは、越前和紙を使用したやさしい照明の柱や木調ルーバーの天井などにより、穏やかな空間が広がっていました。開業後にここを多くの人が行き交う姿が目には浮かびました。

改札内の男子トイレに案内していただきましたが、パウダールームやベビーチェアなど、私たちが普段利用する女子トイレと変わらない機能

があることに好感を持ちました。また、本当に使いたい人が使えるようにと、男子トイレの中に2種類の多目的トイレが設置されていて、使いやすいさまざまな工夫がされていました。

### 明るく開放的なホーム

ホームに立ってまず感じたのは、その明るさでした。

**谷平** 積雪地域特有の全覆型ホームですが、トップライトが多様に用いられ、かつホーム上が無柱であるためか、とても明るく開放的な印象を受けました。

**千葉** 当日の天気は曇りでしたが、ホームはとても明るかったです。それは照明の光だけではなく、駅前広場に面した大きい窓から入る自然光によるもので、これには驚きました。また、福井県産のスギ材が天井や床に使用され、寒さを忘れる暖かい色

合いに包み込まれるようなデザインは素敵でした。

**谷平** 外観のデザインに用いられている唐門をモチーフにしたルーバーがホーム側から見た時は、外観のデザインを想像し気持ちが高ぶりました。また、実際に近くから見てみるとルーバーの1本1本は太く、力強さを感じました。

**千葉** 外を眺めると2体の恐竜がハートをつくるオブジェに目を惹かれました。私は恐竜が大好きなので、取材を忘れて、気持ちはワクワク（笑）。駅の至る所に恐竜がデザインされ、恐竜のまち福井をアピールする、子どもから大人まで楽しめる魅力的なスポットでした。



※1 階段の足をのせる板の上面  
※2 階段の1段の高さ



取材中はしっかりとメモ

### 昭和女子大学 環境デザイン学部 環境デザイン学科 田村圭介研究室

2人が所属する田村研究室では、社会の変化に伴い、新たな都市をつくる鉄道の拠点「駅」に焦点を当て、模型製作・研究に取り組んでいる。学生が各駅構内図を収集、現地視察したうえで3Dデータをつくり、それを基に模型を組み上げる。これまで渋谷駅をはじめ、東京駅、新宿駅、山手線全30駅について、展覧会等で発表している。



渋谷駅模型 縮尺 1/100



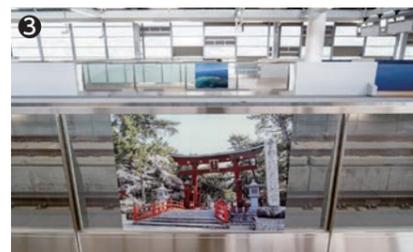
## 敦賀駅 開業を心待ちにする 少年たち

福井駅の見学を終えた私たちは、次に敦賀駅を訪ねました。

**谷平** 見学の際、開業前には一般の方が入れない新幹線駅構内への出入口から入りましたが、その出入口前に中高生くらいの鉄道ファンの男子たちが少しでも中を見たいといった様子でカメラを構えている姿が見えました。期待に胸を膨らませ、開業を心待ちにしている地元の方がたくさんいるということを再認識し、私もうれしく感じました。

**千葉** 跨線橋の約20mの動く歩道には、利用される方の移動時間や負担を減らす目的があります。312mもあるホームにも動く歩道を設置すると、同様に便利ではないかと思っていましたが、ホームにはまちの魅力に

敦賀駅の駅名標前で、ハイポーズ！



① JRJT 職員からの説明を受ける ② 県産木材を用いた待合室のベンチを見学 ③ 安全柵には景勝地などの写真が挟み込まれている

触れる写真や船をモチーフにしたデザインの工夫がたくさんあり、利用者にとって、ホームはただ待つだけではなく、楽しめる場所であることに気がきました。

## コンコース階の膜天井に びっくり

目が離せなかったのはコンコース階の膜天井でした。

**谷平** 白を基調とした外観や、ユリカモメをモチーフにした大屋根、四角く形どった窓ガラスや白い壁などを配置し、波を表現した駅舎デザインなど、スタイリッシュかつシンプルで、格好良い印象でした。内装も同じテイストでクールなデザインになっていると予想していたのですが、中は木材が多様に用いられており、船を思わせるデザインも相まってとても温かみのある親しみやすい

空間になっていました。

内装のデザインに温かみを感じた理由の1つに、膜天井があります。機能性などの利点があって膜を使用したわけではなく、仕上げ材として膜が採用されたことを知り、デザインした方の大胆さに感心しました。それは北前船の帆を連想させ、その下には柔らかで圧迫感のない空間が広がっていました。

待合室のベンチは港に船に係留するピットをイメージしたデザインでした。実際に座ってみると座り心地が良く、真新しい木の香りがしました。

**千葉** 膜天井とその下に広がる空間から、昔の海の様子を思い浮かべました。鉄道や貿易の歴史、敦賀まつりなど、昔から今に受け継がれるものなど、柱やサイネージを活用し、表現していました。敦賀のいろいろ

敦賀駅の後方には敦賀湾が広がる



説明してくれた JRJT 職員と記念撮影



船の甲板に立っているような感覚となったホーム

な表情を知ることができるコンコース空間から、駅全体がまちづくりになっていると感じました。

## 船の甲板のようなホーム

機能性のみではないホームのデザインに驚きました。

**谷平** ホームは全覆型にも関わらず、海風が抜けるような設計になっていました。ホームから敦賀湾を見渡すことができ、加えて木目調のタイルの床や、キャビンに見立てた待合室のデザインにより、船の甲板に立っているような感覚でした。

**千葉** ホームを見渡すと、床や待合室の可愛いデザインは、まるで船の上にいるような気持ちになりました。見上げると、その骨組みからユリカモメをモチーフにした翼を連想し、大きい翼に包み込まれた力強い気持ちで出発できるような空間だと感じました。

## 見学を終えて

短時間の見学でしたが、今後の糧としたいです。

**谷平** どちらの駅も県産木材を多用しており、そのデザインは、温かみがあり地元への愛を感じました。今は広くて空っぽのコンコースにも、1週間後には多くの人で埋め尽くされると思うと、とても感慨深く思いました。ホームにも多くの人が行き交い、にぎわう様子が想像でき、開業がさらに楽しみになりました。

**千葉** それぞれの地域の特徴や魅力を豊富に取り入れ、住民や観光客がさまざまな用途

で利用できる工夫に感動しました。まだ使われていない改札や利用客がいないホームに立っていると、作り手から使い手への思いがストレートに伝わってきました。その時代や暮らしに合わせ、新しい課題と向き合いながら、大切にされる駅になり続けることを願っています。



取材を終えて。お疲れさまでした

## 教授から ひとこと

昭和女子大学 環境デザイン学部 環境デザイン学科  
田村圭介 教授



## 設計・デザインした人々の 意図や思想を感じた貴重な体験

普段駅を利用する時、必ずそこには人の動きや電車の音やアナウンスがある。ましてや新幹線の駅となるとなおさらだ。この度、学生2人はオープン前の北陸新幹線の2つの最新の駅である福井駅と敦賀駅を見学した。敦賀駅に至っては整備新幹線の駅舎の中でも最大級の駅だ。オープンまで約1週間前の駅では、無人で無音の状態、設計・デザインした人々の意図や思想が露わに現れた出来立ての純粋無垢な建築空間を目にすることができた。その時得たものがここにある2人のコメントである。今回の貴重な体験は、いつかこれら駅をまた訪れた時に再認識されるであろう。

[たむら・けいすけ] 一級建築士・昭和女子大学 環境デザイン学部 環境デザイン学科教授。1970年東京生まれ。95年早稲田大学大学院理工学研究科建設工学(建築)修了。98年ベルラーヘ・インスティテュート・アムステルダム修了。98～99年 UN Studio 勤務。99～2002年 FOA ジャパン勤務時に横浜港大さん橋国際客船ターミナル(02年)の設計・監理を担当した。著書に『迷い迷って渋谷駅』(光文社)、『東京駅「100年のナゾ」を歩く』(中公新書ラクレ)など。



開業記念のトートバックを持ち改札口前で



令和6年4月

## 鉄道技術センター を新設しました

左から藤田理事長、玉井鉄道技術統括役、渡邊鉄道技術センター長

鉄道・運輸機構（JRTT）では、鉄道建設に関する技術力を強化する体制を構築するため、令和6年4月に鉄道建設関係部門の組織体制を改編し、新たに鉄道技術センター（以下「センター」という。）を設置しました。

この改編は、令和4年度から令和5年度にかけて、JRTTが推進してきた鉄道建設プロジェクト（西九州新幹線（武雄温泉・長崎間）、神奈川東部方面線（相鉄・東急直通線）および北陸新幹線（金沢・敦賀間））が相次ぎ開業し、事業の転換期を迎えたことを契機として行ったものです。

### 鉄道技術センターの概要

センターにおいては、その設置に伴って新たに設置した鉄道技術統括役が常駐し、鉄道に関する土木、軌道、機械、建築、電気の技術系統全体を俯瞰した技術マネジメントを行います。また、センター運営の責任者たるセンター長の下に企画部、調査部、設計部、設備部、電気部の5部17課を置き、約300名の職員（再雇用、嘱託などを含む）が従事して

います。センターの所在地は、東京都港区芝公園とし、センター設置に伴い廃止した旧東京支社のオフィスを継続して活用しています。

### 鉄道技術センターの役割

センターの役割は、鉄道に関する高度な専門技術を集約することにより、JRTTが推進する鉄道建設プロジェクトに対する技術的な支援を効果的に行うとともに、これまで数々の鉄道建設プロジェクトを経験する

ことで培ってきたスキル・ノウハウの確実な維持・承継を図ることです。また、従来の鉄道建設プロジェクトの実施機関とは一線を画した専門技術や情報を蓄積、集約したセン



設立式の様子

### 鉄道技術センター組織図



ターを設けることにより、職員のキャリアパス上も、プロジェクトマネジメント能力の向上を志向するだけでなく、専門技術を究めることを志向する複線的な道筋ができ、組織の活性化と総合力の向上につながることも期待しています。

### 鉄道技術センターの将来像

JRTTは、第5期中期計画（対象期間：令和5年度～9年度）に掲げた取組を推進しているところですが、同計画には、これまでどおり果たしてゆく着実な交通ネットワーク整備による社会貢献はもとより、自然災害の激甚化や運輸施設の老朽化などの運輸・交通分野を取り巻く課題や2050年カーボンニュートラルの実現をはじめとする社会的課題への対

応、デジタルトランスフォーメーション（DX）の推進なども掲げています。センターは、これらの課題解消、取組の推進についても技術面からのアプローチで重要な役割を担っていきます。

また、これまでJRTTが得意としてきた「鉄道建設技術」に留まらず、鉄道施設のライフサイクル（調査、計画、設計、施工、維持管理）を通じた、より広い範囲の「鉄道技術」の習得、研鑽、向上を図り、技術力のスパイラルアップを実現していきます。

さらに将来的には、JRTTがわが国の鉄道技術のプラットフォームとして、わが国が抱える鉄道政策上の課題などに対して最適な技術的支援を行うなどの貢献ができるように、そしてJRTTが「未来の交通ネットワー



設立式で挨拶する玉井鉄道技術統括役

クづくりを託される組織」として国民の皆様から評価していただけるように、センターがその一翼を担うことを目指していきます。そのために、センターに所属する職員が切磋琢磨し、力を結集して組織力の向上を図ってまいりたいと思いますので、ご支援の程よろしくお願ひします。

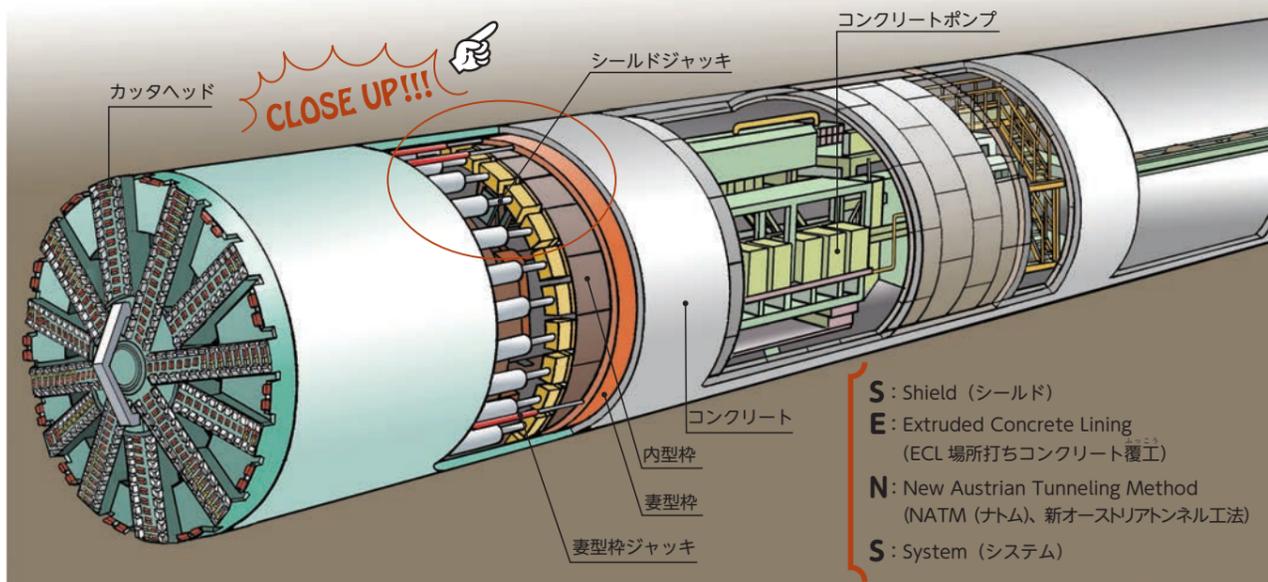
# SENSに迫る

どのようにしてトンネルは作られているのか



## 20周年を迎えた SENS

鉄道・運輸機構（JRTT）が開発した新しいトンネル掘削技術である SENS（センス）は今年で誕生 20 周年を迎えました。SENS は、正式名称を「シールドを用いた場所打ち支保システム」といい、ここではその技術について紹介します。



イラストレーション：岩山 仁

- S** : Shield (シールド)
- E** : Extruded Concrete Lining (ECL 場所打ちコンクリート覆工)
- N** : New Austrian Tunneling Method (NATM (ナトム), 新オーストリアトンネル工法)
- S** : System (システム)

### シールド工法から誕生した SENS

トンネル工事は地盤の固さによって掘削工法を使い分けています。

硬い岩盤を掘る場合は NATM（火薬の発破や大型のドリルなどで掘削）、非常に軟らかい土砂を掘る場合はシールド工法（筒状の形をした専用の機械で掘削）を用いるのが一般的です。

しかし、その中間となるやや軟らかい地盤でトンネルを掘るには、NATM ではトンネルが崩れないよう地盤を固める補助工法が必要になるため、その分掘削速度が落ちてし

まいます。一方、シールド工法の場合は安全に高速度で掘削できますが、専用の掘削機械（シールドマシン）やトンネルの形を組み立てるためのセグメント（コンクリート等で作られた大型のブロック）の製作に多額の費用がかかってしまいます。そこで、JRTT ではそのような条件において安全かつできるだけ低コストで掘削できる技術を開発しました。それが SENS です。

SENS の掘削の仕組みそのものはシールド工法と同じですが、通常のシールド工法では切羽（トンネル掘削部）の後方でセグメントをトンネ

ルの形に組み立てていく代わりに、SENS では地山と型枠の間にコンクリートを打ち込みながらトンネルを構築していくところが大きな特徴です。

なお、NATM では掘削後、ただちにコンクリートを地山に吹き付けるなどしてトンネルの形を支えますが、SENS の場合はコンクリートの打ち込みがその代わりとなっています。そして、NATM と同様、掘削後のトンネルの形状が安定したことを確認した後、その内側にもう 1 枚コンクリートの壁を造ることで、トンネルが完成します。



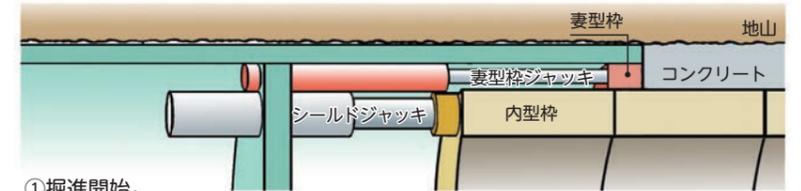
### コンクリート打ち込みの流れ

#### SENS 開発の経緯

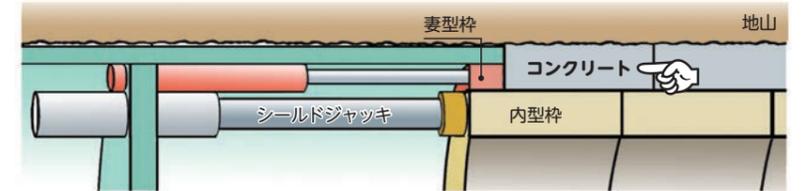
SENS を初めて採用した東北新幹線（八戸・新青森間）の三本木原トンネルは、最初は NATM で掘削していましたが、想定以上に地質が悪く、補助工法を駆使しても切羽での土砂崩落にたびたび見舞われ、その都度掘削停止を余儀なくされました。このままでは予定していた工期内に工事が終わらなくなる可能性があったため、そこから SENS の導入に向けた技術開発が始まりました。新技術の導入当初は、シールドマシンでトンネルを掘り進めつつ同時にコンクリートを打ち込むという難易度の高い施工方法への対応に苦勞をしましたが、数々の技術的課題を克服し信頼性の高い工法として確立することに成功しています。SENS に切り替えた後は安全かつ安定的に NATM の 2 倍以上のスピードで掘削できるようになりました。

#### 各地のトンネル工事で活躍

SENS は東北新幹線の三本木原トンネル工事で 2004 年に初めて実用化され、土木学会技術賞（I グループ）及び日本産業技術大賞審査委員会特別賞を受賞しました。その後は北海道新幹線（新青森・新函館北斗



①掘進開始。



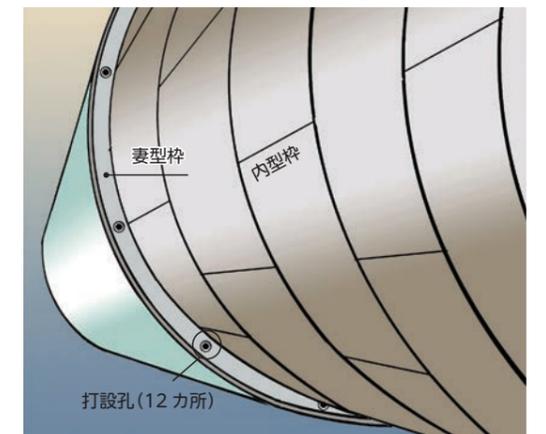
②掘進とともにシールドジャッキを伸ばし、型枠（内型枠、妻型枠）と地山に囲まれた空間に、コンクリートを打ち込む。



③掘進終了。シールドジャッキを縮め、新たな内型枠を組み立てる。①に戻る。

#### 妻型枠の打設孔からコンクリートを打ち込む

間の津軽蓬田トンネル、相鉄・JR 直通線（相鉄新横浜線）の西谷トンネル、相鉄・東急直通線（同）の羽沢トンネルで採用され、現在は北海道新幹線（新函館北斗・札幌間）の羊蹄トンネル工事で使用されています。



## 時代に合わせ進化する SENS

20 年前に生まれた SENS は日々進化を遂げています。NATM によるトンネル掘削が困難な地質条件に対応するため新たに開発され、その後はより長距離の掘削に挑戦し、さらに都市部での施工、そして土砂の中に巨礫を含む地質条件での施工と、その適用範囲を広げてきました。

都市部でのトンネル施工における経済性向上への取組の例を挙げると、相鉄・JR 直通線西谷トンネルの施工で使われた掘削機械は、掘削完了後は相鉄・東急直通線羽沢トンネルの掘削のために再利用されました。また、通常のシールド工法（セグメントの組み立てによるトンネル構築）と相互に切り替えることができる仕組みを採用し、1 台の機械でできるだけ長い距離を掘削できる工夫がされていました。これにより、それぞれ別の機械を使って掘削する場合に比べてコスト縮減が図られました。

進化を続けていく SENS、今後はどのようなトンネル工事で使われるのでしょうか。