

北海道新幹線（新函館北斗・札幌間）の整備に関する報告書
(令和7年3月報告)

令和7年3月

北海道新幹線（新函館北斗・札幌間）の整備に関する有識者会議

目次

1. 背景・趣旨	1
2. 事業の概況、施工上の課題とこれまでの対応	1
(1) 事業の概況	1
(2) 施工上の課題とこれまでの対応	2
3. 土木工区	7
(1) 基本的な考え方	7
(2) 工程短縮策の検討	8
(3) 蓋然性の高いリスクを考慮した土木工区（3トンネル8工区）	9
(4) 更なる工程遅延リスク	17
(5) その他重点的に管理すべき土木工区の工程	18
4. 設備工区	18
(1) 基本的な考え方	18
(2) 工程短縮策の検討	19
(3) 蓋然性の高いリスクを考慮した軌道・電気工区	19
(4) 更なる工程遅延リスク	20
(5) その他施設の工程	20
5. 監査・検査工区	20
(1) 基本的な考え方	20
(2) 工程短縮策の検討	21
(3) 蓋然性の高いリスクを考慮した監査・検査工区	22
(4) 更なる工程遅延リスク	22
6. 開業時期に関する今後の見通し	22
(1) 全体工程	22
(2) 機構の報告内容の合理性	23
(3) 現時点における開業時期の見通し	23
7. 今後の対応	24

1. 背景・趣旨

- 北海道新幹線（新函館北斗・札幌間）は、北海道北斗市から札幌市に至る線路延長約 212km の路線として建設が進められており、その約 80% がトンネル区間となっているとともに、中間駅については 4 駅設置される計画となっている。
- 平成 24 年（2012 年）6 月に工事実施計画が認可され着工したが、その際には、工事の完了予定時期について「新青森・新函館間の開業から概ね 20 年後」（概ね 2035 年度（概ね令和 17 年度））とされた。
- その後、平成 27 年（2015 年）1 月の政府・与党申合せにおいて、「あらかじめ予定されていた事業費の範囲内で早期かつ集中的な投資を行うこと」としつつ、「沿線地方公共団体の最大限の取組を前提」に、「完成・開業時期を平成 47 年度（2035 年度末）から 5 年前倒しし、平成 42 年度末（2030 年度末）の完成・開業を目指す」とこととされた。
- 令和 4 年（2022 年）には、工事実施計画認可時には予測できなかった事象への対応等の影響に関して早い段階で精査を行う観点から、本有識者会議を開催し、その時点で見通せる範囲で事業費への影響、工程の現状・工夫等について精査を実施した。その結果、本有識者会議の「令和 4 年報告」として、「工程については、一部の工区で 3～4 年程度遅れが生じていることなどからすれば、非常に厳しい状況にはあるが、一方で、なお相当の事業期間が残っていること、工程の工夫について各受注者と協議しながら進める必要があること等を勘案すると、現時点で確定的な形で工期を見通すのは難しい」とした。
- 令和 6 年（2024 年）5 月には、独立行政法人鉄道建設・運輸施設整備支援機構（以下「機構」という。）から国土交通省に対して、令和 12 年度末（2030 年度末）の完成・開業については極めて困難と考えられるとの判断に至った旨の報告がなされた。これを受けて、国土交通大臣から鉄道局に対して、機構からの報告内容が合理的なものであるか、講じることができる方策がないか、有識者の知見も得つつ、改めて全体工程の精査を行うこと、機構においても、開業に関する今後の見通しについての検討作業に対応するよう指示がなされた。
- これを受けて、鉄道局において本有識者会議を開催し、これらについて 9 回にわたって議論を行ってきたところである。本報告書は、本有識者会議における検討結果をとりまとめたものである。

2. 事業の概況、施工上の課題とこれまでの対応

（1）事業の概況

- 本有識者会議の「令和 4 年報告」時点では、発生土の受入地確保の難航に伴う工事着手の遅れや巨大で堅固な岩塊群の出現によるトンネル掘削の一時中止、地質不良区間におけるトンネル補強工事の追加などに起因して、一部のトンネル工区では、当初の 2030 年度末完成・開業工程（以下「2030 年度開業工程」という。）に対して 3～4 年程度の遅れが生じていることを確認した。
- 当時、有識者会議において様々な工程短縮策を議論し、それを基に、後志トンネル塩谷工区や札幌トンネル富丘工区などにおける 2 方向同時の掘削作業（以

下「2切羽施工」という。)の実施や掘削が難航する渡島トンネル南鶉工区の一部を隣接工区からの掘削に切り替える工区境変更の実施などの結果、後志トンネル塩谷工区のように更なる遅れに歯止めをかけられた工区も存在する。

- また、羊蹄トンネルにおいて巨大で堅固な岩塊群が出現したことを踏まえて、機構において高密度弾性波探査（地盤中を伝わる弾性波速度を高密度に測定することで地質構造等を調査する探査であり、速度が高いほど地盤が硬いことを示す）や地上からの鉛直ボーリング調査を実施し、掘進が停止するおそれがある岩塊は予め撤去するとともに、著しい地質不良により掘削が難航する渡島トンネルについては、地質を把握するために長尺ボーリング調査（坑内から掘削方向に平行して行う数百m程度の水平ボーリング調査）や空中電磁探査（電磁波を用いて空中から地盤の情報を調査する探査）を行うことで、リスクの早期把握や抑制に努めてきた。
- 現状として、多くのトンネル工区では、順調に掘削を進め、全体の掘削進捗率は8割を超えている。しかしながら、渡島トンネルにおける著しい地質不良の継続、羊蹄トンネルにおける更なる岩塊の出現、札幌トンネルの対策土の受入地確保の難航による工事着手の遅れなどの要因に加え、令和6年（2024年）4月以降の働き方改革関連法に基づく労働条件の見直しによる労働時間の減少により、3トンネル（渡島、羊蹄、札幌）の8工区（台場山、南鶉、有島、比羅夫、石倉、星置、富丘、札幌）では、工程の遅れが顕著となっており、現時点で2030年度開業工程に対して4年を超える遅れが生じている工区も存在する状況となっている。
- 一方、全延長の2割を占める橋りょうや高架橋などの土木工事（以下「明かり工事」という。）は、現在、全延長において工事が契約され、基礎や柱、桁の構築工事などが実施されている。
- 土木工事に続いて行われる軌道・電気工事については、土木工事が完了して準備が整った箇所から着手をするべく、一部の軌道工事が契約されるなど、準備が進められている。

（2）施工上の課題とこれまでの対応

① 工事区間の地質学的な特徴

- 北海道新幹線の札幌延伸ルートに沿線の地域では、古い時代（ジュラ紀後期：およそ1億数千年前）の付加体（海洋プレートが大陸プレートの下に沈み込む際、その境界に形成される地質構造）が基盤岩となり、その上には新しい時代（新第三紀中～後期：千数百万～数百万年前）の地層が広く分布している。トンネルの主な地質は新第三紀の火山活動により形成された火山岩類と海中に堆積した火山灰などが隆起して形成された堆積岩類からなる。このうち、堆積岩類は形成された期間が短いと、柔らかく掘削時に崩れやすい性質を持つ。また、新第三紀の凝灰岩等の火砕岩・火山岩に含まれる鉱物や火山ガラスが、火山活動による熱水により緑泥岩などの鉱物に変質して緑色を呈するようになった岩石には、水を吸収すると膨張する性質をもつ膨張性粘土鉱物が含まれることがあり、渡島トンネルの南鶉工区でこれが確認されてい

る。このように柔らかく掘削時に崩れやすい性質や水を吸収すると膨張する性質は、渡島トンネルの地質不良の要因となっている。

- また、札幌延伸ルートは、火山や活断層を可能な限り避けるように選定されたものではあるが、やむを得ず火山や活断層に近接する区間が存在している。火山活動や地質構造運動が活発的な地域の特徴として、(ア) 断層がずれ動くことに伴い、崩れやすい地質の破碎帯が形成されること（渡島トンネル台場山工区）、(イ) 火山活動に伴い岩石の強度低下が見られること（渡島トンネル南鶉工区）、(ウ) 火山の噴火等により山体が崩れ、山麓に巨礫が分布すること（羊蹄トンネル）、(エ) 熱水変質により重金属などが高濃度で含有されること（渡島トンネル、札幌トンネル等）が挙げられる。このような特徴は、各トンネルの地質不良の要因となっている。

② 渡島トンネルにおける地質不良

【施工上の課題】

- 台場山工区については、地表面の陥没に伴う土砂流入により工事が7ヶ月間にわたり停止する事態が発生するなど、通常に比べ、崩れやすく土圧が高い地質となっている。このため、掘削前にトンネル上部や前面に薬液注入による地質改良や崩れ防止の鋼管追加を行うとともに、トンネル下部に鋼材を追加し土圧に強い構造に変更しており、これらの対策により掘進速度が大幅に低下している。
- 南鶉工区については、膨張性粘土鉱物を有し、鋼材が変形するほどの特に土圧の高い地質となっている。このため、トンネル断面を土圧に強い円形に変更するとともに、トンネルの壁厚を増加しており、これらの対策により掘進速度が計画よりも大幅に低下している。

【これまでの対応】

- 機構において、掘削開始までに、トンネル周辺の地形、地質上の特徴を把握するための文献等の調査をはじめ、地表地質踏査、鉛直ボーリング調査、弾性波探査等を実施した。
- また、掘削開始後に、想定を上回る著しい地質不良による掘削の難航が続いたことから、トンネル内からの長尺ボーリング調査と空中電磁探査を追加実施した。既往の地質踏査、弾性波探査、鉛直ボーリング調査の結果とこれまでの施工実績の結果と組み合わせて地質を分析することにより、未掘削区間の地質想定を向上させるよう努めるとともに、支保工（掘削時に地山を支持する吹付けコンクリート、ロックボルト、鋼製支保工等の部材）の資材等を事前に手配するなどの効率化に努めた。
- 同時に、未掘削区間の地質をさらに詳しく把握するため、渡島トンネル周辺の地質に知見のある専門家に施工データを提供しつつヒアリングを実施するとともに、専門家による現地確認を行い、地質の成り立ちや地質的特徴等について確認した。その結果、現在掘削が難航している台場山工区の地層（上礫層群）は、上礫コンプレックス（複合岩体）とも呼ばれる中生代ジュラ紀の付加体で、通常の堆積構造を持つ地質体と異なり複雑な地質構成・構造か

ら成り、部分的に熱水変質（地下の熱水的作用によって岩石や鉱物の変質すること）の影響を受けた箇所もみられるほか、新しい時代の地質構造運動の影響を不均質に受けていることなどから、事前の地質調査によりその範囲や性状を精度よく予測することは困難とのことであった。その他、現在掘削が難航している地層の前方に出現することを想定している地層（八雲層、黒松内層下部）についても、海底に流れ込んだ堆積物に火山活動起源の堆積物をはさむ地層であり、火山岩の貫入や熱水変質作用を受けているほか、新しい時代の地質構造運動の影響を不均質に受けていることなどから、事前の地質調査によりその範囲や性状を精度よく予測することは困難とのことであった。

③ 羊蹄トンネルにおける岩塊の出現

【施工上の課題】

- 羊蹄トンネルについては、羊蹄山に近接しており、2.（2）①に記載のとおり、山麓に巨礫が分布しており、比羅夫工区では、シールドマシン前方に10数メートル四方にも及ぶ巨大で堅固な岩塊群が出現した。当該岩塊群は土被りが深い区間にあり、地上からの撤去が極めて困難であったことから、小断面の迂回トンネルを山岳工法（地下水低下工法を併用）により掘削し、シールドマシンの反対側から岩塊群を撤去した。岩塊群を撤去し、シールドマシンの刃（カッタービット）を交換の上、掘進を再開するまでに2年半ほどを要した。
- 有島工区では、比羅夫工区における巨大で堅固な岩塊群の出現を受けて行われた調査の結果、岩塊は存在するが掘進が不可能となる岩塊ではないと判断された区間において、令和6年（2024年）4月に2m四方位程度の岩塊が出現した。当該岩塊は土被りが浅い区間であったため、地上からの撤去が可能であったが、掘進を再開するまでに約7ヶ月を要した。さらに、同年11月に掘進を再開した翌日、シールドマシンの回転力（トルク）が上限値に達し、更なる岩塊に遭遇したと判断されたことから再度掘進を停止し、約1ヶ月で地上から岩塊を撤去した後、同年12月に掘進を再開した。しかしながら、同年12月にトルク値上昇による三度目の掘進停止となった。
- なお、羊蹄トンネルにおいては、（ア）地下水位が高く、作用する水圧が大きいために山岳工法では地下水を抜いて水圧を下げて掘削する必要があること、（イ）地盤の強度が低いために地盤を支える補助工法をより多く併用する必要がある、山岳工法よりシールドマシンで掘削する方が掘削速度は速くなると見込まれることから、効率性及び経済性を考慮して、シールドマシンを用いつつ一次覆工に場所打ちコンクリートを用いる工法（SENS工法）を採用した。羊蹄トンネルで用いているシールドマシンは1m四方位程度の岩塊であればシールドマシン前面の面板から岩塊を取り込む構造にすることにより岩塊の強度によらず掘削でき、1m四方を超える場合でも岩塊の強度が一軸圧縮強度70MN/m²程度までは切削可能な設計としていた。掘削前のボーリング調査では最大で1m四方位程度の岩塊しか確認されていなかったことが

ら、機構は掘削可能と判断したが、比羅夫工区で出現した岩塊群は、当初の想定を大幅に超える10数m四方に及ぶ大きさで、かつ、強度が一軸圧縮強度150MN/m²程の堅固な岩塊であったため、掘進停止となったものである。

【これまでの対応】

- 機構において、掘削開始までに、トンネル周辺の地形、地質上の特徴を把握するための文献等の調査をはじめ、地表地質踏査、鉛直ボーリング調査、弾性波探査、電気探査（地盤の電氣的性質を測定して地盤の情報を調査する探査）等を実施した。なお、鉛直ボーリング調査は、地上の状況によるボーリング位置の制約がある中で、平均200m間隔と山岳トンネル区間の500m～1km程度間隔に比べ密な間隔で行ったが、最大で1m四方面程度の岩塊しか確認されていなかった。
- また、掘削開始後に、比羅夫工区で巨大な岩塊群が出現をしたことを踏まえ、機構において高密度弾性波探査を追加実施した結果、9箇所（有島工区5箇所、比羅夫工区4箇所）で掘進に影響する岩塊が存在する可能性があると判断された。そこで、岩塊の状況を調べるために地上からのボーリング調査を実施し、3箇所でシールドマシンによる掘進が停止するおそれがある岩塊の存在が確認された。このうち、1箇所は地上から岩塊を撤去済みであり、1箇所は地上から撤去中、残りの1箇所については、到達立坑から撤去を行う予定である。
- また、有島工区で令和6年（2024年）4月に2m四方の岩塊が出現した区間の近傍は、上記の調査では岩塊はあるものの掘進は可能と判断された箇所であったが、同年11月に掘進が再度停止した際は、更なる岩塊の出現の可能性を想定して資機材を現場に存置していたことにより、速やかに岩塊を撤去し、同年12月に再掘進した。同年12月の三度目の掘進停止を受けて、現在、地上からの岩塊撤去作業やシールドマシンで掘進可能かの確認作業を行っている。当該区間は今後も岩塊が複数存在することが想定され、シールドマシンによる掘進と地上からの撤去、岩塊位置の調査を組み合わせる進捗を確保するよう、工事と並行して技術的な検討が進められている。
- 同時に、未掘削区間の地質状況をさらに詳しく把握するため、羊蹄トンネル周辺の地質に知見のある専門家に施工データを提供しつつヒアリングを実施するとともに、同専門家による現地確認を行い、地質の成り立ちや地質的特徴等について確認した。その結果、羊蹄山のように大規模に山体崩壊した箇所では、崩壊に伴う岩屑なだれが斜面を流下する間に溶岩や火砕物といった山体構成物の破砕が進み、山麓に岩屑なだれ堆積物として堆積するほか、破砕の程度が小さい流れ山と呼ばれる小山を構成することが一般的であり、大きな岩塊は流れ山及びその周辺に分布する可能性が高いとのこと、また、前述の高密度弾性波探査の探査精度から、比羅夫工区で出現した10数メートル四方に及ぶような巨大な岩塊群が出現する可能性は低いと思われるが、有島工区で出現したような2～3m四方面程度の岩塊については、その確認は困難であり、出現した場合には、その都度撤去するしかないとのことであった。

④ 札幌トンネル等の発生土受入地確保の難航

【施工上の課題】

- 北海道には、環境基準を超える自然由来重金属等を含む地層（対策土）が広く分布している。札幌トンネルから出た対策土については、特に富丘工区、星置工区、石倉工区の対策土の受入地の確保に1～3年程度の時間を要したことにより、遅延が発生している。現時点で想定している発生土の発生量に対する受入地確保率については、対策土90%、無対策土99%となっており、引き続き受入地の確保が必要な状況となっている。

【これまでの対応】

- 対策土の受入地が確保できなかったことによりトンネル工事の着工が遅れていた札幌市内の工区（富丘工区、星置工区）においては、地域住民を対象とした通常の説明会では、参加者が非常に多いことから、意見や質問を十分に受けることができず、結果として地域住民の理解を得ることができなかった。
- そこで、機構においては、札幌市と連携して、説明会の開催方法を再考し、新たにリスクコミュニケーションの考え方を取り入れることとし、リスクコミュニケーションの専門家の参画を得て住民対話の再構築を行い、従来の住民説明会に加えて、機構として初めてオープンハウス型説明会を開催した。
- なお、着工後も、地域住民、札幌市、機構からなる地域協議会を札幌市と共同で立ち上げ、継続的なリスクコミュニケーションを実施するとともに、地域にニュースレターを配布し、発生土受入地での工事の状況とともに、周辺環境のモニタリング結果を報告している。
- このほか、掘削開始後、想定外の場所からの対策土の出現等によって一時的に受入地の不足が生じた札幌トンネル石倉工区等の工区においては、地元関係者と連携し、仮設の発生土置き場を確保するなどの対策を講じている。

⑤ 札幌トンネル札幌工区の地質不良

【施工上の課題】

- シールドマシンの発進基地となる中間立坑から札幌駅方の掘進において、初期掘進後の令和6年（2024年）10月に本掘進を開始して以降は想定月進236mを見込んでいたところ、シールドマシンのカッタートルクが高い状態が続き、月進約40～80mに低下した状態が続いている。この区間では粘性土が厚さ約3m堆積しており、取り込まれた土砂やカッタービットの状況を確認した結果、シールドマシン前面やチャンバー（シールドマシン前部）に粘性土が付着したことが要因と考えられる。

【これまでの対応】

- 機構においては、8時間2交代で掘進作業を行いながら掘進作業の合間にシールドマシン前面やチャンバーに付着した粘性土の高圧洗浄を行うとともに、チャンバー内の掘削土砂に混ぜ合わせる添加剤や水の注入率の変更等による対策を行うなど、掘進速度の回復に努めている。しかしながら、現時点

ではカッタートルクの継続的な低下は見られていない。

⑥ 労働時間規制の影響

【施工上の課題】

- 平成 30 年（2018 年）の働き方改革関連法等により、公共工事の発注者には長時間労働の是正や週休 2 日の確保など建設業への時間外労働の上限規制の適用に向けた環境整備に対応することが求められ、国土交通省より「建設工事における適正な工期設定等のためのガイドライン」が示された。また、平成 31 年（2019 年）に改正労働基準法が施行され、建設業については、令和 6 年（2024 年）4 月より、時間外労働の上限規制が適用されている。
- 機構は令和元年（2019 年）に週休 2 日制モデル工事実施要領を策定したものの、北海道新幹線に関する工程の厳しい土木工事については、工程の遅れに対応するため、猶予期間の期限である令和 6 年（2024 年）4 月まで適用を延期した。
- 働き方改革関連法に基づく労働条件の見直しによる影響については、明かり工事・設備工事の労働時間は月 184 時間（4 週 6 休 8 時間／日）から月 168 時間（4 週 8 閉所 8 時間／日）と 91%に、シールドトンネル工事は月 368 時間（4 週 6 休 8 時間／日、2 方施工）から月 336 時間（4 週 8 閉所 8 時間／日、2 方施工）と 91%に、SENS 工法工事は月 552 時間（4 週 6 休 8 時間／日、3 方施工）から月 504 時間（4 週 8 閉所 8 時間／日、3 方施工）と 91%に、山岳トンネル工事については月 460 時間（4 週 6 休 10 時間／日、2 方施工）から月 304 時間（4 週 8 閉所 8 時間／日、2 方施工）と 66%にそれぞれ減少することとなる。なお、この点については、2030 年度開業工程設定後に決まったことであり、2030 年度開業工程には反映されていなかった。

【これまでの対応】

- この影響を軽減するため、個別の工区毎に受注者側と協議し、作業班の追加による稼働時間の確保等の対策を講じている。

3. 土木工工程

（1）基本的な考え方

- 本有識者会議においては、現時点で工程の遅れが顕著な 3 トンネルの 8 工区の土木工工程については、未掘削区間の地質や各種リスクの発現状況等について想定をした上で、今後の見通しについて検討を行った。
- 未掘削区間の想定月進については、工事着手から一定程度期間が経過しており、地質毎の機構工事の過去の月進のデータが存在することから、現時点で想定されている地質に応じた実績月進を採用することとした。なお、この際、労働時間規制の影響が表れる前の令和 5 年度末（2023 年度末）までの期間の月進を用いた。
- 土木工工程の今後の見通しには、これまでの施工実績や把握できた地質状況等を踏まえ、工区毎に発現の蓋然性の高い事象をリスクとして見込んだ。機構工事

の過去の実績には、一時的な多量湧水や軽微な機械装置の不具合、作業事故による作業の中止などが含まれており、これを基に設定する工程には、各工区の個別の特性に拠らない共通的なリスクの発現による短期間の遅延が含まれている。また、労働時間規制の影響や工程短縮策の効果も考慮した。

- 具体的には、上述の工程上クリティカルとなる8工区毎に、(ア) 山岳トンネル工事の工区については、令和6年度(2024年度)から労働時間規制の影響を受けることから令和5年度末までの実績月進から66%まで低下する月進を想定月進として設定、(イ) シールドトンネル工事及び SENS 工法工事の工区については、令和6年度から労働時間規制の影響を受けることから令和5年度末までの実績月進から91%まで低下する月進を想定月進として設定した上で、(ウ) 後述の工程短縮策による効果を反映し工区毎の軌道工事が着手可能となる時期(以下「軌道開放時期」という。)を算定した。
- また、工区毎に、2030年度開業工程からの遅延要因毎の遅れの期間と工程短縮策毎の工程短縮効果について、それぞれ実績と見込みを分析した。

(2) 工程短縮策の検討

- 土木工程の検討に当たり、3トンネルの8工区と後述する3.(5)で示すその他重点的に管理すべき土木工区について工程短縮策の検討を行った。
- 工程短縮策の検討にあたっては、国内の総合建設業者、国立研究開発法人土木研究所・寒地土木研究所やトンネル技術協会などの実務者から構成される「北海道新幹線 地質不良対策等検討ワーキングチーム」(以下「ワーキングチーム」という。)が令和6年(2024年)5月9日に設置され、11回に渡り検討が行われた。
- 本有識者会議では、ワーキングチームからの報告を踏まえ、3トンネル8工区については、以下の通り工程短縮策をとりまとめ(表1)(現在既に実施されているものを含む。)、これらの実施を見込んだ。なお、2030年度開業工程を設定する際に、一部のトンネル工区においては、路盤鉄筋コンクリートの機械化施工等のトンネル掘削後の工程短縮策が見込まれていた。

【表1】 3トンネル8工区における工程短縮策

工区名	工程短縮策	短縮月数
渡島トンネル (台場山)	・掘削作業班の追加(2交代制→3交代制) ・インバート・覆工コンクリートの急速施工、路盤鉄筋コンクリートの機械化施工 ・工区境変更	約33ヶ月
渡島トンネル (南鶴)	・2切羽施工 ・延作業時間の拡大 ・路盤鉄筋コンクリートの機械化施工 ・工区境変更	約60ヶ月
羊蹄トンネル (有島)	・器材坑の先行施工 ・覆工セントル追加(器材坑部・NATM区間)、路盤鉄筋コンクリートの機械化施工 ・到達立坑からNATMによる迎え掘り ・緩衝工の鋼製化	約16ヶ月

羊蹄トンネル (比羅夫)	・ 器材坑の先行施工 ・ 覆工セントル追加（器材坑部）、路盤鉄筋コンクリートの機械化施工 ・ 緩衝工の鋼製化	約 27 ヶ月
札幌トンネル (石倉)	・ 延作業時間の拡大 ・ 作業坑の追加、覆工コンクリートの作業班追加（2 班施工） ・ 工区境変更	約 28 ヶ月
札幌トンネル (星置)	・ 延作業時間の拡大 ・ 工区境変更	約 36 ヶ月
札幌トンネル (富丘)	・ 延作業時間の拡大 ・ 2 切羽施工	約 40 か月
札幌トンネル (札幌)	・ 器材坑の配置変更 ・ 工区境変更	約 19 ヶ月

- また、3.（5）に述べるその他重点的に管理すべき土木工区についての工程短縮策として、北海道新幹線（新函館北斗・札幌間）においては、トンネル区間以外の明かり区間では積雪や気温を考慮し、作業の安全性や品質確保の観点から冬季施工を実施しない計画であったが、可能な限りの冬季施工などを見込むこととした。具体的には、平里高架橋、長万部駅高架橋、共立路盤については、高架橋スラブの冬季施工、倶知安駅高架橋については、高架橋の基礎や柱の冬季施工に加えて、プラットホームスラブのプレキャスト化、門型クレーン採用（狭隘な場所での効率的な資機材運搬が可能）、鋼矢板の冬季間存置（冬季を跨ぐ掘削工程の設定が可能）、琴平高架橋については、高架橋の基礎や柱等の冬季施工、鋼矢板の冬季間存置の実施を見込んだ。

（3）蓋然性の高いリスクを考慮した土木工程（3 トンネル 8 工区）

① 渡島トンネル

- 渡島トンネルについては、掘削開始後、想定外の地質不良による工程遅延が生じており、今後も著しい地質不良が継続する可能性があることから、土木工程の見通しを検討する上で、未掘削区間の地質をどのように見込むかが課題となっている。

①－1 台場山工区

- 掘削開始までに機構が実施した地質調査では、弾性波探査のほか、部分的な地表踏査とボーリング調査から工区全体の地質条件を推定している。未掘削区間のうち、現時点の切羽位置よりやや前方の地点（156km870m 地点）で鉛直ボーリング調査を実施したが、現在、掘削が難航している地層（上礫層群）とその前方に出現することが想定されている地層（八雲層）との層境は確認されなかった。また、さらに前方の急峻な地形からなる未掘削区間においては、その地形条件等の制約から地上からの鉛直ボーリング調査を実施できず、トンネル断面における岩盤内の亀裂の規模や力学的性質などの詳細情報の把握が困難な状況であった。
- このため、トンネル切羽付近から掘削方向に水平に 500m を目標に機構が長尺ボーリング調査を実施したところ、脆弱な地質によりケーシング（削孔す

るための円筒形の鋼管)に力がかかって 301m 削孔した時点で回転しなくなり、それ以上削孔できない状況となった。ボーリング試料は回収されたものの、亀裂が多く、地山強度比（地山の強さとトンネル上部の部分の土の重量との比）の算出に必要となる一軸圧縮強度試験（岩石の強さを把握するための力学試験）に使用できる状態ではなかった。ボーリング試料の分析では、引き続き、掘削時に崩れやすい地質が継続することは確認されたが、掘削が難航している現在の地層（上礫層群）がどの程度続き、その前方に出現すると想定している地層（八雲層）との地層境がどこにあるかは確認されなかった。

- 空中電磁探査の結果について、本有識者会議において既往の調査結果と合わせて分析したところ、未掘削区間のうち、空中電磁探査から得られた比抵抗値と弾性波探査から得られた弾性波速度が一定の値を示している区間は、既往の地表踏査の結果から八雲層の出現を想定している区間と概ね一致していることが確認された。ただし、前後の上礫層群を想定する地層との地層境における値の変化は大きくなく、八雲層の出現を明確に示すものと解釈することは困難である。また、比抵抗の変化量についても、未掘削区間において変化量が大きな箇所は確認されず、地層境の存在を示唆する結果は得られなかった。これらの結果から、地表踏査の結果と同様に前方に八雲層が出現すると想定するが、台場山工区の未掘削区間においては、地上からのボーリング調査が現時点の切羽位置の近傍のみでしか実施されていないこと、長尺ボーリング調査による地質把握がほとんどできていないこと、渡島半島の地質は成り立ち故に複雑であることから、地質想定には不確実性も相当程度残ることとなった。
- 以上を踏まえ、台場山工区の八雲層と想定される区間の想定月進は、隣接の天狗工区における八雲層の実績月進と同程度と見込むこととし、前後の上礫層群を想定する区間では、台場山工区における同地層の実績の月進と同程度と見込むこととした。ただし、上述のように地質想定に不確実性が残ることから、想定月進に対する不確実性が相当程度残ることとなった。
- 以上から、蓋然性の高いリスクとして、現在掘削が難航している地質が一定程度継続した後に想定している地質が出現すること、また、それぞれの地質区分に応じ、これまでに当該工区や周辺工区で必要となった補助工法が必要となることを見込むとともに、台場山工区は山岳工法であり、一時的な多量湧水や軽微な機械装置の不具合、作業事故等による作業中止を見込んだ。
- 台場山工区の軌道開放までの工程を 2030 年度開業工程と比較しながら分析した（図 1）。これまでに、地表面陥没等による掘削中止により約 1 年 1 ヶ月、地質不良により約 2 年 10 ヶ月、労働時間規制により約 4 ヶ月の遅れが生じており、工程短縮策として令和 6 年 12 月より作業班を追加したところであるが、現時点で正味約 4 年 3 ヶ月の遅れとなっている。また、今回見込んだ地質想定毎の想定月進に基づくと、地質不良の継続によりさらに約 1 年 5 ヶ月、労働時間規制によりさらに約 2 年 6 ヶ月の遅れが見込まれ、今回新たに見込んだ工程短縮策による約 2 年の短縮効果を考慮しても、正味約 6 年 2 ヶ

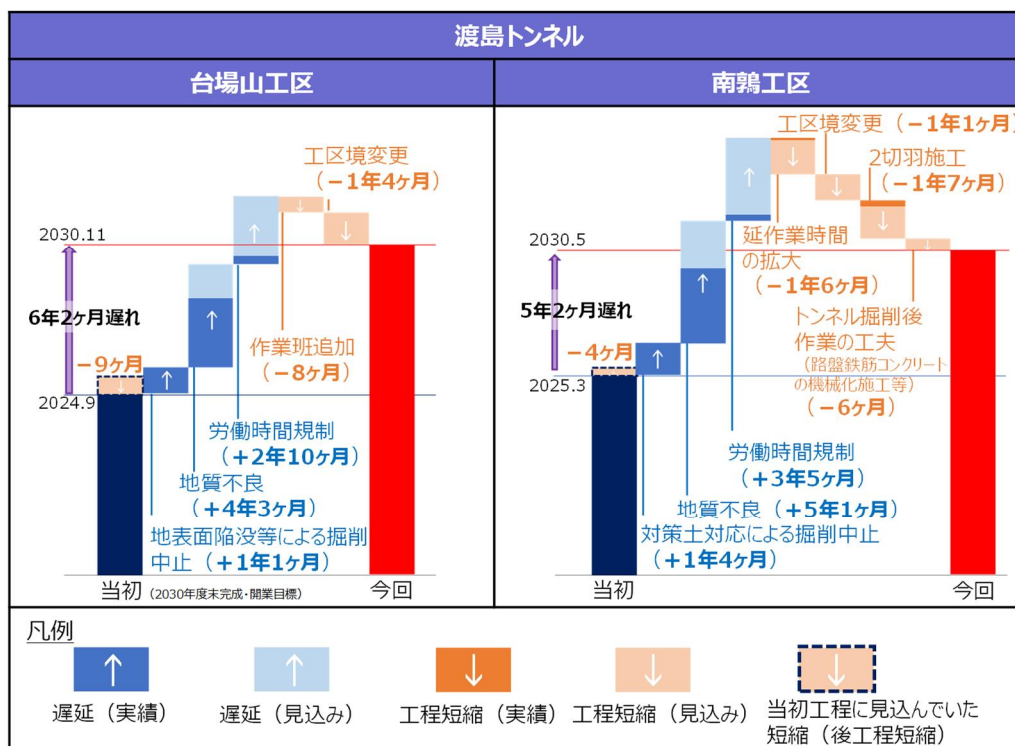
月の遅れとなることが見込まれる。

①－２ 南鶉工区

- 掘削開始までに機構が実施した地質調査では、弾性波探査のほか、地表踏査とボーリング調査から工区全体の地質条件を推定している。未掘削区間においては3箇所（165km422m 地点、166km465.9m 地点、167km247.1m 地点）でボーリング調査を実施しており、うち1箇所では膨張性粘土鉱物を有することを確認している。
- 500m を目標に機構が長尺ボーリング調査を実施したところ、粘性土による締付けで183m 削孔した時点でケーシングが回転しなくなり、それ以上削孔できない状況となった。ボーリング試料を分析したところ、地盤の膨張性を評価する指標であるスメクタイト含有量は65～87%と膨張性への対応の検討が必要な20%を大きく上回ることで、浸水崩壊度（泥岩や凝灰岩類を水に浸し、安定性や盤ぶくれの可能性を評価する試験から得られる指標）が最も悪い4と完全に泥状化していること、地山強度比が0.04～1.78と対策が必要となる2を下回り強度が十分でないことが確認された。これにより、長尺ボーリングの区間においては、膨張性の地質が継続することは確認されたが、掘削が難航する地層（八雲層）とその前方の地層（安山岩）の地層境は確認されなかった。
- 空中電磁探査の結果について、本有識者会議において既往の調査結果と合わせて分析したところ、未掘削区間のうち、空中電磁探査から得られた比抵抗値と弾性波探査から得られた弾性波速度が相対的に高い値を示している区間は、既往の鉛直ボーリングの結果から安山岩を想定している区間と概ね一致していることが確認された（その後掘削が進行し、想定していた地点から安山岩の出現が確認された。）。ただし、比抵抗の変化量については、隣接する地層との地層境において変化量の大きな箇所は確認されていない。また、残る区間については、比抵抗値は一定ではないものの比抵抗の変化量が小さいことや、既往の地表踏査、鉛直ボーリングの結果や、隣接工区側から実施した水平ボーリング及び隣接工区の切羽の状況から、黒松内層下部の出現を想定する。ただし、南鶉工区の未掘削区間においては、長尺ボーリング調査による地質把握が出来ていないこと、渡島半島の地質は成り立ち故に複雑であることから、地質想定には不確実性が相当程度残ることとなった。
- 以上を踏まえ、南鶉工区の安山岩の想定月進は、隣接工区における安山岩の実績月進と同程度と見込むこととした。また、黒松内層下部を想定する区間については、既往の鉛直ボーリングで膨張性粘土鉱物を有することを確認していることから、近隣工区のうち、膨張性粘土鉱物を有し、かつ、弾性波速度が概ね同程度である工区の実績月進と同程度と見込むこととした。ただし、上述のように地質想定に不確実性が残ることから、想定月進に対する不確実性も相当程度残ることとなった。
- 以上から、蓋然性の高いリスクとして、現在掘削が難航している地質が一定程度継続した後に想定している地質が出現すること、また、それぞれの地質

区分に応じ、これまでに当該工区や周辺工区で必要となった補助工法が必要となることを見込むとともに、南鶉工区は山岳工法であり、一時的な多量湧水や軽微な機械装置の不具合、作業事故等による作業中止を見込んだ。

- 南鶉工区の軌道開放までの工程を 2030 年度開業工程と比較しながら分析した（図 1）。これまでに、対策土対応による掘削中止により約 1 年 4 ヶ月、地質不良により約 3 年 1 ヶ月、労働時間規制により約 3 ヶ月の遅れが生じており、工程短縮策として令和 6 年 1 月より延作業時間の拡大、同年 10 月より 2 切羽施工を開始したところであるが、現時点で正味約 4 年 4 ヶ月の遅れとなっている。また、今回見込んだ地質想定毎の想定月進に基づく、地質不良の継続によりさらに約 2 年、労働時間規制によりさらに約 3 年 2 ヶ月の遅れが見込まれ、今回新たに見込んだ工程短縮策による約 4 年 8 ヶ月の短縮効果を考慮しても、正味約 5 年 2 ヶ月の遅れとなることが見込まれる。



【図 1】 渡島トンネル（台場山、南鶉の各工区）の土木工程の見通し

② 羊蹄トンネル

- 羊蹄トンネルについては、これまでも岩塊の出現により掘進が長期間停止する事態が複数発生しており、土木工程の見通しを検討する上で、未掘削区間の岩塊のリスクをどのように見込むかが課題となっている。
- 高密度弾性波探査の結果について、機構においてこれまでの施工実績と合わせて分析した結果、1.8～2.0km/s の速度帯が連続的に分布する箇所のうち、一部に 2.0km/s を上回る速度帯を含み地盤が一定程度硬いことが示唆される 9 箇所（有島工区 5 箇所、比羅夫工区 4 箇所）については、シールドマシン

による掘進に影響がある岩塊が存在する可能性がある」と判断された。そこで、岩塊の状況を調べるために機構において地上からのボーリング調査を実施したところ、3箇所（有島工区2箇所、比羅夫工区1箇所）でシールドマシンによる掘進が停止するおそれがある岩塊の存在が確認され、2.（2）③に記載のとおり対策を講じている。残る6箇所（有島工区3箇所、比羅夫工区3箇所）については、ボーリング調査の結果からは、シールドマシンによる掘進が停止するおそれがある岩塊の存在は確認されなかった。しかしながら、ボーリング調査は線路中心線沿いに実施され線路横断方向の岩塊の有無までは確認できないという調査の限界があり、残る6箇所のうち有島工区の1箇所では、2mの岩塊により掘進が停止する事態が発生し、そこから3m掘進した地点においても再度岩塊により掘進が停止しており、この状況を高密度弾性波探査の結果と合わせて考えると、中間立坑までに岩塊により今後も掘進が停止する可能性がある状況となっている。

- また、残る5箇所（有島工区2箇所、比羅夫工区3箇所）においても掘進が停止する可能性は否定できない。これらについては、いずれも土被りが30m以上であり、シールドマシンによる掘進が困難となった場合は地上から岩塊の撤去を行うことが困難な区間となっている。これまでの施工実績では、比羅夫工区で過去に巨大な岩塊が出現した際、付近の河川への影響を最小限にしながら小断面の迂回トンネルを掘削の上、シールドマシンの反対側に迂回し岩塊を破壊する対策を講じた結果、掘進を再開するまでに2年半ほどを要した。本有識者会議において河川の有無等の現地の施工条件や想定される岩塊の規模を精査した結果、残る5箇所の岩塊のいずれかを小断面トンネルを掘削して撤去する場合、上記の比羅夫工区の場合と比べて迂回トンネルの延長が短縮可能なことを確認し、岩塊1箇所につき撤去期間を12ヶ月と見込んだ。また、岩塊出現時の撤去期間をさらに短くする観点から、迂回トンネルをシールドマシンの側部まで掘削し、そこから導坑を設けて、岩塊を側方から切削し、撤去する方法など、現場の状況に応じて適切な撤去方法を検討することが望ましい。

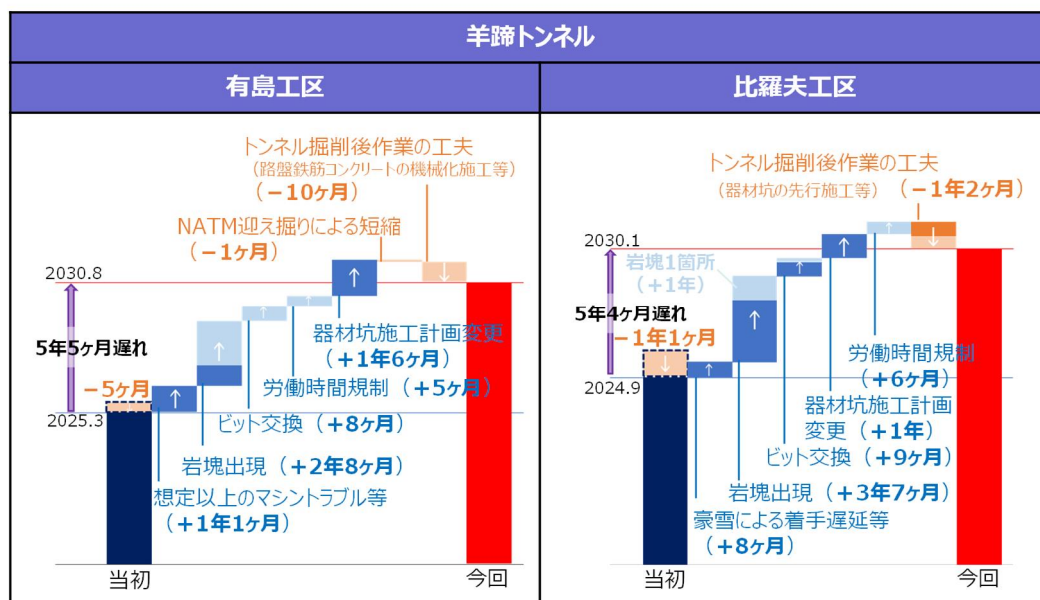
②ー1 有島工区

- 蓋然性の高いリスクとして、シールドマシンによる掘進に影響する可能性がある2箇所の区間のうち、高密度弾性波探査の結果、2.0～2.5km/sの速度帯が連続的に分布する区間に位置する1箇所で岩塊の撤去が必要となり12ヶ月掘削が停止すること、高密度弾性波探査および電気探査の結果から岩塊リスクが高いと考えられる現在のマシン位置近傍の区間の掘進が約10ヶ月遅延することを見込むとともに、軽微な機械装置の不具合、作業事故による作業中止を見込んだ。
- 有島工区の軌道開放までの工程を2030年度開業工程と比較しながら分析した（図2）。これまでに、想定を上回るシールドマシントラブル等により約1年1ヶ月、岩塊出現による掘進停止により約10ヶ月、器材坑施工計画の変更により約1年6ヶ月の遅れが生じており、現時点で約3年5ヶ月の遅れと

なっている。また、今回見込んだ岩塊の出現による掘進停止によりさらに約1年10ヶ月、シールドマシンのカッタービットの交換により約8ヶ月、労働時間規制により約5ヶ月の遅れが見込まれ、今回新たに見込んだ工程短縮策による約11ヶ月の短縮効果を考慮しても、正味約5年5ヶ月の遅れとなることが見込まれる。

②ー2 比羅夫工区

- 蓋然性の高いリスクとして、シールドマシンによる掘進に影響する可能性がある3箇所の区間のうち、高密度弾性波探査の結果、 $2.0\sim 2.5\text{km/s}$ の速度帯が連続的に分布する区間に位置する1箇所で岩塊の撤去が必要となり12ヶ月掘削が停止することを見込むとともに、軽微な機械装置の不具合、作業事故による作業中止を見込んだ。
- 比羅夫工区の軌道開放までの工程を2030年度開業工程と比較しながら分析した(図2)。これまでに、豪雪による着手遅延等により約8ヶ月、岩塊出現による掘進停止により約2年7ヶ月、シールドマシンのカッタービットの交換により約7ヶ月、器材坑施工計画の変更により約1年の遅れが生じており、工程短縮策として器材坑の先行施工等を実施しているところであるが、現時点で約4年3ヶ月の遅れとなっている。また、今回見込んだ岩塊の出現による掘進停止によりさらに約1年、シールドマシンのカッタービットの交換によりさらに約2ヶ月、労働時間規制により約6ヶ月の遅れが見込まれ、今回新たに見込んだ工程短縮策による約1年2ヶ月の短縮効果を考慮しても、正味約5年4ヶ月の遅れとなることが見込まれる。



【図2】羊蹄トンネル（有島、比羅夫の各工区）の土木工程の見通し

③ 札幌トンネル

- 石倉工区、星置工区、富丘工区の土木工程については対策土の受入地確保の

難航により、また、札幌工区については発進立坑における騒音追加対策等により着手が遅れており、地質不良等からその後もその遅れが回復できていない状況にある。一時的な多量湧水や軽微な機械装置の不具合等の比較的発生度の高いトラブルであっても、全体工程に大きな影響を及ぼしかねない状況となっている。

③－１ 石倉工区

- 石倉工区は山岳工法であり、蓋然性の高いリスクとして、一時的な多量湧水や軽微な機械装置の不具合、作業事故等による作業中止を見込んだ。
- 石倉工区の軌道開放までの工程を 2030 年度開業工程と比較しながら分析した（図 3）。これまでに、工事用道路等に関する協議の遅れにより約 1 年 1 ヶ月、対策土受入地確保難航により約 1 年 1 ヶ月、地質不良により約 9 ヶ月、労働時間規制により約 4 ヶ月の遅れが生じており、令和 6 年 3 月より延作業時間の拡大を開始したところであるが、現時点で正味約 3 年の遅れとなっている。また、今回見込んだ地質想定毎の想定月進に基づくと、ベルコン段取り替えによる遅延により約 4 ヶ月、労働時間規制によりさらに約 1 年 3 ヶ月の遅れが見込まれ、今回新たに見込んだ工程短縮策による約 1 年 7 ヶ月の短縮効果を考慮しても、正味約 3 年 3 ヶ月の遅れとなることが見込まれる。

③－２ 星置工区

- 星置工区は山岳工法であり、蓋然性の高いリスクとして、一時的な多量湧水や軽微な機械装置の不具合、作業事故等による作業中止を見込んだ。
- 星置工区の軌道開放までの工程を 2030 年度開業工程と比較しながら分析した（図 3）。これまでに、対策土受入地確保難航により約 3 年 2 ヶ月、地質不良により約 9 ヶ月、労働時間規制により約 3 ヶ月の遅れが生じており、令和 6 年 1 月より延作業時間の拡大を開始したところであるが、現時点で正味約 4 年の遅れとなっている。また、今回見込んだ地質想定毎の想定月進に基づくと、地質不良によりさらに約 4 ヶ月、労働時間規制によりさらに約 1 年 10 ヶ月の遅れが見込まれ、今回新たに見込んだ工程短縮策による約 3 年の短縮効果を考慮しても、正味約 3 年 4 ヶ月の遅れとなることが見込まれる。

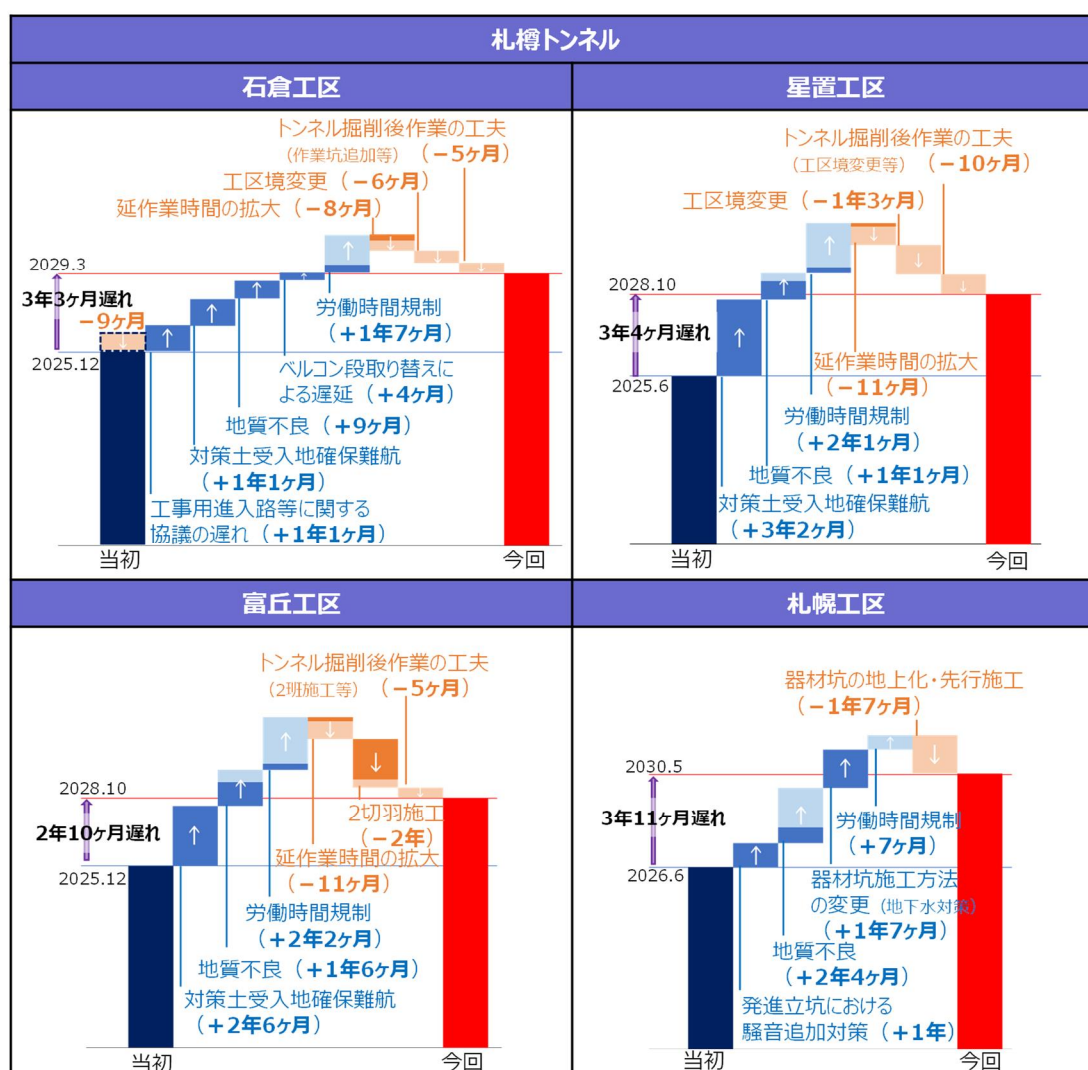
③－３ 富丘工区

- 富丘工区は山岳工法であり、蓋然性の高いリスクとして、一時的な多量湧水や軽微な機械装置の不具合、作業事故等による作業中止を見込んだ。
- 富丘工区の軌道開放までの工程を 2030 年度開業工程と比較しながら分析した（図 3）。これまでに、対策土受入地確保難航により約 2 年 6 ヶ月、地質不良により約 1 年、労働時間規制により約 3 ヶ月の遅れが生じており、令和 5 年 4 月より 2 切羽施工、令和 6 年 1 月より延作業時間の拡大を開始したところであるが、現時点で正味約 1 年 11 ヶ月の遅れとなっている。また、今回見込んだ地質想定毎の想定月進に基づくと、地質不良によりさらに約 6 ヶ月、労働時間規制によりさらに約 1 年 11 ヶ月の遅れが見込まれ、今回新たに見

込んだ工程短縮策による約3年4ヶ月の短縮効果を考慮しても、正味約2年10ヶ月の遅れとなることが見込まれる。

③ー4 札幌工区

- 札幌工区はシールド工法であり、発進立坑から起点方に掘進した際に巨礫によるスクリーコンベアの閉塞が生じたことから、蓋然性の高いリスクとして、現在掘進中の発進立坑から終点方の区間においても、同様に巨礫によるスクリーコンベアの閉塞を見込むとともに、鉛直ボーリング調査の結果から粘性土の割合が一定以上と想定される区間にわたって掘進速度の低下が続くこと、軽微な機械装置の不具合、作業事故等による作業中止を見込んだ。
- 札幌工区の軌道開放までの工程を2030年度開業工程と比較しながら分析した(図3)。これまでに、発進立坑における騒音追加対策により約1年、地質不良により約8ヶ月、器材坑施工方法の変更(地下水対策)により約1年7ヶ月の遅れが生じており、現時点で約3年3ヶ月の遅れとなっている。また、今回見込んだ地質不良によりさらに約1年8ヶ月、労働時間規制により約7ヶ月の遅れが見込まれ、今回新たに見込んだ工程短縮策による約1年7ヶ月の短縮効果を考慮しても、正味約3年11ヶ月の遅れとなることが見込まれる。



【図3】札幌トンネル（石倉、星置、富丘、札幌の各工区）の土木工程の見通し

(4) 更なる工程遅延リスク

- 上記3.(3)では、土木工程において蓋然性の高いリスクを見込んだが、これらに加え、実際には様々なリスクが発現する可能性があり、特に工程への影響が大きい更なる工程遅延リスクについて、リスク表を作成して分析を行った。
- 渡島トンネルについては、台場山工区、南鶉工区のいずれにおいても、未掘削区間で想定以上に地質不良が続く、低い月進が継続することにより、遅延が発生する可能性がある。
- 羊蹄トンネルについては、今回蓋然性が高いリスクとして見込んでいるものの以外の岩塊が出現することにより、遅延が発生する可能性がある。なお、このリスクに対しては、機構において、新たな斜坑の設置により更なる工程遅延の影響を極力抑制する方策が検討されている。
- 札幌トンネルについては、札幌工区や星置工区においては想定外の対策土の出現に伴う受入地の不足、富丘工区においては想定外の対策土の出現に伴う受入

地の不足、市街地区間での騒音・振動等による夜間施工の制限に伴う月進の低下、石倉工区においては地質不良により、遅延が発生する可能性がある。

(5) その他重点的に管理すべき土木工区の工程

- トンネル掘削工事の難航でクリティカルとなっている3トンネル8工区だけでなく、土木工事の後に行われる設備工事に早期に着手しなければ開業時期に影響を及ぼすおそれがある工区が存在する。
- 6.(1)の全体工程を踏まえて該当する土木工区を抽出したところ、立岩トンネル(豊津工区)、豊野トンネル、平里高架橋、長万部駅高架橋、共立路盤、倶知安駅高架橋、琴平高架橋、二ツ森トンネル(尾根内工区)がこれに該当した。これらの工区についても重点的に管理する必要がある。
- 上記の工区のうち、高架橋や路盤などトンネル以外の構造物では、コンクリートや杭打ち機などの資機材不足や杭の支持層となる地盤の不確実性などによる工程遅延のリスクも存在することに留意する必要がある。

4. 設備工程

(1) 基本的な考え方

- 設備工事のうちの軌道・電気工事については、土木工事の軌道開放後に順次着手することから、土木工程が流動的な現時点では軌道・電気工程も流動的である。また、新幹線の軌道・電気工事は専門性が高く、受注できる軌道・電気の工事会社が全国的に見ても少ないこと、受注実績のある工事会社の半数弱は北海道に支店や営業所を持っていないことから、北海道外から作業員を派遣させる必要がある状況にある。
- 軌道工事については、土木工事の軌道開放後に順次着手することとなる。具体的には、軌道基地を基点とし、(ア)基準器設置、(イ)レール1次溶接、(ウ)仮軌道敷設、(エ)軌道スラブ敷設、CAモルタル注入、レール敷設、(オ)レール2次溶接、(カ)レール面整正、(キ)設定替・レール3次溶接、の順に実施する。このうち、特にCAモルタル注入及びレール溶接については、技術者が限られていることから、全工区同時に工事に着手することは出来ない。
- 電気工事については、軌道工事におけるレール面整正後の着手を基本とする。具体的には、(ア)電車線支持物、(イ)電車線き電線、(ウ)電車線延線、(エ)通信線路(光ケーブル・通信機器)、(オ)電力線路(電力ケーブル・電力機器)、(カ)信号線路(信号ケーブル・信号機器)、(キ)通信線路(LCXケーブル)、(ク)電車線調整、(ケ)信号諸試験、の順に実施する。
- 冬季においては、品質確保、安全確保の観点や軌道・電気工事の特徴を考慮すると、作業に制約が生じる。例えば、品質確保の観点からは、トンネル内であっても冬季は5℃未満となることが多く、CAモルタルの品質を確保するための基準に抵触することや、安全確保の観点からは、凍結を伴う環境での屋外作業は、労働災害等の危険性が非常に高いこと、工事用機械(軌陸車)は完全に除雪しないと走行できないこと、軌道・電気工事の特徴の観点からは、長い距離を移動し

ながらの作業となり、資材置き場が大規模で除雪には大きな労力がかかること、といった課題がある。

- しかしながら、品質や安全に支障を生じない範囲内で、冬季においても可能な限り軌道・電気工事を実施することを前提とする。具体的には、軌道工事については、明かり区間では、積雪、気温の影響を考慮し、冬季施工は実施しないこととするが、CAモルタル注入以外のトンネル内の軌道工事は冬季施工を実施することとする。同様に、電気工事については、明かり区間では冬季施工は実施しないこととするが、トンネル区間や建屋内では冬季施工を実施することとする。なお、トンネル区間の軌道・電気工事については、雪による作業中止及び効率の低下の影響を考慮し、作業効率 80%と見込んだ。
- 軌道・電気工事に共通する影響として、働き方改革関連法に基づく労働条件の見直しにより、労働時間が 91%に低下することを考慮した。

(2) 工程短縮策の検討

- 軌道・電気工程については、2030 年度開業工程を設定する際に、考え得る限りの工程短縮策を挙げた上で、工程に取り込むことが可能なものは最大限実施することとされていた。具体的には、(ア) 標準的には1工区に1基地（北海道新幹線では10工区10基地）設置する軌道基地を4基地追加（計14基地）、(イ) 除雪をした上で、トンネル区間における仮軌道敷設、レール2次溶接、レール敷設作業を冬季施工で計画、(ウ) 作業技能者数に制約のあるガス圧接からフラッシュバット溶接に変更、(エ) レール溶接作業員不足に対応し、レール1次溶接を実施しない150m レールの導入、(オ) 上下渡り線の増加（軌道基地箇所において、軌道工事の進捗に伴い撤去される仮渡り線に代わって乗越分岐器を設置）を工程に取り込むことで、全体として1年程度の工程短縮効果が見込まれていた。
- なお、その他短縮策として、(ア) 施工スピードの向上（フラッシュバット溶接の不良率の低減やスラブ敷設の効率化等に資する技術開発）、(イ) CAモルタル冬季施工の実施（材料の搬入・練り混ぜ等をトンネル内で完結する新たな施工法の開発）、(ウ) 工事工区の分割による同時施工、(エ) 工事用渡り線の増設による工事用車両運行頻度の増加、(オ) 軌道工事開始前の工程の空きを利用した電気工事の先行施工、(カ) 高架橋側道からの電柱建植による軌道と電気の同時施工、が考えられる。しかしながら、これらの実施には、受注者との合意や協力の成立が前提となること、また、土木工事の残りの工程が長い現時点においては施工環境（工事に使用できるヤード・軌道開放時期など）が流動的である、あるいは技術開発が進行中の案件である、といった課題があることから、軌道・電気工事の大半が未契約の現時点で工程に取り込むことは見送るのが適当である。これらの課題が解決した段階で、効果的と思われる短縮策については、受注者との協議の上、可能な限り採用することが望ましい。

(3) 蓋然性の高いリスクを考慮した軌道・電気工程

- 軌道・電気工程の今後の見通しには、これまでの施工実績等を踏まえ、軽微な機

械装置の不具合、作業事故等による作業中止を蓋然性の高いリスクとして見込んだ。なお、機構の過去の実績には、これらの事象が含まれており、これを基に設定する工程には、各線区の個別の特性に拠らない共通的なリスクの発現による短期間の遅延は含まれている。

- 以上の前提で軌道・電気工程を検討した結果、土木工事の軌道開放時期が最も遅い渡島トンネル台場山工区を含む区間の軌道・電気工事に要する期間は、約5年となった。同区間については、同時期に同種工事がなく、資機材や専門技術者等の制約を受けないものの、働き方改革関連法に基づく労働条件の見直しによる労働時間の減少等の要因により、2030年度開業工程と比べて約6ヶ月増加する結果となった。
- また、その他区間の軌道・電気工事に要する期間は5年を超える見込みとなった。これは、働き方改革関連法に基づく労働条件の見直しによる労働時間の減少に加えて、2030年度開業工程では、全長約212kmで一斉に軌道開放されることを前提に、資機材や専門技術者等の制約を考慮した効率的な手順を見込んでいたが、この前提が崩れたこと、さらに一部土木工事と競合した条件下での施工計画とせざるを得ないことが理由である。

(4) 更なる工程遅延リスク

- 軌道・電気工事については、受注可能な事業者が限定的な中で労働者や資機材の確保等が難航し、それに起因する工事発注における不調・不落の発生により、遅延が発生する可能性がある。対策としては、受注者が施工体制確立に必要となる工事工程等の前広な情報公開と早期の工事発注・契約を行うことが考えられる。

(5) その他施設の工程

- 本線上の工事である軌道・電気工事以外にも、駅、車両基地、保守基地、配電所、変電施設、信号通信機器室などの施設の工程についても6.(1)の全体工程において全体工程に影響を及ぼすか否かについて確認を行った。
- 確認の結果、いずれの施設についても、開業時期から逆算される監査・検査工程を支障せず、現時点では全体工程に影響を及ぼさないことが確認された。ただし、今後の工事進捗によっては、全体工程に影響を及ぼす可能性は否定できず、引き続き、適切に工程管理を行う必要がある。
- なお、札幌車両基地については、JR営業線に近接し、狭隘なエリアに建設することから、機構において、ECI方式（設計段階から施工者が関与する方式）を採用し、設計段階から施工者の意見を取り入れ、民間事業者の高度な知見を活用することにより、手戻りを防止し、円滑に施工が進むよう努めている。

5. 監査・検査工程

(1) 基本的な考え方

- 建設主体である機構が「工事しゅん功監査」を、営業主体であるJR北海道が「設備検査」を、国が「完成検査」をそれぞれ行うとともに、JR北海道が開業

前の訓練運転を行う。機構とＪＲ北海道が実施する監査・検査は、実車両を使用しない地上監査・検査と実車両を使用する総合監査・検査に分けられる。また、地上監査・検査を効率的に行うため、その前段階で行う事前監査・検査がある。

- 設備工事に続いて監査・検査が行われるが、監査・検査工程を検討するに際しては、ある年度末に開業すると仮定した上で、開業時期から逆算し、訓練運転、完成検査、監査・検査の順に工程の検討を行った。
- 監査・検査工程を検討するに当たっては、極寒・多雪である、工事延長が長い、長大トンネルが多いといった北海道の地域特性により、監査・検査の実施に制約が生じることを考慮する必要がある。
 - 極寒・多雪の影響については、厳冬期においては監査・検査の実施に制約を受けるが、現地に到達するための除雪作業が可能であることを前提とし、寒さや雪の影響を受けにくいトンネル区間、機器室、札幌地区については厳冬期においても監査・検査を実施するものとする。
 - 工事延長が近年開業した線区と比べて長く（金沢・敦賀間約 115km、武雄温泉・長崎間約 66km に対して約 212km）、設備数が多い。また、長大トンネルが多く、移動に時間を要する。これらは、監査・検査期間の増加の要因となる。
 - 都市部近郊区間以外では、宿舎数等の制約により、移動時間を要し、監査・検査に充てられる時間が制約される。
- また、監査・検査期間を可能な限り短くするため、強電設備の監査・検査を各系統で並行して実施する。
- 2030 年度開業工程の設定後に決まったこととして、整備新幹線の開業時では初めてとなる速度 320km/h での開業を目指すこととなり、これにより速度向上試験の試験回数が増加し、追加的に時間を要する。

（２）工程短縮策の検討

- 北海道新幹線では、平成 28 年（2016 年）の新青森・新函館北斗開業前に実車両を用いて新幹線施設及び車両に問題がないかを確認する冬季試験を実施した際に、冬季試験を 2 冬季に渡って行ういわゆる「2 冬季試験」が実施された。
- 新函館北斗・札幌間の完成・開業時期を平成 42 年度末（2030 年度末）に前倒すことが決定された平成 27 年（2015 年）1 月時点では、新青森・新函館北斗間の 1 冬季目の試験を実施している最中であった。このような中、新函館北斗・札幌間の監査・検査工程については、ブレーキ性能など懸念される項目は室内試験など別の確認方法を併用するなどの工夫をし、実車両を使用する試験を可能な限り減らす前提で、冬季試験を 1 冬季のみとする工程短縮策が見込まれていた。
- 並行して行われていた新青森・新函館北斗間の 1 冬季目の試験において、停止距離が設計値を超過する事象が発生した。このため、走行試験のデータを解析し、車上データベースを修正した上で 2 冬季目の試験が実施されたが、再び停止距離が設計値を超過する事象が発生した。
- 新函館北斗・札幌間は、さらに気象条件が厳しい極寒・多雪の後志（ニセコ・

倶知安・小樽）地域をルート上に抱えていること、また、その後、整備新幹線の開業時では初めてとなる速度 320km/h での開業を目指すこととなったことから、必要な室内試験についても計画するものの、機構と JR 北海道において、安全運行のためには実車両による 2 冬季の試験が必要とされた。

（３）蓋然性の高いリスクを考慮した監査・検査工程

- 監査・検査工程の今後の見通しには、これまでの実績等を踏まえ、軽微な機械装置の不具合による作業中止や手直しの発生を蓋然性の高いリスクとして見込んだ。なお、機構の過去の実績には、これらの事象が含まれており、これを基に設定する工程には、各線区の個別の特性に拠らない共通的なリスクの発現による短期間の遅延は含まれている。
- 以上の前提で監査・検査工程を検討した結果、監査・検査に要する期間（完成検査、冬季試験、訓練運転の期間を含み、事前監査・検査の期間は含まない）は約 2 年 9 ヶ月となった。厳しい気象条件下での 320km/h 化に伴う試験の増加等の要因により、2030 年度開業工程と比べて約 1 年 3 ヶ月増加する結果となった。

（４）更なる工程遅延リスク

- 監査・検査工程については、監査・検査実施中の設備等の損傷や盗難被害により、遅延が発生する可能性がある。対策としては、監査・検査の際の注意喚起の徹底や設備等の巡回・点検を定期的実施することが考えられる。

6. 開業時期に関する今後の見通し

（１）全体工程

- これまでに検討した土木工程、設備工程、監査・検査工程を踏まえて、設備工程と地上監査・検査の期間が重ならない範囲で、開業時期が最も早くなるように全体の工程を作成した。
- その結果、現時点においては、軌道開放時期が最も遅い渡島トンネルの台場山工区が電気工事の完了時期も最も遅く、開業時期を決定づける工区となっている。しかしながら、例えば羊蹄トンネルで更なる岩塊が出現した場合など、今後のリスクの発現状況次第では、羊蹄トンネルや札幌トンネルの各工区を始めとする台場山工区以外の工区が開業時期を決定づける工区となる可能性があることに留意する必要がある。
- また、新幹線建設工事の性質上、開業するためには全区間を通した通電やシステムの確認、営業車両を用いた走行試験などが必要であり、いずれか一つの工区のみが大きく遅れた場合であっても、開業時期はその影響を受けることになる。
- なお、「北陸新幹線の工程・事業費管理に関する検証委員会報告書」（令和 3 年（2021 年）6 月）において、新幹線の部分開業は技術的に困難であると指摘されているところではあるが、倶知安・札幌間の部分開業の実現可能性についても議論を行った。同区間内には工程上クリティカルとなる札幌トンネルを含み、今回工程に見込んだ蓋然性の高いリスクの発現を前提にすると、現時点では、札幌

トンネルの電気工事完了時期と渡島トンネル、羊蹄トンネルの電気工事完了時期との間の期間は1年未満に留まると見込まれるが、仮に部分開業を実現しようとする、技術的な課題が多く、これを解決するための追加的な対応が必要となるため、全線開業時期がさらに遅れる可能性が高い（注）。いずれにしても、特に札幌工区のトンネル掘削率が現状では21%に留まっているなど、今後の事業進捗には不確実性が残ることから、各トンネル工事の進捗状況等を十分に見極める必要がある。

（注）（ア）安定運行の確保のため、同区間の変電所に異常があった際には、隣接する新昆布変電所（羊蹄トンネルより函館側）から一時的に電源供給する計画となっており、これには羊蹄トンネルの電気工事についても完了している必要があること、（イ）札幌車両基地に新幹線車両を搬入するための搬入施設の整備や車両搬入経路の確保が必要であること、（ウ）新幹線車両の臨時修繕等を行うためには、同基地内において床面より下側に修繕設備を設置する必要があること、同基地の高架橋自体の構造変更が必要であること、（エ）全線開業に際しての指令設備のシステムに関する試験を夜間に行う必要があること、などの課題がある。

（２）機構の報告内容の合理性

- 機構においては、本有識者会議の「令和4年報告」時点で一部のトンネル工区において2030年度開業工程に対して3～4年程度の遅れが確認されて以降、当時の有識者会議で議論された工程短縮策等について受注者と協議を続けながら可能な限り実施するとともに、各種追加の地質調査を行うなど、リスクの早期把握や抑制に努めてきたところである。
- しかしながら、想定を上回る渡島トンネルにおける地質不良の継続や予期せぬ羊蹄トンネルにおける岩塊の出現等による現在の工程遅延状況に加えて、地質不良の継続や令和6年（2024年）4月以降の労働時間規制等による今後の工程遅延の見込みを考慮すると、今回本有識者会議において改めて検討した考え得る工程短縮策を加味しても、令和12年度末（2030年度末）の完成・開業は困難であると判断したとの機構の報告内容は合理的と考えられる。

（３）現時点における開業時期の見通し

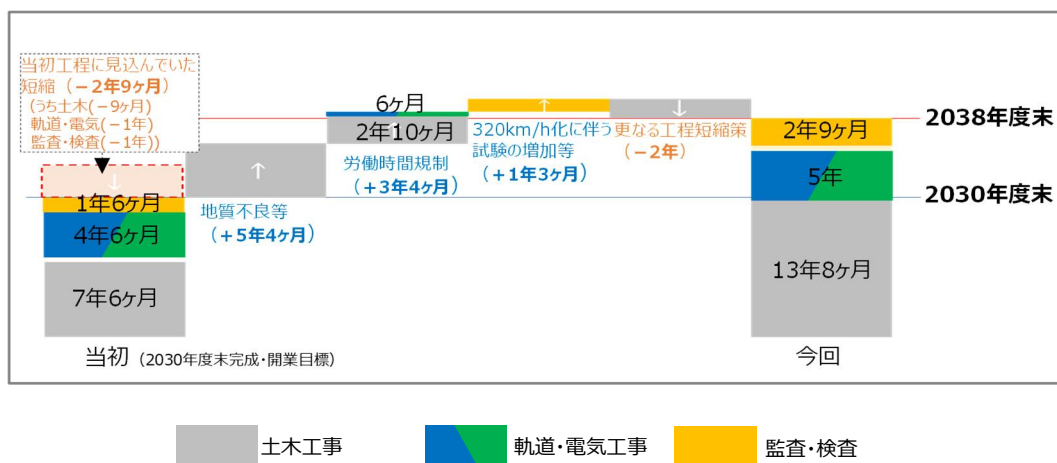
- 渡島トンネルの台場山、南鶉の各工区で実施した長尺ボーリングが地質不良によりいずれも目標の500mに到達する前に停止する事態が生じるなど、クリティカル工区のトンネル未掘削区間の全容把握には至っていない中で、現時点で把握している限りの地質の状況を踏まえると、今後の工程についても地質不良等一定のリスクを見込む必要がある。
- このため、これまでの施工実績や把握できた地質状況等を踏まえ、3.～5.で検討した蓋然性が高いリスクの発現や採用可能な工程短縮策の実施を前提とした場合、現時点では、完成・開業は概ね令和20年度末（2038年度末）頃となることが見込まれる。
- ただし、リスクの種類やその発現の仕方は多種多様であるため、どのようなリスクがどのように発現するかを具体的に想定することは非常に困難であり、リス

クの種類やその発現の仕方によって完成・開業の見通しには流動的な要素もある。仮に、工程に見込んだ蓋然性の高いリスクに加え、特に工程への影響が大きい更なる地質不良や岩塊の出現等が生じた場合には、さらに数年単位で遅れる可能性がある。

- また、工区毎の土木工事の進捗を見つつ、以後の設備工程等を適切に見直す必要があるため、この点も完成・開業を見通すにあたって流動的な要素となる。

(参考) 2030 年度開業工程との比較

- 現時点で開業時期を決定づける工区である渡島トンネルの台場山工区を対象として、蓋然性が高いリスクの発現や採用可能な工程短縮策の実施を前提とした場合に現時点で見込まれる令和 20 年度末（2038 年度末）完成・開業の工程と 2030 年度開業工程との比較を行った（図 4）。なお、2030 年度開業工程については、土木工事で約 9 ヶ月、軌道・電気工事で約 1 年、監査・検査で約 1 年の工程短縮を見込んでいた。
- 比較結果を要因別に整理すると、地質不良（地表面陥没等による掘削中止を含む）により約 5 年 4 ヶ月、労働時間規制により土木工程と軌道・電気工程の合計で約 3 年 4 ヶ月、速度 320km/h 化に伴う試験の増加等により約 1 年 3 ヶ月遅れるが、2030 年度開業工程に見込んでいなかった土木工事の更なる工程短縮策による約 2 年の短縮を考慮すると、約 8 年の遅れの見込みとなる。



【図 4】渡島トンネル台場山工区の全体工程の見通し（2030 年度開業工程との比較）

7. 今後の対応

- 現時点の開業見通しには相当程度の不確実性が残るため、引き続き、ワーキングチーム等を活用しつつ、現時点で工程上のクリティカルとなっている渡島トンネル、羊蹄トンネル、札幌トンネルの貫通に一定の目途が立った段階で、明かり工事の生コン材料等の不足による遅延リスク、軌道・電気工事における不調不落等のリスク、明かり工事の状況や軌道・電気工事の更なる工程短縮策の実施可否等を見極めた上で、改めて全体工程を精査し、国・機構において開業時期（工事の

完了予定時期）を定めることが適切である。なお、トンネルの貫通に一定の目途が立つ条件としては、渡島トンネルの未掘削区間の地質の全容が把握されること、羊蹄トンネルで岩塊の出現が見込まれている区間の掘削が完了すること、札幌トンネルの未掘削区間から発生し得る対策土に対して十分な受入地が確保されること等が考えられるが、リスクの発現の仕方は多種多様であり、現時点で条件を具体的かつ網羅的に挙げることは困難である。

- 沿線自治体は、新幹線の受益者として建設費を一部負担するとともに、駅前の再開発事業を実施しており、発生土受入地の確保や作業用地の確保等に当たっても協力が不可欠なプロジェクト・パートナーである。本有識者会議の「令和4年報告」においても、関係者間の情報共有や課題解決に向けた相互協力の必要性について指摘したところであり、令和6年（2024年）7月に設置された沿線自治体、鉄道局、機構等からなる北海道新幹線札幌延伸推進会議の場や機構において設置された地域連携チームを通じて、工事の進捗状況等について情報共有しているところである。沿線自治体の理解と協力を得るためにも、引き続き、これらの枠組みを通じて、工事の進捗状況やリスクの発現状況等について、関係者と随時情報共有することが必要である。
- 「北陸新幹線の工程・事業費管理に関する検証委員会の報告書」において、認可前の工期の予測精度の向上について指摘されていたところであり、それを踏まえて、今回の札幌延伸に際しては、予期せぬ地質不良や岩塊の出現により掘削が難航する区間において、長尺ボーリング調査、空中電磁探査、高密度弾性波探査等を追加で実施することにより、地質見通しの精度を高めるよう努めた。しかしながら、着工後に想定以上の地質不良が判明した今回の事例を教訓とし、認可前及び着工後のいずれにおいても、経済合理的な範囲で地質調査等を一層拡充するなど、予測の精度を高める努力を続ける必要がある。
- 事業費については、本有識者会議の「令和4年報告」において、継続してモニタリングが必要であること、一定の工事の進捗が見られた場合やリスクが発現した場合などのタイミングで、必要な見直しを適切に行っていくことが重要であると指摘した。現時点では、土木工事の見通し等の不確実性が高い状況であるが、足下の物価高騰、工程遅延や工程短縮策の実施等が事業費に与える影響について、工事の進捗と併せて注視することが必要である。
- 機構や鉄道局、沿線自治体、営業主であるJR北海道等の関係者がそれぞれ重要な役割を担う当事者であるとの共通認識を持ち、一丸となって、今回示した工程に見込まれていない更なるリスクも含めたリスクの発現やその影響を最小限にしつつ、トンネルの施工性向上に資する新技術の活用など、工程にも工夫を凝らし、一日も早い開業に努めることを望む。