

# 第二青函多用途トンネル構想

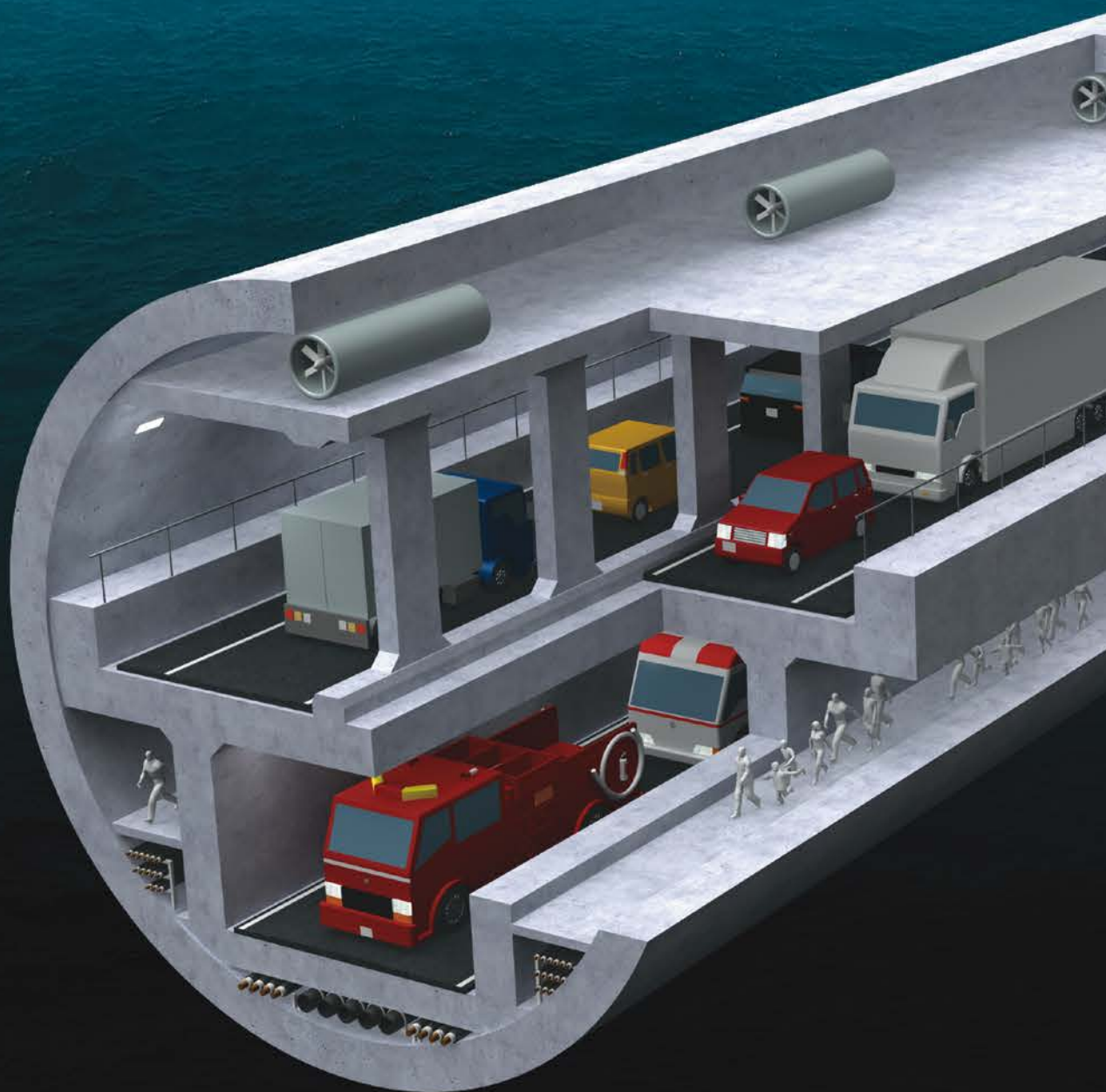
～北海道本州間を結ぶ～

～有人自動車走行道路トンネルの提案～

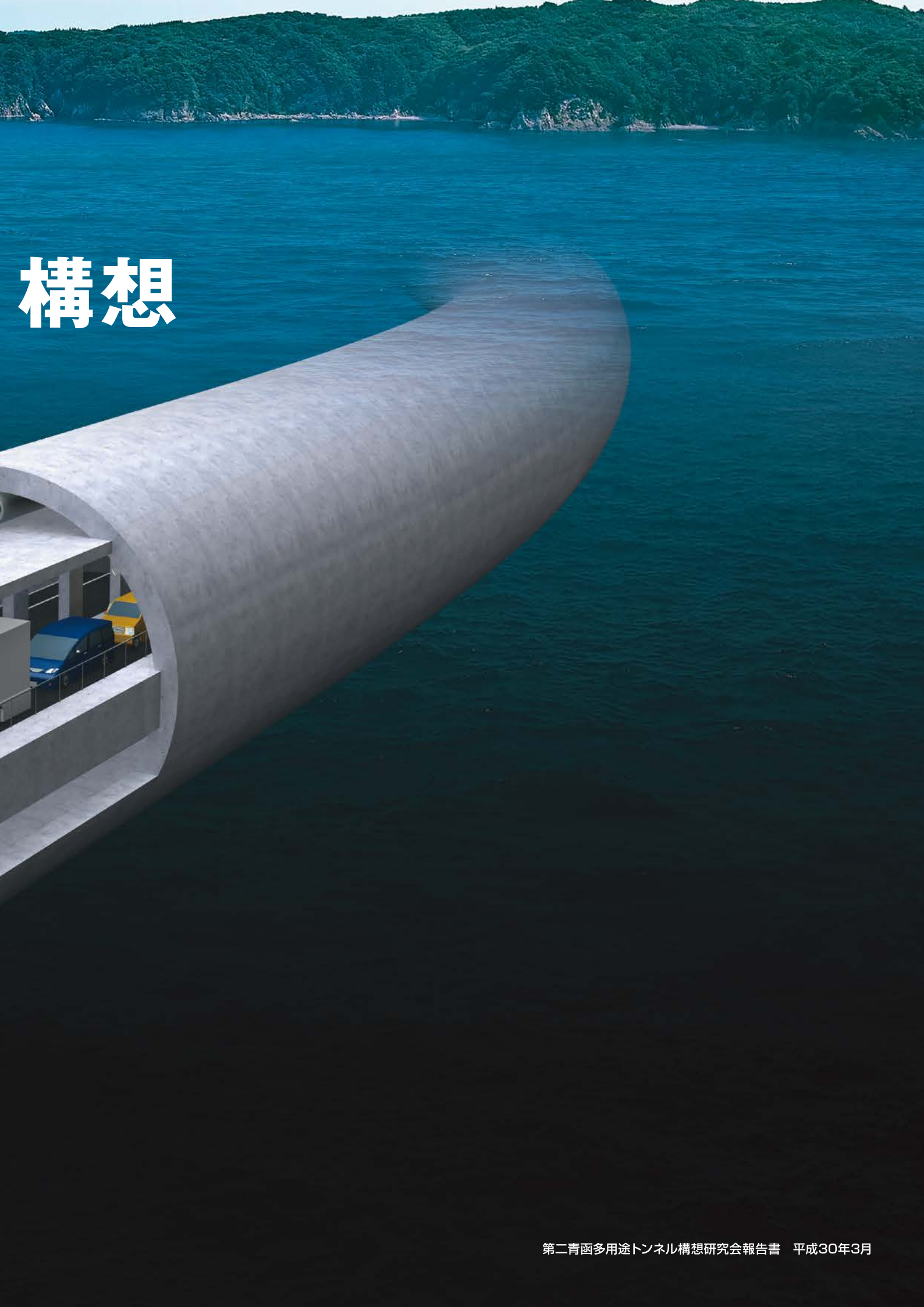
平成 30 年 3 月

〈有人自動車走行道路トンネルを実現する〉

# 第二青函多用途トンネル







# 構想

# 第二青函トンネル断面イメージ

■道路構造規格：第1種第3級

■設計速度：80km/h

■有人自動車運転

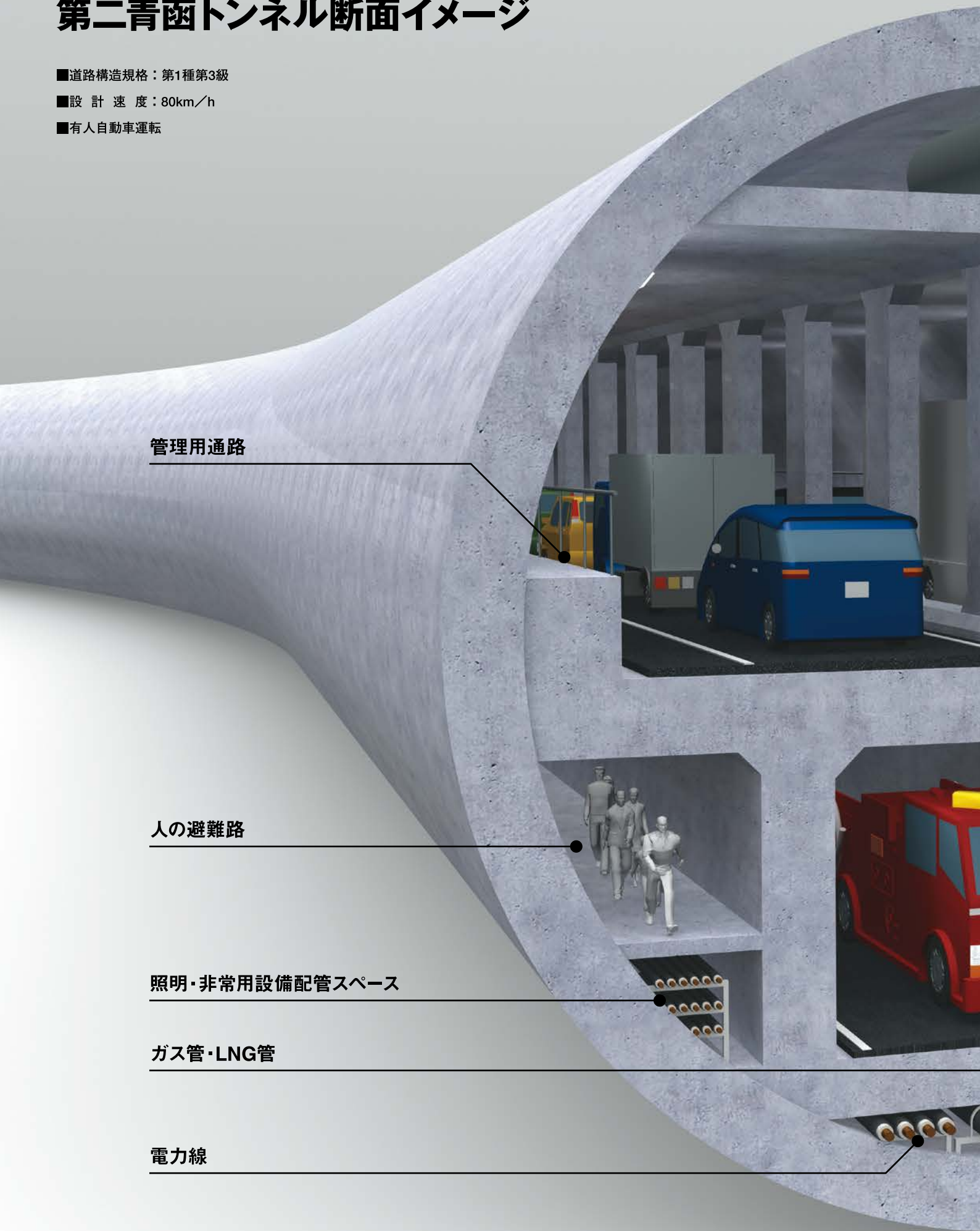
管理用通路

人の避難路

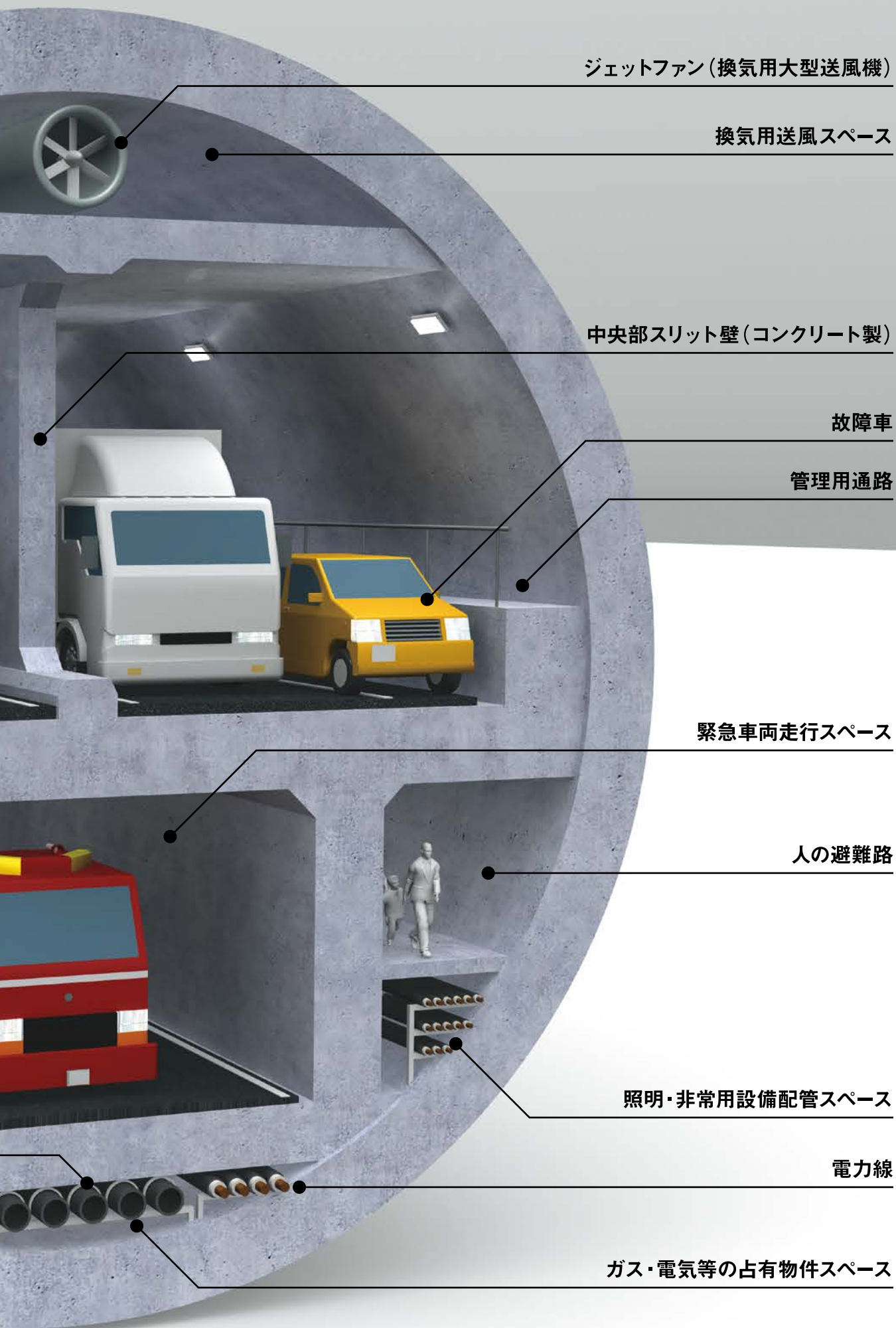
照明・非常用設備配管スペース

ガス管・LNG管

電力線







ジェットファン(換気用大型送風機)

換気用送風スペース

中央部スリット壁(コンクリート製)

故障車

管理用通路

緊急車両走行スペース

人の避難路

照明・非常用設備配管スペース

電力線

ガス・電気等の占有物件スペース

---

## 目 次

---

I. 研究会の目的	7
II. 青函トンネルの概要と課題	8
1. 青函トンネルの概要	8
2. 青函トンネルの課題	10
III. 第二青函トンネルに関する既往の構想と青函トンネル課題の解決策	11
1. 日本プロジェクト産業協議会（JAPIC）の構想（2017年3月）	11
2. 日本建設業団体連合会（日建連）鉄道工事委員会（2016年3月）	11
3. 青函トンネルの課題と既往構想	12
IV. 第二青函多用途トンネル構想	14
1. 有人自動車走行可能なトンネルの検討課題と本構想での考え方	14
(1)路線決定の課題	
(2)構造上の課題	
(3)施工上の課題	
(4)管理上の課題 換気対策、PA設置	
(5)安全上の課題 火災、事故	
(6)概略構造	
2. 建設事業費	18
3. キャッシュフロー（CF）及び経済効果	18
(1)主な前提	
(2)将来キャッシュフロー（CF）と投資回収可能年数	
(3)経済波及効果	
IV. 結語	22

## I. 研究会の目的

北海道新幹線は、青函トンネルを中心に貨物との共用部分が多くあり、同区間は貨物とのすれ違い走行となるため、本来の高速走行が出来ない状況となっており、早急な解決が求められています。

その解決策として、平成29年3月に民間主導でプロジェクト提言をしてきた日本プロジェクト産業協議会（JAPIC）が、列車専用の第二青函トンネル構想を提言しました。同構想は、総事業費7,500億円となっており、二本のトンネルで構成されています。一本目は、鉄道貨物及びカートレインの共用トンネル（4,200億円）、二本目は、無人自動車走行トンネル（3,300億円）です。そのほか、送電線、ガスパイプラインなども引き込むことも目指しています。

また、平成28年3月には、日本建設業連合会鉄道工事委員会が、「第2津軽海峡線建設構想」を取りまとめています。3ケースを検討しており、第2トンネルは①新幹線専用（在来トンネルは貨物専用）、②貨物専用（複線）、③貨物専用（単線）利用を想定しています<sup>1</sup>。

こうした提言を踏まえつつ、輸送コストの低減や観光需要の拡大など北海道の可能性をさらに引き出すプロジェクトとするために、自動車が有人走行できる道路トンネルも含めた第2青函トンネル構想を検討するため有識者による研究会を発足し、多用途トンネルとしての第2青函トンネルの技術面、採算面などの実現可能性の検討、実現に向けた課題などの抽出を行い、提言を取りまとめました。

### 第二青函多用途トンネル構想研究会委員（五十音順）

石井 吉春 北海道大学大学院公共政策学連携研究部教授（座長）  
神尾 哲也 戸田建設執行役員（JAPICプロジェクト取りまとめ担当者）  
加森 公人 加森観光社長  
栗田 悟 北海道建設業協会副会長  
田中 義克 トヨタ自動車北海道顧問（前社長）  
田村 亨 北海商科大学教授  
オブザーバー 北海道経済連合会、北海道商工会議所連合会

第一回研究会 平成29年6月20日

第二回研究会 平成29年9月1日

第三回研究会 平成29年11月29日

<sup>1</sup> 第二青函トンネルの構想提言として、それ以前に「北海道成長戦略ビジョン」（一般社団法人北海道商工会議所連合会、平成26年7月）、「北海道の交通関連社会資本のあり方～北海道の強みを活かした産業を支える社会基盤の実現に向けて～」（北海道経済連合会、平成28年11月）がある。特に、「北海道成長戦略ビジョン」では、「国内の物流では、季節繁閑で生じる片荷や津軽海峡による陸上輸送の制約が課題となっており、物流の平準化や基盤整備が必要である。」とし、政策として「『第2青函トンネル』等の整備による、北海道一本州間の自動車物流の確立」をあげている。

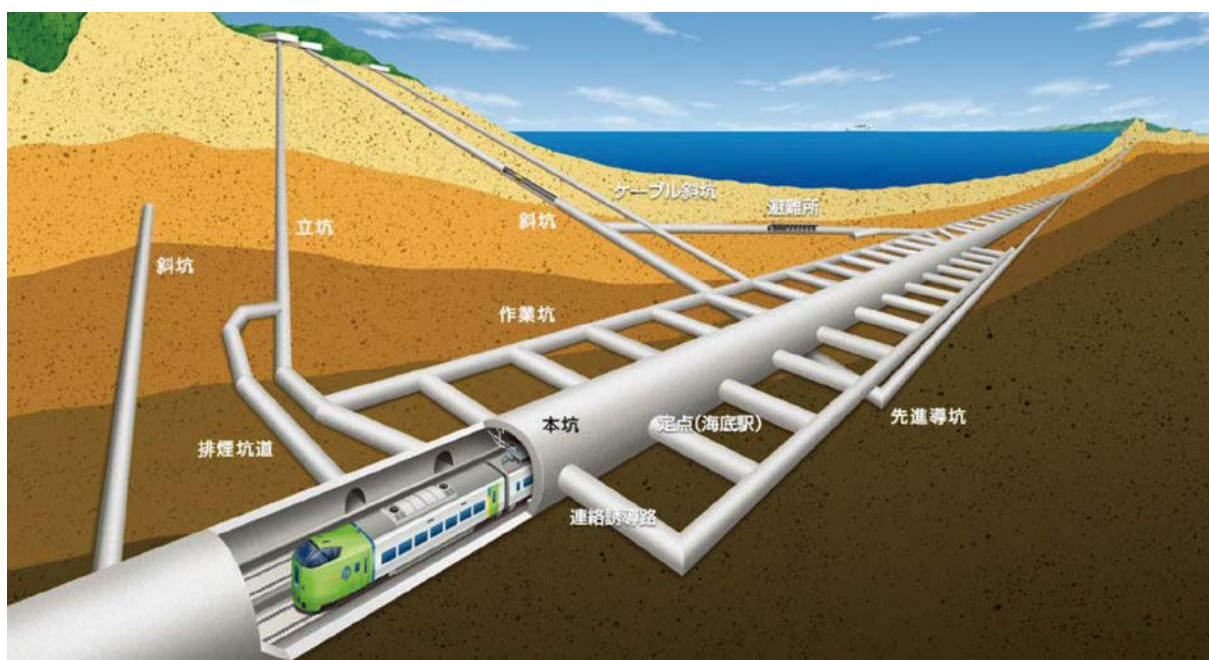
## II. 青函トンネルの概要と課題

### 1. 青函トンネルの概要

(JR北海道HPより <http://www.jrhokkaido.co.jp/seikan/01.html>)

40余年の歳月と人々の熱い情熱、英知、技術が生み出した世紀の大事業。

青函トンネルは戦前に構想が計画され、本格的な調査は終戦後に行われました。昭和29年には洞爺丸事故によって構想の早期実現が叫ばれ、その10年後の昭和39年に北海道側吉岡調査斜坑の着工にこぎつけたのです。その後、幾多の試練と挫折を繰り返しながら、昭和60年3月に本坑全貫通。その3年後の昭和63年3月13日、北海道と本州を陸続きにした「青函トンネル」が完成し、函館・青森間の営業が開始されました。全長53.85km、海面下240m。構想から40余年の長い歳月とトンネルの情熱を燃やし続けた人々の夢が実を結び、海の下をくぐり抜ける壮大なドラマが完成したのです。



### ナウマン像が行き来した道に造られた海底トンネル。

(JR北海道HPより <https://www.jrhokkaido.co.jp/seikan/02.html>)

青函トンネルの始点は、青森県東津軽郡今別町浜名、終点は北海道上磯郡知内町湯の里です。その総延長は53.85kmあり、英仏海峡トンネルを越えるトンネルです。総延長のうち23.3kmが海底部にあたり、海底からトンネルまでの最小土かぶり100m、最大水深が140mと海底の浅いところを選んで掘ったため、津軽海峡の最短距離19kmより4.3km長くなっています。

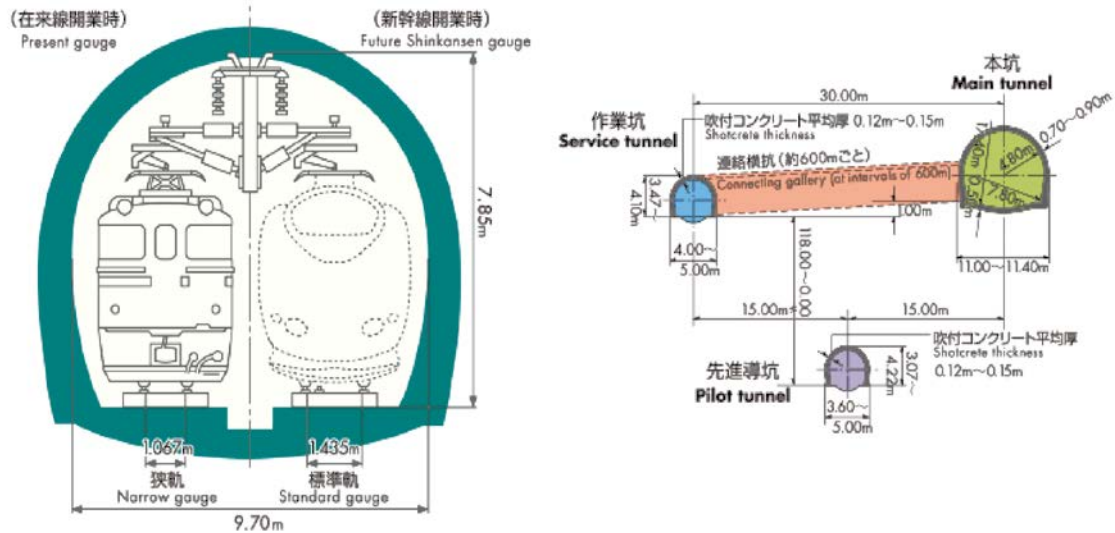
トンネルを掘った部分は、氷河期に本州と北海道を結んでいた山脈の鞍部にあたり、かつてナウマン像が行き来した道といわれています。トンネルの断面は複線新幹線型。幅9.7m、高さ7.85mの馬蹄型で、コンクリート板の上に3本のレールが敷設可能な三線式スラブ軌道を採用し、将来は在来線に加え新幹線も通ることを想定して造られました。トンネルは、間断なく湧いてくる地下水を中央近くの最低地点に集めて地上に排水するため、トンネル内に3カ所のポンプ室が設けられています。最急勾配は将来新幹線が高速運転できるよう12/1000で作られており、水平なところがありません。また、トンネル内の定点と呼ばれる地点には、世界初の海底駅、吉岡海底駅と竜飛海底駅がありました。



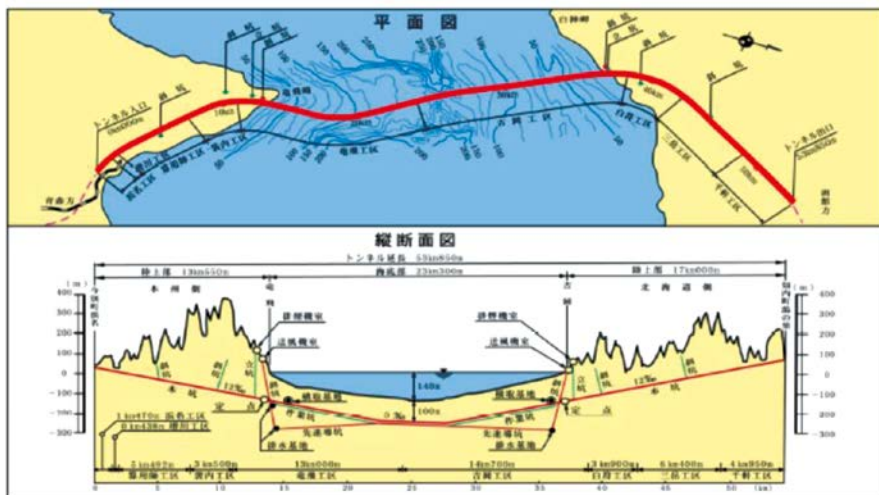
## 青函トンネルの設計概要

- 区間／始点：青森県東津軽郡今別町浜名 終点：北海道上磯郡知内町湯の里
- トンネル延長／ 53.85km（海底部23.30km／陸上部30.55km）
- トンネル設計基準／最小曲線半径：6,500m 最急勾配：12/1,000  
最小土かぶり（海底下）：100m 最大水深：140m トンネル断面：複線新幹線型
- 軌道構造／三線式スラブ軌道（在来線に加え、新幹線も通し得る構造）

### ■トンネル断面図 Cross Section



### 青函トンネルの概要



国土交通省整備新幹線小委員会第二回120201資料4000190085より

## 2. 青函トンネルの課題

青函トンネル区間（約54km）を含む82km区間は、開業後は新幹線と在来線（貨物列車）が共用走行する区間となり、平成23年12月の政府・与党確認事項では、青函共用走行区間の最高速度を当面140km/hにすることとされた。

しかし、青函共用走行区間についても、「国民的要請とも言える、本州と北海道との間の新幹線の高速走行について、鉄道による貨物輸送の基幹的な機能を十分に確保しつつ、かつ、安全性をしっかりと担保しながら、早期に実現していくことが求められる。」として、以下の対策概要が示され、現在検討中（国土交通省交通政策審議会鉄道部会）である。

- (1) 「時間帯区分案」により、開業1年後の平成29年春（防音壁等の完工時期）から1年後のダイヤ改正時平成30年春に、安全性の確保に必要な技術の検証が円滑に進むことを前提として、1日1往復の高速走行の実現を目指す。
- (2) (1)と並行して、「すれ違い時減速システム等による共用走行案」及び「新幹線貨物専用列車導入案」の技術的実現可能性の検討を深度化し、開発の方向性を見通しを得る。

国土交通省交通政策審議会鉄道部会 第5回青函共用走行区間技術検討WG（資料3）  
「青函共用走行問題に関する当面の方針」より

交通政策審議会陸上交通分科会、鉄道部会整備新幹線小委員会、青函共用走行区間技術検討WG

### 1. 検討経緯

- H27年度末の開業を目指し、建設中の北海道新幹線新青森～新函館（仮称）間149kmのうち、青函トンネル区間（54km）を含む82km区間は、開業後は新幹線と在来線（貨物列車）が共用走行する区間となり、H23年12月の政府・与党確認事項では、青函共用走行区間の最高速度を当面140km/hにすることとされた。
- 一方、この確認事項を受けて、H24年1月から3月にかけて行われた整備新幹線小委員会のとりまとめ（H24年4月）において、青函共用走行区間の走行速度に関して、「高速で走行する新幹線と貨物列車のすれ違いについては、大規模な地震発生時等における安全性の観点から慎重な検討を要するため、当面は、現行の在来線の特急列車と同等の時速140kmでの走行を想定している。この想定は、現時点ではやむを得ないものであるが、将来的に新幹線の整備効果を高めるためには、車両面、列車制御面等を含めて速度向上に向けた多面的な検討を早急に進め、できる限り早い段階に速度向上等の見通しをつけることが極めて重要である」と指摘された。
- これを受けて、同委員会に青函共用走行区間技術検討WGを設置し、昨年7月以降、議論を行ってきた。その結果、今般、「当面の方針」をとりまとめたところである。

（中略）

### 3. 対策の概要

青函共用走行問題については、当面以下の方針とする。

- (1) 「時間帯区分案※1」により、開業1年後のH29年春（防音壁等の完工時期）から1年後のダイヤ改正時H30年春に、安全性の確保に必要な技術の検証が円滑に進むことを前提として、1日1往復の高速走行の実現を目指す。
- (2)(1)と並行して、「すれ違い時減速システム等による共用走行案※2」及び「新幹線貨物専用列車導入案※3」の技術的実現可能性の検討を深度化し、開発の方向性を見通しを得る。

※1 時間帯区分案：在来線列車と新幹線列車が走行する時間帯を分けることにより、高速走行を行う案。

※2 すれ違い時減速システム等による共用走行案：高速走行が可能な環境を常時維持した上で、新幹線列車と貨物列車のすれ違いの前に、新幹線列車が在来線並みの速度に減速することにより、高速走行を行う案。

※3 新幹線貨物専用列車導入案：在来線貨物列車をそのまま搭載可能な新幹線タイプの車両を開発し、共用走行区間にこの車両を用いることにより、新幹線と同等の高速走行を行う案。

## Ⅲ. 第二青函トンネルに関する既往の構想と青函トンネル課題の解決策

### 1. 日本プロジェクト産業協議会（JAPIC）の構想（2017年3月）

#### (1)提言主旨

北海道の強みである「食料供給」、「エネルギー供給」の更なる機能強化を図るためには、津軽海峡の輸送が船舶と貨物列車のみに頼らざるを得ないことがボトルネックである。そのため、二本の第二青函トンネルを整備し、一本は貨物列車走行（在来線貨物列車及びカートレイン）を想定した軌道系、もう一本は無人行走自動車トラックの利用を想定した自動車トンネルの構想となっている。また、トンネルの多用途化として大容量電力線および天然ガス等のパイプライン利用も可能な空間設定としている。

この第二青函トンネルにより、トラック輸送の大幅なコスト低減、納期の短縮が図られ食料供給機能の強化及び青函共用走行問題が根本的に解決され、新幹線の高速化・貨物輸送の安定強化が図られる。

また、エネルギー供給においても、本州に送電する電力線のトンネル内空間活用により、送電線敷設コストの低廉化および送電量の増加が可能となる。さらには、将来必要と想定される天然ガスパイプラインの敷設も可能となる。

#### (2)構造概要、建設コスト及び建設期間

- ・勾配の変更によるトンネル延長の短縮をはかる。
- ・現トンネル勾配1.2%を2.0%に変えることにより、現トンネル延長54kmを30kmに短縮できる。
- ・内径の縮小により（通常道路トンネル内径12m→10m～9m）断面積を3割縮小し、工事費の低減を図る。
- ・自動運転走行車、電気自動車の普及を想定し換気設備等の縮小をはかる。
- ・建設費7,500億円 第一期4,200億円、第二期3,300億円、である。
- ・建設期間は、一期二期合わせて20年を想定している。

#### (3)建設資金の調達・事業主体・整備主体

通行料収入と電力託送収入を見込んでいる。事業主体として、特別目的会社としてトンネル整備運営会社（国の機関、地方・受益企業の参画）を提案している。

### 2. 日本建設業団体連合会（日建連）鉄道工事委員会（2016年3月）

#### (1)提言主旨

一本の第二青函トンネルを整備し、貨物列車と新幹線走行を分離することにより、青函共用走行問題の根本的解決を図り、新幹線の高速化・貨物輸送の安定化を実現する。

第二青函トンネルとして、三ケースが検討されており、ケース① 新設線を新幹線専用とし、現在線を在来（貨物専用）線とする、ケース② 現在線を新幹線専用とし、新設線を在来（貨物専用）線で複線とする、ケース③ 現在線を新幹線専用とし、新設線を在来（貨物専用）線で単線とする、である。いずれも新幹線または貨物列車走行を想定しており、自動車走行は想定していない。

#### (2)構造概要、建設コスト及び建設期間

現トンネルの最急勾配は1.2%であるが、気動車の能力向上により新幹線専用2.0%、貨物専用1.5%としている。トンネル形状は、馬蹄形、施工方法は、山岳トンネル工法のNATM工法を想定している。建設コスト及び建設期間は、青函トンネル部分を、陸底部、海底部に分け、在来線との接続線はアプローチ部として算定している。



ケース① 新幹線専用（複線）

青函トンネル延長54.9km、5,600億円  
アプローチ部 31.9km、2,010億円、  
建設期間15.9年

ケース② 貨物専用（複線）

青函トンネル延長57.0km、5,407億円  
アプローチ部 27.6km、1,393億円、  
建設期間15.8年

ケース③ 貨物専用（単線）

青函トンネル延長57.0km、3,165億円  
アプローチ部 23.2km、726億円、  
建設期間19.2年

検討結果から、ケース③の貨物専用（単線）が3,165億円と建設費が最も安くなっている。ただし、建設期間が19.2年と最も長い。資金調達方法・事業主体・整備主体などは、提案していない。

### 3. 青函トンネルの課題と既往構想

現在の青函トンネルには以下の二つの課題があると考えられる。

課題1 新幹線と貨物列車との共用走行により新幹線の低速走行が必要

課題2 北海道、本州間のトラック輸送に必ず海上輸送が介在することによる輸送コスト高、輸送時間の自由度制限など北海道の食料生産等、産業への大きな制約が存在

課題1は、当面の課題であり、国土交通省も検討を進めており、いくつかの解決策が提案されている。JAPIC及び日建連の構想もこの課題の解決策である。

課題2は、北海道経済の将来発展を見通した場合、この解決は大きなテーマである。JAPICの構想は、この課題に解決策を提案している。

以下に既往の課題解決策を述べる。

#### (1)課題1の解決策

短期的な解決策として、ダイヤ調整、信号等により、新幹線1列車の通常走行を平成30年春に実現する計画である<sup>2</sup>。しかし、その後については更なる検討が必要となっている。

他に、現行トンネルのみで解決する方法として、貨物新幹線（トレインオントレイン方式）があり国土交通省のWGで検討中<sup>3</sup>である。貨物新幹線は、新幹線車両を貨物用に改良してコンテナを積載し、現行のトンネルを活用し新幹線の通常走行を実現する考え方である。また、国土交通省交通審議会では、長期的な解決策<sup>4</sup>として、第二青函トンネルをあげている。

第二青函トンネルに関する日本プロジェクト産業協議会（JAPIC）及び日本建設業連合会（日建連）の構想（以下、JAPICの構想及び日建連の構想、という）では、以下の交通用途が提案されている。

<sup>2</sup> 国土交通省交通政策審議会鉄道部会第5回青函共用走行区間技術検討WG（資料3）「青函共用走行問題に関する当面の方針」2013年3月25日開催、では、「『時間帯区分案』により、開業1年後のH29年春（防音壁等の完工時期）から1年後のダイヤ改正時H30年春に、安全性の確保に必要な技術の検証が円滑に進むことを前提として、1日1往復の高速走行の実現を目指す。」としている。

<sup>3</sup> 国土交通省交通政策審議会鉄道部会第6回青函共用走行区間技術検討WG（資料1）「青函共用走行問題に関する当面の方針」に対する検討状況（中間報告）2016年1月18日開催、では、トレインオントレイン方式の検討を継続している。

<sup>4</sup> 国土交通省交通政策審議会鉄道部会第2回青函共用走行区間技術検討WG（資料2）「青函共用走行に関する現時点の検討について」2012年9月20日開催、では、「コストや現地状況より、現時点で更なる検討は非現実的」とされ、検討案から除かれている。

- ①貨物列車専用（日建連の構想）
- ②新幹線専用（日建連の構想）
- ③貨物列車とカートレインの併用（JAPICの構想）
- ④無人自動運転トラック（JAPICの構想）

上記①と②の日建連の構想は、課題1の解決のみを目的としている。③貨物列車とカートレインの併用と④無人自動運転トラックは、JAPICの構想であり、課題1と課題2の解決を目的としている。

## (2)課題2の解決策

JAPICの構想では、二本のトンネルを整備し、以下の交通用途とすることで解決策として提案している。

- ①貨物列車とカートレインの併用
- ②無人自動運転トラック

この構想は、鉄道用トンネルと自動車用道路トンネルを整備するが、②無人自動運転が実現している前提で、道路トンネルにおける人と交通の安全対策と換気対策を解決している。将来の技術革新により道路トンネルを可能とする構想である。

ただし、JAPICの構想では、有人走行は実現できず、乗用車の走行も想定していない。本研究会では、現行の道路の安全水準で、有人自動車走行道路トンネルの可能性をIV章において検討する。

## IV. 第二青函多用途トンネル構想

### 1. 有人自動車走行可能なトンネルの検討課題と本構想での考え方

現在の青函トンネルは鉄道トンネルであり、自動車の走行が不可能である。JAPICの構想では、無人自動運転ではあるが、トラック走行を提案している。しかし、本州の道路ネットワークへの自由なアクセスはやはり制限されている。

そのため、食料供給基地としての役割、及び観光による経済への寄与を目的として、有人自動車走行道路トンネルの実現方策を検討する。検討に当たって、現行の法律、規則、基準を守ることを前提とし、Ⅲ章で示した現行青函トンネルの課題2の対応策を提案する。

有人自動車走行道路トンネル課題は、以下の通りである。

- (1)路線決定の課題
- (2)構造上の課題
- (3)施工上の課題
- (4)管理上の課題 換気対策、PA設置
- (5)安全上の課題 火災、事故

#### (1)路線決定の課題

現行青函トンネルは津軽海峡で最も浅い海底に作られており、トンネル距離が最短で、地質データなどの各種施工データの利用も可能となるため、現行トンネルに出来るだけ平行に整備することとする。

#### (2)構造上の課題

現行トンネルは、鉄道仕様の馬蹄形であり、施工方法は、山岳トンネルタイプである。

今回はトンネルの多用途化を図るために下段に空間ができる円形を想定する。施工方法により円形構造が可能である（例えばシールド工法、TBM工法）。確立された構造であり外力想定の実現性を高めれば通常の構造である。

有人走行を想定するため現行の基準に沿って、走行車線3.5m、路肩1.75m、の片側1車線、中央分離として隔壁（スリット式）、管理用通路を配置する。これらを考慮することと、緊急車両通行路と乗車員の避難路を配置することとして、内径14.5mの円形の構造を想定する。この内径は、国内の最大級である。

現在、自動運転技術の開発が進められており、自動運転（Level3以上）が実現すれば、JAPICの構想でも考慮されているように、トンネル内径を2m程度縮小することが可能となる。

#### (3)施工上の課題

現行青函トンネルとほぼ同様な課題がある。また、トンネル本体の周辺に作業坑等があるため、離隔距離を考慮する必要がある。

技術的には、外部環境想定の実現性を高めることでトンネル工法として確立された技術で施工可能と考えられる。

現行のトンネルは、山岳トンネルの施工法を取っているが、現在の技術の進歩により、シールド工法、TBM工法により、施工可能と考えられる。

#### (4)管理上の課題 換気対策、PA設置

現行の法令、規則等による基準によれば、海底トンネルでは、トンネル内での人の安全問題により、トンネル構造・設備等が追加される。特に大きな追加構造・設備は以下のとおりである。



- ①換気塔（設備）
- ②パーキングエリア

i) 換気について

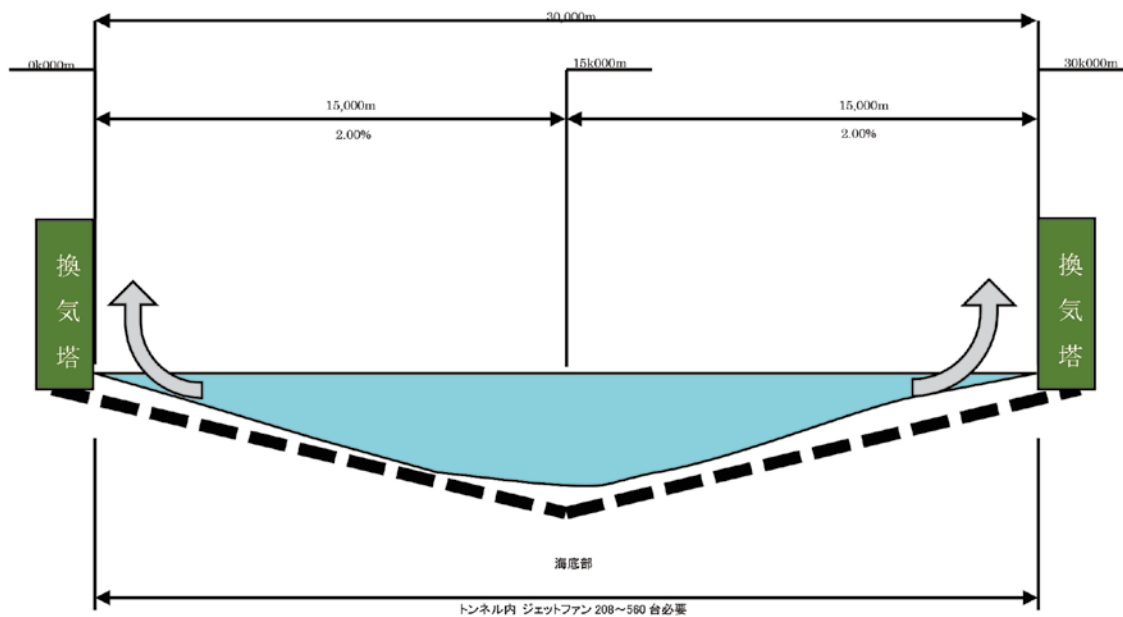
換気塔（設備）は、通常は海上に排出する塔<sup>5</sup>を設置するが海面下100m以深では、現実的ではない。

トンネルアプローチ部の陸上部分に換気塔を設置し、トンネル内はファンによる排出を行なう（換気方式：縦流換気方式 ジェットファン方式+坑口集中排気方式（ジェットファン圧力補正付））。

表 交通量・速度別概算費用（億円）

速度	4,000台/日		6,000台/日	
	工費	年間電気料	工費	年間電気料
60km/h	152.0	7.1	201.5	10.0
70km/h	181.0	8.8	240.0	12.5
80km/h	240.5	12.2	310.5	16.3
100km/h	229.0 <sup>6</sup>	11.5	329.0	17.3

縦断面図 交通量 大型車 3,000台/日 小型車 1,000台/日



平面図 ■...ジェットファン



<sup>5</sup> 東京湾アクアラインでは、川崎側と東京湾海上の人工島（通称：海ホタル）が換気塔である。

<sup>6</sup> 4000台/日、100km/hで工費、電気料ともに、80km/hより安くなる理由。

「自動車の走行速度によって押し出す風力（交通換気力）」と「トンネル壁面摩擦による抵抗力」の差によって換気施設台数が求められる。このため、走行速度が上がることで、反するこの2つの力の差が小さくなる場合があり、結果工費も安価になるケースがある。

設備以外の方法としては、以下が考えられる。

- ①排気ガスをゼロにする方法、例えば電気自動車・水素自動車による走行、
- ②自動車のエンジンを使用しないでトンネル内を移動する方法、例えば自動車を牽引する方法、  
などが考えられる。

電気自動車・水素自動車の開発は進んでおり、欧州、中国で導入が促進されている。欧州では、排ガス規制の強化、中国では、新エネルギー導入義務化が決定しており、その対策で電気自動車の開発販売が進んでいる。この流れは日本も避けられない技術環境の変化であり、将来、トンネル換気問題は、かなり緩和されると予測される。

自動車をケーブルで牽引する方法は、検討の結果、現行基準のトラック加重に耐えられる牽引ロープが現状ではないという結果であり、この方法は採用できなかった。

## ii) パーキングエリア（休憩施設）について

トンネル内に設置することとなれば、その部分のトンネルの拡張が必要となる。

Nexcoでは、最大25km、標準15kmごとに1か所の設置が必要とされている。その主たる理由は、休憩需要の91%、98%をカバーすることとしている。

高規格幹線道路では、最大35kmとしており、主たる理由として疲労回復、トイレ対応として30分程度の間隔での対応となっている。

休憩施設を設置しないと、設置間隔を30分とすれば、計画案では60km/h以上の運用が必要である。この場合、陸上のトンネルアプローチ部分に設置する。

設置する場合（中間地点での設置を想定）は、日あたり交通量を6,000台として、ピーク時間交通量400台/hとなり駐車ます数16台、特殊大型8台、小型8台を想定すれば、別途0.6km程度のトンネル拡張が上下選線別に必要となる。概算の工事費は、1,100億円となる。

## (5)安全上の課題 火災、事故

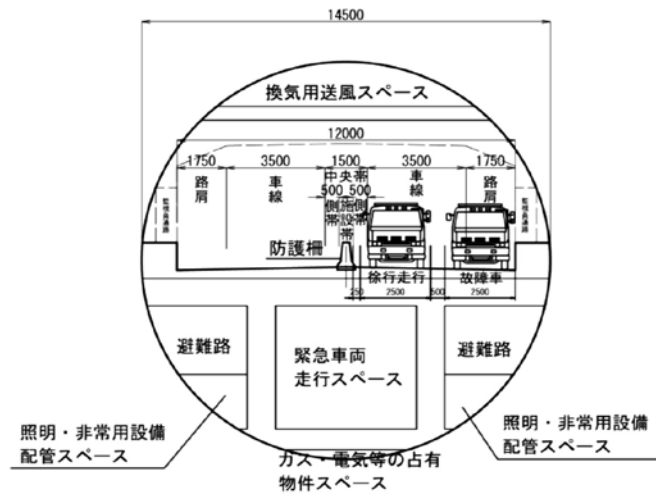
通常の設定以外に、避難・救急搬送通路の設置が必要となる。避難・救急搬送通路は、トンネルを円形構造にして下部を人の避難通路及び救急搬送通路として利用する。

## (6)概略構造

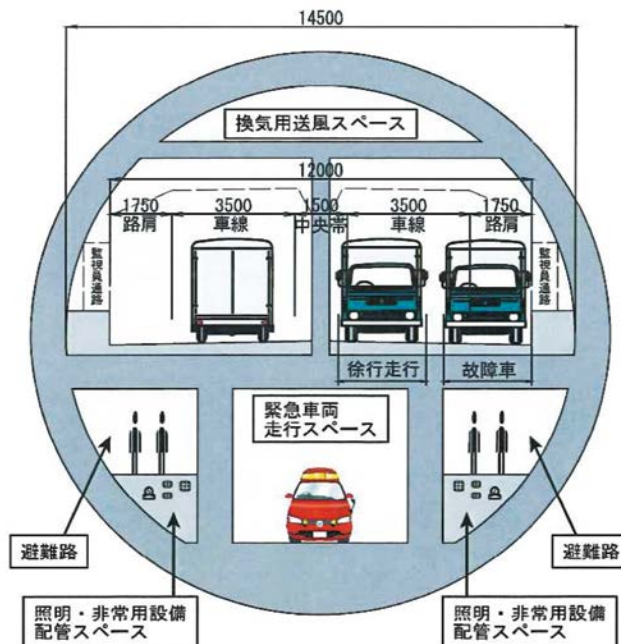
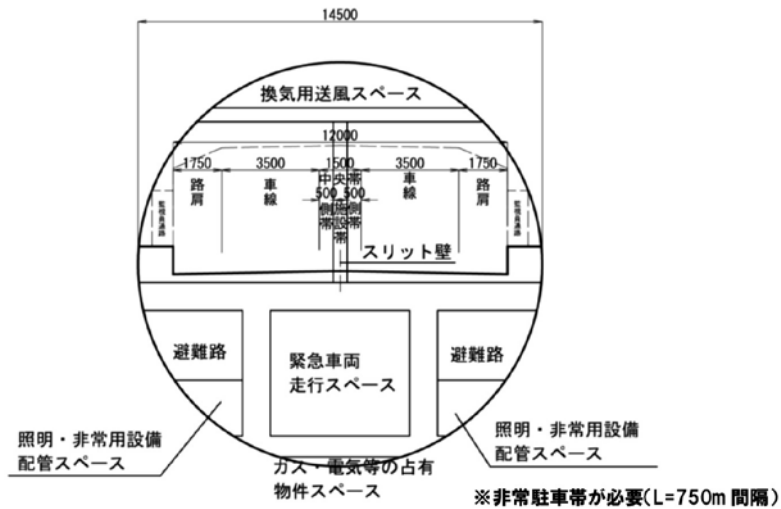
以上の検討から、以下のようなトンネル構造が可能となる。中央分離構造で防護策とスリット壁の二つの構造を示しているが、どちらも基本構造は同じである。

- 道路構造規格：第1種第3級
- 設計速度：80km/h
- 有人自動車運転

<施設帯(防護柵)設置による上下線分離>



<施設帯(スリット壁)設置による上下線分離>





## 2. 建設事業費

建設事業費7,229億円 トンネル延長30km、内径14.5m

JAPIC構想の海底トンネルを考慮した試算は、仕上がり内径10.0mで4,200億円としており、この工費をベースとして、現在の首都圏大型シールド工事の工事費を参考に、内径14.5mにした場合の試算である。

	6,900億円
非常駐車帯750m間隔で設置	100億円
換気設備（設計速度100km/hの場合）	229億円

## 3. キャッシュフロー（CF）及び経済効果

### (1) 主な前提

#### i) 工事費

トンネル本体については、内径を14.5mとして、JAPICが試算した工事費4,200億円（内径10m）に、内径を14.5mまで拡大する費用を2,700億円と非常駐車帯設置費用100億円を加算し、計7,000億円をみている。さらに、換気設備については、計画交通量4千台、設計速度100km/hとして、229億円を計上しており、総工費は7,229億円となっている。

#### ii) 完成後の走行台数

完成後の走行台数については、現在の北海道～本州の自動車航送台数（3,800台/日）の転換率を本州四国連絡橋の実績並みの60%とし、誘発交通量については2倍及び1.5倍（本四実績は3.2倍）とし、将来の人口減少による影響についても、北海道の2040年人口の対2017年比率0.87を乗じている。

この結果、標準ケースでは走行台数は1日4千台となり、やや慎重なケースでは1日3千台となっている。また、大型車と普通車の比率は一對一としている。

#### iii) 通行料金

通行料金については、JAPIC試算と異なり、本州四国連絡橋の料金設定も勘案しつつ、より実効性を勘案して、青函フェリーの料金を基本に、相応の料金軽減が実現できる水準に設定している。

具体的には、大型料金を@30千円（最も安い金額）×0.7（平均の料金水準と想定）×0.5（軽減率）として、10.5千円としている。また、普通料金は、さらにその半額の5.25千円としている。

青函フェリーの料金水準（円）

	10～5月	6～9月
4m未満	12,800	16,000
5m未満	14,400	18,000
6m未満	16,000	20,000
	10～12月	基本運賃
7m未満	30,780	29,040
8m未満	35,020	33,040
9m未満	39,250	37,030
10m未満	46,010	43,410
11m未満	50,710	47,840
12m未満	55,280	52,160

本州四国連絡橋の料金水準（現金）

		神戸淡路鳴門 自動車道	瀬戸中央 自動車道	西瀬戸 自動車道	計	
概要	延長	km	89.0	37.3	46.6	172.9
	設計速度	km /h	100	100	80	
	長大橋（数）		2	6	9	17
	開通年度		平成10年4月	昭和63年4月	平成11年5月	
	事業費	億円	14,700	6,700	7,300	28,700
料金	軽	円	4,370	3,390	3,910	
	普通		5,610	4,220	4,830	
	中型		6,790	5,090	5,800	
	大型		9,260	6,990	7,920	
	特大		16,200	12,500	14,160	

iv) 支出

キャッシュアウトする支出に関して、維持管理費として、トンネル本体の電気代、設備更新費20億円に加え、排気設備の電気代11.5億円を見込んでいる。また、点検費用として年間0.4億円を見込んでいるほか、将来の施設の長寿命化なども踏まえ、維持起業費として、減価償却費（平均耐用年数30年として試算）の20%相当額（48.2億円）を見込んでいる。

(2)将来キャッシュフロー（CF）と投資回収可能年数

走行台数4千台/日のケースでは、年間収入230.0億円に対して、年間支出は80.1億円となり、年間149.9億円のCFが確保できるものと試算され、工事費は48.2年で投資回収できる見込みとなっている。

また、走行台数3千台/日のケースでは、年間収入が172.5億円に減少する一方、年間支出は80.1億円のままとなり、CFは92.4億円に減少するものと試算されるが、この場合でも、78.3年で投資回収できる見込みとなっている。

民間投資と比較すれば、投資回収期間がきわめて長い事業と評価せざるを得ないものの、本来公共事業で行ってきた分野としては、ぎりぎりとは言え収益での投資回収が可能とみられるあまり例のない事業と位置づけられる。こうした試算結果が得られた背景要因については、さらに精査が必要となるが、民間事業として行われている青函フェリーの料金水準が高水準にあること、トンネル工事の費用軽減の効果が大きく表れていることなどが考えられる。

ちなみに、通行収入を、普通車、中型車、大型車の3区分とし、P19のフェリー料金をもとに、それぞれ年間平均の40%に設定し、普通車6,000円、中型車14,000円、大型車21,000円と増額し、他の項目を同じとすれば、当然のことであるが、CFは大幅に改善し投資回収年数は短縮される。4,000台/日のケースで、CF318.9億円、投資回収年数22.9年、3,000台/日では、219.2億円、33.0年となる。ただし、通行料金を高く設定すれば、交通量は減少する可能性があり、また、経済波及効果も減少することとなる。

いずれにせよ、トンネル本体のみということであれば、PPP的な手法を用いて、民間主導による計画推進が可能になると考えられる。とは言え、基本的には、既存の高速道路体系への接続などにおいて、国が中心的な役割を担っていくことが、当該事業の円滑な推進の前提条件になることは言うまでもない。

### 将来キャッシュフロー（CF）の試算

		走行台数4千台/日のケース		走行台数3千台/日のケース	
総工費	トンネル本体	7,000	4,200億円（JAPIC想定額）2,800億円（10m→14.5mの内径拡大費用）	7,000	同左
	排気整備	229	計画交通量4千台、スピード100km/h	229	同左
	計	7,229		7,229	
走行台数		4,000	3.8千台×0.6（転換率）×2倍（誘発交通量）×0.87（2040年人口の2017比）	3,000	3.8千台×0.6（転換率）×1.5倍（誘発交通量）×0.87（2040年人口の2017比）
収入	大型車	153.3	2千台×10.5千円（30千円×0.7×0.5）×2回（往復）×365日	115.0	1.5千台×10.5千円（30千円×0.7×0.5）×2回（往復）×365日
	普通車	76.7	2千台×5.25千円（30千円×0.5×0.7×0.5）×2回（往復）×365日	57.5	1.5千台×5.25千円（30千円×0.5×0.7×0.5）×2回（往復）×365日
	計	230.0		172.5	
支出	維持管理費	31.5	20億円（本体の電気代、設備更新費）+ 11.5億円（排気設備の電気代）	31.5	同左
	点検費用	0.4	5年ごとに2億円	0.4	同左
	維持起業費	48.2	総工費÷30年（平均耐用年数）×0.2	48.2	同左
	計	80.1		80.1	
キャッシュフロー		149.9		92.4	
投資回収可能年数		48.2		78.3	

### (3)経済波及効果

自走式のトンネル開通に伴う経済波及効果として、ここでは、誘発交通量に伴う観光面での需要誘発効果と直接の運賃削減効果について、かなり粗い試算を行っている。

需要誘発効果については、走行台数4千台/日のケースでは、誘発交通量を2千台/日として、半分を来道者と仮定、1台平均で4人乗っているものとして誘発旅客数を算出している。さらに、交通費を除く来道者1人当たりの観光消費額5万円を消費するものとして、総消費額を算出している。走行台数3千台の場合には誘発交通量を1千台/日として、同様の計算をしている。

その結果、年間の総消費額は走行台数4千台/日の場合で730億円、走行台数3千台/日の場合でも365億円と試算される。この数字は、現在の来道者数が約5百万人となっているなかでの数字であり、相応の効果が発現するものと期待される。

また、直接の運賃削減効果については、転換需要の2千台/日にかかる運賃削減額を試算したもので、0.7を乗じた平均料金の5割として料金設定しているため、同じ分だけ運賃削減がなされたものとして試算している。この結果、年間の運賃削減効果は、ケースを問わず年間117億円となっている。

また、ここでは計数的な試算は行っていないが、自動車での移動に際しての北海道～本州の所要時間の大幅な短縮も、経済面のみならず様々な効果をもたらすものと考えられる。さらに、道路交通で北海道～本州がつながることにより、他の交通機関との補完も強固なものになり、本州以西との一体感はかなり強まるものと考えられる。



これまで、沖縄と北海道は、道路交通では離島と位置づけられる地域だったが、初めてそうした位置づけを超えることができると言え、第二青函トンネル構想は、北海道経済の未来を変える大きな可能性を持つ事業と位置づけられよう。

経済波及効果の試算

			走行台数4千台/日のケース		走行台数3千台/日のケース	
需要誘発	誘発交通量	台/日	2,000		1,000	
	誘発旅客数	千人	1,460	2千台×0.5（来道者）×@4人/台×365日	730	1千台×0.5（来道者）×@4人/台×365日
	総消費額	億円	730	人数×@50千円（交通費を除く観光消費額）	365	同左
	運賃削減効果	億円	117	2千台（転換需要）×@8千円（平均の料金軽減額）×2回×365日	117	同左

## IV. 結語

青函トンネルを構想・計画した時代は、あくまで青函連絡船の代替（安全、迅速さなど）であり、列車で安全に青函海峡を渡るのかわりに検討がされたと捉えている。その時代は、自動車はまだ一般に普及してはいないため、自動車で自由に通行する考えは全くないか、またはあったとしても当時はエンジン車（ガソリン、軽油）しかなく、ましてや自動運転という発想もなく、人が自由に運転するトンネルは距離が長く、火災などの危険を考えれば検討対象以前の状況であった。

しかし、現在自動車の原動力機構（パワートレイン）はエンジン車だけでなく、排気ガスの少ないハイブリッド車（HV）、また全く排気ガスの出ない電気自動車（EV、FCV）などが増えてきており、さらに将来その方向に進んで行く予想され、加えて、数年前には夢物語とされていた自動運転技術がいよいよ現実のものとなり、多分数年後には区間限定であるが、人が全く関与しないで安全に走行することが可能になると予想している。

つまり、現行の青函トンネルを検討したときには、

- ①あくまで青函連絡船（列車の輸送）の代替であった
- ②構想スタートの昭和30年代はまだモータリゼーションの前の時代であった
- ③かつ自動車の技術レベルでは長距離トンネルの走行は安全上、排気ガス発生上困難であった

しかし、現代は自動車の技術レベルは格段に上がり、長距離海底トンネルの換気や火災事故等の安全に対する懸念が原動力の革新などで小さくなってきている。仮に今すぐトンネル建設の着工ができたとしても完成は、早くとも10年後と予想されることもあり、それまでにさらなる自動車原動力や自動運転技術の進歩が期待され、今回検討した現行基準に基づいた建設コストも換気設備の縮小、トンネル内の事故等の問題から決定されている空間の広がりも縮小できる可能性が出てきており、更なるコスト低下も可能である。

また、長距離トンネルのドライバー心理に与える影響の緩和は、現行ではパーキングエリア等の休憩施設で行なっているが、今後の自動運転技術の確立により、現在より長い距離を走行しても運転の安全性が確保されると考えられる。

今回、現行の技術基準に照らして概略の検討をした。その結果は、経済的に建設可能と確認され、更なる自動車技術の革新の進展により建設コストの低廉化及び長距離トンネルにおける自走の安全性の確保の可能性が見えてきた。

今回の研究により、有人走行自動車トンネルは、決して夢ではなく、自分の意思で自由に自走（さらに自動運転）でき、かつ速く、そして安く本州と北海道間を結ぶことが実現できることとなる。

今回の結果は、時代が変わり、技術の進歩に対応して交通手段も変わり、それを先取りした提案であり、「日本の主要4島が道で繋がる」大きな夢が現実になると考えている。

今回経済性の検討では、青函航路の現行フェリー料金より通行料金をトラック10,500円と仮定した。これが安いか高いかは議論のあるところであろうが、これが現行のフェリー料金と同額でも交通量が変わらないと想定できれば、経済性はさらに改善される。トンネルの建設コストとともにこの点は今後の検討に委ねるところである。

また、今回は30kmの海底トンネル部分のみの検討であり、既存の高速道路ネットワークへの接続については検討していない。それについては海底トンネルと比べれば、特に技術的課題もなく、通常の整備方法でできることと考えており、海底トンネルの経済性が確認できれば、整備主体、資金調達も含めて、自動的に整備可能と考えられる。

このたび第二青函多用途トンネル構想を所期の目的である有人走行トンネルとしてまとめることが出来たことも研究会委員とオブザーバーとして参加いただいた各界の皆様のおかげであり、深く感謝する所である。

今回の研究は、まだまだ概略であり今後各界各層で議論の深まることを期待している。

以上



