



トンネルの断面図

自動車が有人走行できる

第二青函トンネル建設構想



石井 吉春 (いしい よしはる)

北海道大学公共政策大学院客員教授
第二青函多用途トンネル構想研究会座長

1954年仙台市生まれ。76年一橋大学商学部卒業。同年北海道東北開発公庫（現日本政策投資銀行）入庫、開発企画部開発調査課長、地域政策研究センター副所長、四国支店長などを経て、2005年4月北海道大学公共政策大学院教授、19年4月から現職。主な研究領域は、地域政策、地域経済、地方財政。

1 はじめに

現在の青函トンネルは、戦前に構想がつくられ、戦後、洞爺丸事故などを経て1964年に着工された。その後、24年もの年月を経て、1988年に開通している。工事費として約7千億円が投じられ、トンネル延長は54km（うち海底部23km）に及ぶ鉄道専用トンネルである。

現在は、三線スラブ軌道*1となっており、在来の貨物線に加えて、2016年に開業した北海道新幹線がトンネルを利用している。新幹線にとっては、貨物列車とのすれ違いにより高速走行ができない事態となっており、2030年の札幌延伸に向けて、その解消が大きな課題となっている。

上記のいわゆる青函共用走行問題をきっかけにして、ここ数年、青函をめぐる新たなトンネル構想が打ち出されている。主なものとして、2017年に日本プロジェクト産業協議会（JAPIC）が公表した第二青函トンネル構想をみると、民間活用を図りながら、列車専用と無人自動運転用のトンネル2本を総工費7.5千億円で

*1 三線スラブ軌道

鉄道の軌道の構造の一つ。コンクリートの路盤上に軌道スラブと呼ばれるコンクリート板を設置し、その上に3本のレールを敷設したもの。

整備できるとしている。同構想の特色としては、①トンネル勾配を現トンネルの1.2%から2.0%に変更しトンネル延長を54kmから30kmに短縮する、②内径を縮小して工事費の低減を図る、③自動運転走行などを想定し換気設備などの縮小を図るといった点があげられる。工事費は現在の青函トンネルとさほど変わらない水準となっていることが特筆されるが、トンネル掘削技術の進歩によるところが大きいと言える。

こうした提案を踏まえながら、新たな研究会を立ち上げて、自動車が有人走行できる第二青函トンネル構想を検討してきた。それは、北海道の経済や人々の暮らしにとって最も望ましい形で、限られた投資余力を活かしていく必要があるという問題認識による。

本稿では、北海道と本州以西が高速道路でつながっていくことの必要性や効果に加え、実現に向けた課題などについて、筆者の私見も交えながら紹介していく。

2 国土軸形成と北海道

国土計画というものが、昨今はあまり規範性を持ち得なくなったとの思いが強いが、最初に、国土軸という観点から第二青函トンネルを考えてみる。

少なくとも、1969年に策定された新全国総合開発計画までは、未来志向のなかで、面としての日本をどうするかという議論が活発になされていたと言える。同計画の「日本列島の主軸の形成」の項の記述を一部引用すると、「東京等7大中核都市の整備とあわせて、これらを相互に結ぶ基幹通信網および幹線航空路、新幹線鉄道、高速道路等の高速交通体系を中心に新交通通信網を総合的、先行的に整備し、これを日本列島の主軸とする。日本列島の主軸を形成する高速交通施設として、札幌、東京、大阪、福岡の基幹空港、札幌・福岡間約2千kmについて、高速道路、新幹線鉄道の建設を計画、実施するほか、7大中核都市関連港湾の整備を図る。」とある。7大中核都市には、札幌、仙台、東京、名古屋、大阪、広島、福岡が含まれるが、太平洋ベルト地帯をさらに広げた形で国土軸を形成してい

くとの方向が示されている。そして、これらの都市を結ぶ高速交通体系の整備がわが国の健全な発展のための前提条件になっていたと考えられる。

策定後50年が経過し、他の都市については記述された内容のほとんどが実現されたのに対し、札幌は、新幹線も高速道路もまだつながっておらず、ひとり取り残されたままになっている。新幹線の札幌延伸は、ようやく時間の問題となってきたが、高速道路については本州以西のネットワークに加わる目処は立っていない。北陸や南九州まで新幹線が整備され、四国には3本の橋が架けられ高速道路で連結されている状況と比較すると、北海道が周回遅れになっていることが理解できるだろう。多くの道民が、航空機に偏重した高速交通体系を不便とも思わず、陸路での高速交通体系に乗り遅れてきた事実もあまり意識してこなかったと言える。いまの北海道は、人口流出に歯止めがかからない状況にあるが、高速交通における整備進捗の格差が、地域経済の持続的発展にとって、大きなハンディになっているという認識があらためて必要になっている。例えば、トラック運賃は、札幌～東京間の方が、ほぼ等距離の福岡～東京間より数万円高いし、ドームコンサートでも、陸上交通がないことにより、札幌の開催回数は福岡に大きく水を空けられているという実態がある。

国土軸を形成するための骨格的な高速交通体系の整備は、北海道にとってもきわめて重要な課題となるが、本来、国としての地域間の競争条件整備という視点からも必須のものと言えよう。

3 青函共用走行問題と第二青函トンネル

次に、青函共用走行問題から第二青函トンネルを考えてみる。

2011年12月の政府・与党確認事項で、北海道新幹線の新青森～新函館北斗間の149kmのうち、青函トンネル区間(54km)を含む82kmは、新幹線と在来線(貨物列車)が共用走行する区間とされ、最高速度を当面

140km/hにすることとされた。これが、いわゆる青函共用走行問題である。先頃、同区間の最高速度が160km/hに見直しされたものの、依然として本来の最高速度260km/hと比較すれば、かなり遅いままとなっている。

これまでの検討では、「すれ違い時減速システム等による共同走行案」、「新幹線貨物専用列車導入案」などが提起されているが、いずれも技術面や資金面の課題も多く、実現の目処は立っていない。一方で、高速走行できない北海道新幹線は、想定を超える年間100億円もの赤字計上を余儀なくされている。札幌開業までに高速化が実現できなければ、さらなる赤字計上なども考えられ、早急かつ抜本的な解決が求められている。残された時間を勘案すれば、相当量の貨物を船舶輸送に転換するといった解決策しかないとみられる。その一方で、こうした転換により、JR貨物が扱ってきた貨物の運賃がかなり上昇するといった弊害も生じるものとみられる。貨物列車用としての第二青函トンネルは、こうした事態を打開するために構想されているが、時間的に課題対応に間に合わない上、北海道経済への新たな波及がほとんどないとみられ、費用便益面でも疑問が残る投資となる。一方、自動車がある人歩行できる第二青函トンネル構想は、貨物輸送の料金低減にも資するほか、バスや乗用車などの往来増加に伴う様々な波及効果が期待できる。その意味で、本構想は、北海道経済の持続的な発展に大きく寄与する事業と位置づけることができる。

4 有人歩行できる第二青函トンネル構想のあらまし

(1) 路線、構造等

現行の青函トンネルは、津軽海峡で最も浅い海底につくられ、トンネル距離も最短で、地質などの各種施工データも利用可能となっている。こうした点を踏まえ、本構想でも、トンネルは現行トンネルにできるだけ平行に整備することとする。また、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し、

* 2 シールド工法

シールドマシンと呼ばれる筒状の機械で土の中をゆっくり掘り進める工法。前方の土砂を削りとり、掘ったところが崩れないようにマシン内部で、トンネルの外壁となるブロックを組み立てていく。

* 3 TBM (トンネルボーリングマシン) 工法

TBMと呼ばれるトンネル掘削機械を用いたトンネル施工方法。掘るスピードが速く、堅い地盤を掘ることに適している。

現行の基準に沿って、片側1車線(走行車線3.5m、路肩1.75m)、中央分離としての隔壁、管理用通路などを配置した内径14.5mの円形の構造とする。現行トンネルは、山岳トンネルの施工法を取っているが、技術革新により、シールド工法*2、TBM工法*3での施工が可能になると考えられる。

また、換気塔(設備)は、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うことを想定する。また、パーキングエリアについては、必置ではないため、今回は想定しない。

(2) 建設費

トンネル延長30km、内径14.5mで、建設費は7,229億円を想定している。JAPICが内径10.0mで試算した工事費(4,200億円)をもとに、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に拡大した場合の数字となっている。このうち、トンネル建設費は6,900億円、750m間隔で設置する非常駐車帯100億円、換気設備(設計速度100km/hの場合)229億円との内訳となる。

5 キャッシュフロー*4 (CF) 及び経済効果

(1) 主な前提

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*5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1対1としている。

また、通行料金については、JAPICの試算と異なり、本州四国連絡橋の料金設定も勘案しつつ、より実効性を考えて、青函フェリーの料金を基本に据え、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

* 4 キャッシュフロー

事業により得られる現金から、支出した現金を差し引いて、手元に残る資金の流れのこと。

* 5 誘発交通量

利用条件が良くなることにより増加すると予測される交通量。

表1 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	億円	7,000	3,300億円(JAPIC想定額)+3,700億円(9m→14.5mの内径拡大費用)	7,000	同左
	排気設備		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		台/日	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年比)	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年比)
収入	大型車	億円	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	億円	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		年	48.2		78.3	

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。

キャッシュアウト^{*6}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^{*7}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) 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る。その結果、投資額は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る。CFは92.4億円に減少すると試算されるが、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なるが、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なる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、走行台数をそのままにして通行料金を10%値上げすると、収入は23億円増加する。CFは173億円となり、投資回収年数は41.9年と6.3年短縮する。逆に、通行料金を10%引き下げると、投資回収年数は56.9年となり、8.7年延びることとなる。もっとも、通行料金の増減によって交通量も増減する可能性があり、ニーズを的確に踏まえた料金体系が重要になる。

こうした数字からみて、トンネル本体のみであれば、PPP手法^{*8}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

*6 キャッシュアウト

資金の流出。仕入債務や借入金の返済、固定資産の購入、株主への配当などによって、現金が減少すること。

*7 維持起業費

設備能力を維持するために必要な経常的に支出される改善費等。

*8 PPP(パブリック・プライベート・パートナーシップ)

行政と民間が協力して公共サービスを効率的に運営すること。

表2 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

条件になることは言うまでもない。

(3) 波及効果

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。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ている。フェリーの平均料金の5割として料金設定しているの、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。

6 整備促進に向けて

本構想自体の精度については、まだまだ不十分な面が残っており、特に安全面については、さらに詳細に検証していく必要がある。また、計画立案から完成までの期間は、最短で想定しても15年以上は必要とみられ、その間の経済環境の変化や技術進歩などを的確に見込んでの計画が重要になる。例えば、自動走行技術の実用化の度合いによっては、トンネル内径自体がさらに小さくても済む可能性も考えられるし、次世代自動車の帰趨きすうによっては排気設備自体が不要になるといったことも考えられる。

トンネル本体は民間主導でも建設可能としているが、わが国の現在の金融市場では30年を超える超長期の資金調達は実現しない可能性もあり、既存道路への接続部分の建設も含めて、ふさわしい事業主体や資金調達計画についてもさらなる精査が必要になる。

詰めるべき課題は多いが、北海道経済の起爆剤として、官民を挙げてオール北海道で実現に向けた取り組みを行ってみる価値のある事業であり、そうした世論喚起がまずは必要になっている。