

大陸間海底トンネル群

英仏海峡トンネルが青函トンネルの完成に触発されたように、いま多くの海底・水底トンネルが、構想、計画、調査、設計、そして建設中と段階はさまざまであるが、人々の意識に上っている。それらにさらにいくつかをつけ加えると、地球上全体をほとんどつなぐことができる。

まず大陸間をつなぐものとして考えられているのに、現在調査中のヨーロッパとアフリカをたぐジブラルタル海峡トンネルがある。これだけが青函トンネルよりもさらに水深が深い。その他の大陸間はすべて浅いが、海峡の幅は広いのもある。整理すると次のようになる(図24)。

ヨーロッパ—アフリカ—ジブラルタル海峡

水深は約三〇〇メートルであるが、幅は二八キロメートルで英仏海峡よりも狭い。幅として最狭はジブラルタル(ヨーロッパ、英領)とセウタ(アフリカ、スペイン領)の間約一四キロメートルであるが、水深が八〇〇メートル以上もあるので、現在想定されているのはタンジール(モロッコ)の東から真北のスペイン領の間で、海峡の最も浅い所である。スペインのカルロス二世とモロッコのハッサン二世との間で協定が結ばれ、それぞれの国に調査機関がつけられ、約一五年

前から調査が行なわれてきている。

この地質は、大局的にはアフリカ大陸がユーラシア大陸の下に沈み込むプレート運動の中にあり、今までの調査では、アフリカ側では、東西に延びるアトラス山脈沿いのアルジェリア断層、スペイン側では、その南部で東西に延びるシエラネバダ山脈を切る東西性の断層が特に優越している。多少の洩れはあると思うが、過去三〇〇年の地震の記録から、この両方の陸上にある断層上、さらにその延長上の海域に、ある程度以上の地震の震源があることが知られているが、ジブラルタル海峡とその東西の延長線上の海底を震源とする地震はほとんどない。

これから考えると、ジブラルタル海峡そのものには、顕著な活動性の断層がないことになり、陸上の著名な二つの断層以外にはアフリカ大陸のユーラシア大陸への潜り込みは、あまりないものと推定されている。現在も海底の詳細な地形や地質が調査されており、また両大陸の海岸でそれぞれの間の距離の変化が精密に計測されているので、その結果に注目している。

ちなみに、青函トンネルでの北海道と本州の間の距離は、約二〇年間にわたって毎年計測されているが、測量誤差の範囲内の移動しか見られず、現在のところはまったく動いていない。スペインやモロッコの連中もよく青函トンネルに来て意を強くし、また私も現地へ行っているいろいろ教えている。英仏海峡での催しにそれらの人たちが招待されていて、思いがけぬ再会をすることもある。

名称	縦断面図
豊予海峡 (調査中)	四国 九州 13.9km ▽ 195m
紀淡海峡 (調査中)	和歌山 淡路島 11.9km 5.2km ▽ 120m
青函トンネル (営業中)	本州(S) 北海道(N) 23.3km 140m 110m 53.8km
英仏海峡トンネル (営業開始)	英国(W) フランス(E) 37.9km 英仏海峡 60m 40m 50.5km
ジブラルタル海峡 トンネル (調査中)	スペイン(N) モロッコ(S) 28km 300m 110m 65km
スندا海峡 (インドネシア) (調査中)	スマトラ(N) ジャワ(S) 26km スندا海峡 100m 100m 120m 39km

マラッカ海峡 (マレーシア) (インドネシア)	マレーシア(E) スマトラ(W) 18km 2.1 18km 4 3.5 2 5 1.1 1.5 20km 12km ▽ 20m 91km ▽ 5.1m
グレートベルト (デンマーク) (建設中)	(W) (E) 7.5km 54m 10.7km 21m
宗谷海峡	サハリン(N) 北海道(S) 宗谷海峡 51.4km 60-67m
間宮海峡	シベリア(W) サハリン(E) 間宮海峡 8.4km 14~20m
ベーリング海峡	シベリア(W) アラスカ(E) チュコト半島 シュアード半島 39.9km 86.7km 3km 4km 1.4km 38.4km 48m 51m
日韓トンネル	韓国(W) 日本(E) シールド工法案 在来工法案 68km 20km 182km 50km 110m 15km 20km 9km 160m (上記とスケールが異なる)

図24 世界の海峡トンネル

ヨーロッパ—アジア——ボスポラス海峡

ロシアのウラル山脈が陸路でのヨーロッパ—アジアの境界であるが、海では黒海から地中海に出るボスポラス海峡が境である。この最も狭い所は七八〇メートルで、ヨーロッパのイスタンブールと対岸アジアのウスタダルまですでに二本の道路橋がかかっている。さらに海底トンネルを掘り、鉄道で連絡する案もあるが、現在のイスタンブール駅を通るには有名なトプカピ宮殿などの史蹟とどう調和させるかが問題である。地質の方で重大な問題はないと考えられている。

アジア—アメリカ——ベーリング海峡

海峡の全体の幅は八六・七キロメートルであるが、その中間に、大ダイオメード島（ロシア）と小ダイオメード島（アメリカ）がそれぞれ三キロメートル、一・四キロメートルの幅で横たわっている。この両島の間（四キロメートル）にアメリカとロシアの国境があり、また日付変更線がここを通っている。

ロシアのウエレンから大ダイオメード島までが約三九・九キロメートル、アメリカの小ダイオメード島からアラスカのプリンスオブウェールズ岬までが約三八・四キロメートルである。水深はドーバー海峡よりも浅く、五〇メートル程度である。大体、英仏海峡トンネルのような海底ト

ンネルを二本、島を基地に使って建設すればよい程度である。

北極圏（北緯六七・五度以北）よりは南であるからここでは海底よりも陸上の永久凍土帯の方が大変であるかも知れない。アメリカとロシアの関係改善から、最近になって話題となりつつある。

アジア—アフリカ——スエズ運河

スエズ運河は、エジプトのシナイ半島とエジプト本土とを分けた人工河川であり、地中海とインド洋とを結ぶことによって海運史上、画期的な変化と便益をもたらしたものである。

現在、スエズ運河は幅一六〇メートルの、いわば単線にあたる一本運河であり、拡張の計画や複線化の計画はあるが、停滞中である。しかし、ここではすでに石油パイプラインが横断している。もし必要ならば、チューブなどの沈埋によるトンネル化は容易であると考えられる。ヨーロッパからはオリエント急行のルートでイスタンブールへ行き、ボスポラス海峡を経てアジアに入り、さらにアフリカに行くルートも考えられる。かつての三B鉄道、つまりベルリン—ビザンチウム（イスタンブール）—バグダッドのような構想（ドイツ帝国主義の華やかなりし頃の計画）が実現しておれば、別のヨーロッパ—アフリカ経路も考えられたのではないかと、主義や意図は別にして思う。

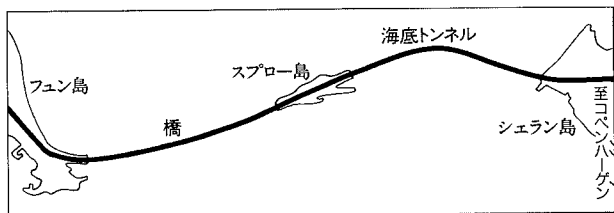


図25 デンマークで建設中の海底トンネル

それに多少の変化と技術開発があれば、それほど難しくはなくなってきた。南北アメリカも、人工のパナマ運河を横断することはさほど問題はないと考えられる。

地域間の海峡トンネル

大陸間のほかに、域内交通として現在建設中のものがデンマークにある。これは、首都コペンハーゲンのあるシェラン島と西のフン島との間のグレートベルトといわれる海峡を結ぶもので、一部は橋梁であるが、航路の下に七・五キロメートルの海底鉄道トンネルを単線二本で掘っている(図25)。

これができる、すでにヨーロッパ本土のユトランド半島からフン島間のスモールベルトは橋で連絡されているため、コペンハーゲンと大陸が陸路で結ばれることになる。そして一方、南のドイツ北部のハンブルクの方からは、島づたいに海峡トンネルの短いのをいくつか建設して、コペンハーゲンに至る計画もある(フェアマルン計画)。これはちょうど

アジア—オセアニア—チモール海

アジアに位置するインドネシアは、あとで述べるように、インドネシア列島の東部を連絡する構想を持っている。それをさらに東に延ばすことも非常に困難ではない。しかし、インドネシア列島からオーストラリアまたはニューギニア島に渡るにはチモール海を通らねばならないが、ここが深い。一〇〇〇〜二〇〇〇メートル以上の水深で、海峡とは言い難いほど深い海である。

オーストラリアへはニューギニア島を経由すると直線的には百数十キロメートルほどで、さらに短くなるし、ニューギニア島とオーストラリアはサンゴ海でへだてられてはいるが水深は浅い。しかしインドネシア列島東部には深い海が入っている。もしも強いてこれを連絡するなら、チューブをワイヤーで水中に固定し、浮力と、チューブ内を走る列車などの重量のバランスをとった海中チューブ式とならざるを得ない。つまり海底トンネルを掘るには深すぎるので、別種の技術開発が必要である。

現在までも、世界のいくつかの海峡で海中チューブ式が一応は絵として考えられたが、実現例としてはないに等しい。そのためには、短い距離のものから少しずつ実施してゆくような方法で開発を進める以外にないが、かなりの期間を要することとなるであろう。

以上のように、海底トンネルで大陸間を結ぶことは、オセアニアを除くと、既存の技術または

北欧からの渡り鳥の通路に当っており、相当以前から計画はあったが、実施に近いとの話もある。これらができて、次はシェラン島(デンマーク)とスウェーデンの間のエーレソン海峡を通る計画と調査が始まっている。この海峡の最狭部は、シェラン島北東部のヘルシングゴア(シェイクスピアのハムレットの城があるといわれている所)から対岸のヘルシングボリまでの六キロメートルで、城からは対岸のスウェーデンが手にとるように見える。しかし、現実にはハムレットのゆかりの地を通らずに、コペンハーゲンから対岸のマルメまで、グレートベルトのようにトンネルと橋梁で連絡しようとしている。これが完成すると、ヨーロッパ諸国はロシアを通らないで完全に鉄道または道路(鉄道で機能を代替することもある)で連絡できるようになり、高速度列車などや軽薄短小時代の貨物列車の連絡網が完成する。グレートベルト・トンネル工事は、設計の審査をした関係で何回か行っているが、徐々に馴れてきたようであり、完成に近づきつつある。

アジアでは、揚子江(長江)河口に近い上海の北や黄河で河底トンネルが計画されているが、これは長いので海底トンネルに近い。

これよりも調査が進んでいるのは、インドネシアのスマトラ島とジャワ島とバリ島を結ぶ三島連絡である。そのうち長いのは、スマトラ島とジャワ島との間のスンダ海峡トンネルである。水深はほぼ一〇〇メートルが最深で、途中に大きい島がある。島を含めても海峡は二六キロメートルである。現地でシンボジウムをしたが、規模は青函トンネルよりも小さいが、インドネシア列

島はインド洋プレートと東北部に当るので、日本同様に火山(有名なクラカタア火山を含めて)が多い。また、それらの堆積物が海峡にあると推定され、調査は日本やフランスが協力して実施中である。

スマトラ島とマレーシア半島との間のマラッカ海峡は構想の段階だが、最大水深は二〇メートル、幅は一八キロメートルで、島伝いにスマトラ島に達することができるので、さほど技術的には困難ではない。

日本とアジア大陸とを結ぶには、二つの方向がある。一つは戦前の弾丸列車計画(青函トンネルも含まれている。しかし今は戦争前の意図はまったくない)に含まれていた。佐賀県唐津の呼子付近から宍岐、対馬を経て韓国と結ぶ案が一つで、日韓トンネルと呼ばれて民間団体の手で計画調査が行なわれている。日韓版のチャンネル・トンネル・スタディー・グループ(CTSG)といえる。この計画では、宍岐―対馬間が約五〇キロメートル(最大水深約一一〇メートル)、対馬―韓国間はさらに長くて約七〇キロメートル(最大水深約一六〇メートル)である。地質の方も、対馬までは九州から続いているように見えるが、対馬の西にかなり大規模な断層があって、対馬が上がり海底が下がって、対馬の硬い地層から急にやわらかい地層に移る。このやわらかい地層には、大小の凸凹はあっても日本海から東シナ海、南シナ海まで広がり、海底から二〇〇〇メートル程度の深さに、石油を含んだ層がある。海南島付近では生産対象となり、他の尖閣列島やベト

ナム沖付近では領有権の問題が起こっている地層である。

それは別として、この付近で日本と韓国がボーリングをしたり、音波探査などもしている。ちなみに、戦前の昭和十四年に人工地震による海底探査（弾性波探査）が呼子の方から行なわれたことがある。たまたま日本海軍の潜水艦が事故で近くの海底に沈座したため、人工地震の震源である海中爆破ができなくなり、中止命令が出された。その後、第二次大戦がアジアでも始まったので、計画休止となった。

いま一つは、北のルートである。北海道北部から宗谷海峡を経てサハリン（樺太）に至るルートである。海峡の幅は五一・四キロメートルとほぼ九州一壱岐程度になり、最大水深は六〇〜七〇メートルと浅い。地質などの調査はまだ実施されていないが、北海道北方とサハリン南部とは、あまり地質の差異はない。サハリンと結ばれば、間宮海峡は水深二〇メートル程度で幅八・四キロメートルなので大きな問題はなく、アジア大陸と連絡する。その最短部はアムール川河口付近である。

戦前から、日韓トンネルを通過してソウル付近に至り、半島東岸を通過してウラジオストクに行き、ここから北行してハバロフスクを経てシベリア鉄道ルートに乗るか、ハバロフスクから東北へ行ってアムール川河口付近でサハリンに渡り、そこから南下する、いわゆる環日本海鉄道を構想する人がいたが、現在もいるのである。

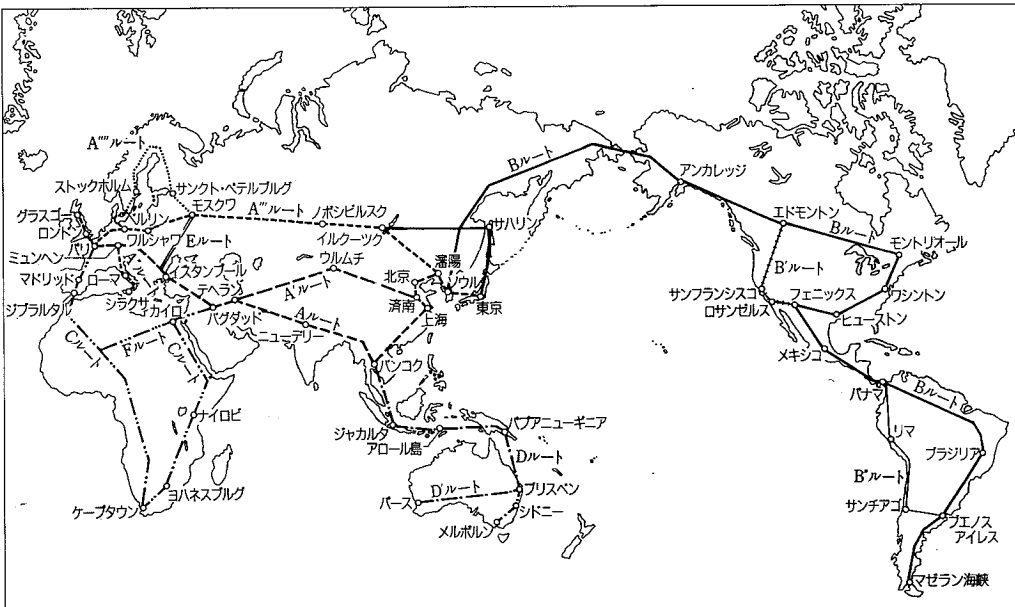
他方、日韓トンネル経由でソウル、ピョンヤンを経て瀋陽に至り、ここから満洲里―イルクーツクでシベリア鉄道ルートに乗りヨーロッパに至る線と、瀋陽から北京および中国各地に行くルートも考えられていたのである。

グローバル・トランスポート・システム

このように世界を海底トンネルによってほぼつなぐことができる。それは、海底トンネルに近い地域の政治・社会・経済・文化に、発展と便益をもたらすものと考えられるが、便益の程度によっておのずから建設の順序も変化してゆくことであろうし、技術の進歩によっても、あるいは環境問題などによっても、建設の年代、速度も変化するものと思われる。

ここでは、これらをさらにつなぐと、世界的にどうなるかをもう少し考えてみたい（図26）。というより、想像してみるといった方がよいのかも知れない。

交通・輸送には、対象として人、物、情報、エネルギーなどがあげられる。これらを効率的にできれば大量に輸送しうるようにすることが重要な課題である。世界が徐々にではあるが、幾多の問題をかかえながらボーダーレスの時代に入りつつある。その一部を促進または追隨するため輸送手段の効果があげられる。



ルート	距離	主要都市
A	18,000km	東京, ソウル, 瀋陽, 北京, バンコク, バグダッド, イスタンブール, パリ, ロンドン
A'	6,400km	済南, ウルムチ, テヘラン
A''	1,500km	ミュンヘン, ローマ, シラクサ
A'''	8,400km	瀋陽, ノボシビルスク, モスクワ, ベルリン, パリ
A''''	3,500km	モスクワ, サクト・ペテルブルグ, スtockホルム, ベルリン
B	31,100km	東京, アンカレッジ, ワシントン, パナマ, マゼラン海峡
B'	2,700km	エドモントン, サンフランシスコ, フェニックス
B''	6,400km	パナマ, リマ, サンチアゴ, ブエノスアイレス
C	19,200km	バグダッド, ナイロビ, ヨハネスブルグ, ジブラルタル, マドリード, パリ
D	10,500km	バンコク, ジャカルタ, シドニー, メルボルン
D'	3,600km	ブリスベン, パース
E	1,900km	モスクワ, キエフ, ブカレスト, ソフィア
F	3,700km	カイロ, サハラ
合計	116,900km	

図26 未来のグローバル・トランスポーテーション・システム

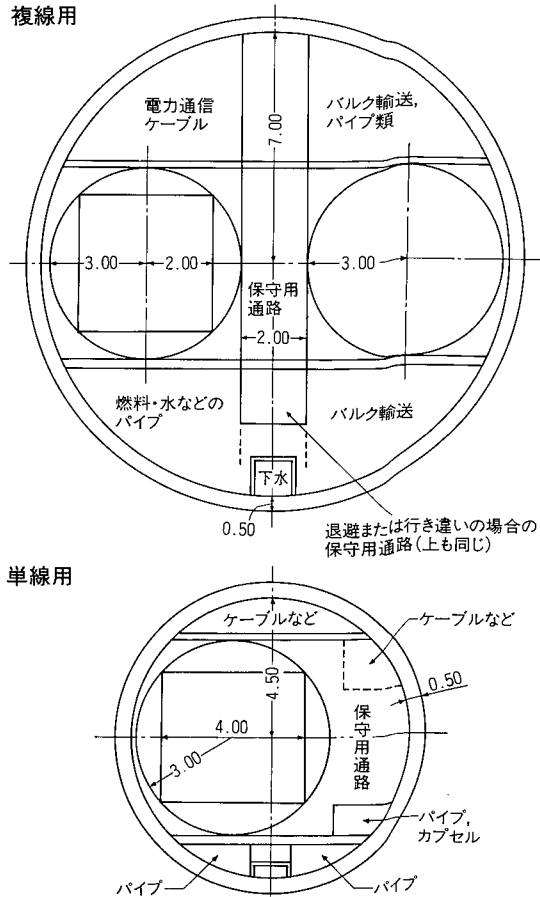


図27 グローバル・トランスポートの概略図。上は複線用、下は単線用。

個々の地域や機関の個性は尊重しながらも、世界は数少ない強国だけのものではなく、またさらには人類だけのものでもなくなってきた。現在のところでは、すべての地を、正確に、安全で、迅速に、しかも快適かつ適正に結ぶ輸送手段が望まれる。その一環として海峡トンネルがあげられるが、さらに一歩進めて、それらによって連絡された陸路を含めた輸送システムを一例としてあげる。

基本的には、地震や強風などの天災や、列車（走体）の出す騒音、振動に対して有利な構造として、トンネルまたはチューブのようなものを考える（図27）。コストとの関連もあるが、海底または山地、あるいは大都市ではトンネルで、その他の陸上部では大きいチューブによって輸送をする。高速を得るためには、航空機のように上昇・降下にエネルギーの大部を使うことのない減圧されたチューブを利用し、同時に高速化によって列車前面に生じる熱を防ぐ。真空にすれば理想的かも知れないが、その場合は理論的にはマッハ80程度まで出る。しかし、その必要はないので、 $0.1 \sim 0.3$ 気圧程度に真空ポンプのような装置で減圧をする。その中で列車をマッハ3 \sim 4程度で走らせる。現在コンコルドはマッハ2.5程度であり、あまり人体に障害を与えていないことから、チューブの場合は騒音などの障害も少ないので、もう少し速度をあげることにする。

この速度（マッハ4）だと、東京—ロンドン約三時間、東京—北京約一時間、東京—ワシントン約三時間強、東京—ヨハネスブルグ約三時間半、南米はさすがに遠くて、東京—ブエノスアイ

レス約六時間になる。アメリカとヨーロッパはこの経路であると長く、ロンドン—ワシントン約五時間となる。しかし、交通手段に多様性のある選択ができる。当然、空の旅も残るし、船の旅も残る。これは各地域についても同様である。東京—バンコク二時間以内、東京—ニューデリー二時間強となると、アジアの連繫も強くなるものと思われる。

輸送方式は、レールと車輪では速度に限界があるので、リニアモーターかジェット推進がとりあえず考えられる。ジェット推進の場合、燃料と燃焼ガスの処理（減圧の維持）のコストとの比較になるが、なるべくならば火源は持ち込みたくない。すると超電導が常電導かの選択が出てくる。土木的な見地からいうと、超電導の方がやや構造物の精度がゆるくて良い。さらにツンドラ地帯や軟弱地盤の中を考えると、超電導で浮上力の強い方が好ましいと考えられる（つまり保守のコストが低い）。もちろん、これは現段階の技術レベルの延長線上で考えているからであって、今後の開発改良によっては種々の新しい考え方が生れると思われるので、ここでは現在の線で考える。

いずれの場合も駅では減速し、別線のチューブに入ってから段階的にチューブ内の圧力をもとにもどすことが必要である。駅の長さは、列車長と到着時の与圧と出発時の減圧のための長さが必要である。駅間は、特別な場合を除いては二〇〇〇キロメートル程度が適当と考えられるが、相互発着はないとしても、重要都市には駅が必要になる。

貨物も同様な方法で輸送することもあるが、できるだけ書類、新鮮食品、花、部品類などの軽薄な物品にかぎりたい。別にパイプによるカプセル輸送もチューブ外でできるし、液体、スラリーもパイプ輸送が可能である。

次はエネルギー系だが、ここで超電導をやりたいもう一つの理由がある。超電導では送電抵抗による電力ロスが少ないので、長距離送電が可能である。経度的にいうと、余剰の深夜電力（特に水力、原子力のような連続発電性の電力）を東半球から西半球の方へ、たとえばアメリカの深夜電力が日本では昼間にクーラー、テレビに使われ、ロンドンの深夜電力が日本では朝のラッシュアワーに使用され、その逆も可能である。

また緯度的に考えると、赤道をはさんで亜熱帯高気圧帯があり、それに沿って降雨量が少なく日照時間の長い箇所が、東西につながっている。北半球では、アフリカのサハラからアラビア、イラン、ネバダなどの砂漠地帯、南半球では、アフリカのカラハリ砂漠からオーストラリアの砂漠、南米のアタカマ砂漠などがあげられる。ここで太陽発電をし、この電力をシステムで必要な地域に送ることができる。現在は超電導送電のコストと超電導による送電ロスが減少するコストとの比較になり、その差をできるだけ抵げる必要があるし、太陽発電も宇宙発電のコストを下まわす規模で行なわねばならないが、可能性としてはあると考える。そうすると、電力需要の多い北は、南に対してエネルギー代を支払わねばならないが、環境的には二酸化炭素の発生が少なく

なり、化石燃料を化学原料として有効に使用できる。太陽発電を北側が行なうとしても、エネルギーに対する支払いで、多少とも南北格差が是正されてくるであろう。これによって全体のレベルが上がることで、教育の程度も上がり、人口問題への手がかりができる。

また、チューブの余裕スペースに光ファイバーケーブルの大径のものをを入れて、主要都市をキーステーションとする情報伝達（電話、ファクス、テレビ、コンピュータ入出力など）が大量にできる。情報伝達は、旅客輸送の高速化によるフェース・トゥー・フェースの対話から、カプセルまたは貨物輸送の書類、そして電磁波による通信（耳と眼で）の三種の方法を適切に使い分けて、情報の発信と需要のセンターを世界で何カ所かにビルドアップしてゆけばよい。情報の伝達能力は非常に高いので、まさに世界は一つになるように、情報の高度化、それに伴う教育レベルの上にも資することができよう。世界の隅々まで、エネルギー利用の代価ともあいまって情報や教育が高度に浸透し、徐々にボーダーレスになる基礎となると思われる。

以上のように、このシステムは全部または一部だけでも、南北・東西の諸問題を解決するのに役立つことは確かであるが、当然、理想的な状態から現実にもどると多くの課題が生じる。しかし、それによって得られるものを考えながら、一つずつ丹念に解決してゆくよりほかに道はない。

(a) 英仏海峡トンネルのような二カ国間、さらには宗教や体制の違う国々の間を連絡するこ

とに対する問題解決のいとぐちをどう見つけてゆくのがよいか。これは地域の特性も入ってくるので、それを充分尊重しながら時間をかけて進まなければならない。世界は一つという

スローガンは、別の見方をすればノッペラボウの個性を失ったものになりかねない。

(b) 外交、軍事、経済など既得権（所有権を含む）の調整が必要である。最終的には解消すると思うが、建設途上に問題が生じる。

(c) 技術的にも多くのハードルがある。超電導技術、太陽発電、リニアモーター、大容量情報伝達、言語や技術レベル、教育レベルの差、プレートテクトニクスのような地球的応力の

解析（海峡のみならず、アルプス、アンデス、ロッキー、場合によるとヒマラヤなどの大山脈についても。山脈は海峡の逆で、応力が顕在化している場合も多い）と建設技術の向上。

(d) これら(a)～(c)は、終局的にはコストダウンにつながる。たとえばチューブ（一応は一気圧の外圧に耐えればよい）の構造、減圧設備の数を減じ、能力アップをはかる。トンネル掘削と機械化の巧妙な組み合わせ。建設速度を速くする。これも投下資金の回収を早めるのに効果があるし、一定の長さの建設でないとメリットがないところから、あまり長期になると社会経済情勢が変わってくる恐れがあり、また区間の途中で中止やスローダウンする恐れがある。全体のプロジェクト・マネージメントが必要である。

超電導も、コイルや磁石の徹底的研究によるコストダウンと、超電導温度を作るのをもう少し容易にしたい。このあたりは単に技術のみではなく、基礎科学に強く影響されるところ

なので、国家的または多国家的な事業として推進する必要がある。これについては、さきのプレートテクトニクスなどもそうである。

また太陽発電のコストを下げることも重要で、量が多くなるとコストは一応下がるが、大規模になり過ぎると材料などの応力限界もあるので、やはり基礎科学が必要である。

情報についても右と同様のことが考えられる。

(e) 輸送コストを下げることは右の通りだが、需要予測も正しく行なわねばならない。輸送需要予測も今のところプロジェクトの泣き所であるので、手法を初心に帰って厳密に見直さねばならない。

(f) プロジェクト・マネージメント。これを実施するにあたっては、技術開発（一部は科学研究開発を含む）の流れと見通しが大切である。まず始まる土木工事に手戻りや仕直しがなされるべくなくなるよう、また管理の方法によってコストが相当違ってくるので、人力とその程度、さらに募集、機械の製作選定（部品、修理を含む）、安全管理、資材の選定と管理等々、多くの点が全部うまくゆくような組織と、それを運営する人の質が吟味されねばならない。すべての人は仕事によって学習し、成長してゆくのではあるが、最初からは期待できぬとしても、その成長が直ちに反映するような組織と仕事の仕方がなければならぬ。

むしろこの段階で大量情報処理が最も必要となり、目的物である情報輸送のモデルとなる

かも知れない。

(g) これらの問題を一つずつ、また同時に解決しながら、国際的に建設資金の合意を得ることが必要である。少なくとも全部を一度にやることは考えられないので、収入の上がりやすそうなアジア・ヨーロッパの主要部をつなぐ一千万キロメートル程度を施行することも考えられる。一方、日米の一五〇〇〇キロメートル程度も一つの候補になりうるであろう。全線に均等な収入は考え難いので、有償資金と無償資金を混用しなければならない。

コストダウンを前提にして考えると、全システム（二または三重系）として、大胆かつ独断的に考えると、約一〇〇〇兆円程度と考えられる。これを五〇年、つまり来世紀半ば、またはそれ以降に建設終了とすると年二〇兆円程度で、全GNP、GDPから考えると、さほどびっくりするような金額ではないと思われる。部分的に東京・ヨーロッパ、または東京・アメリカのどちらかを十数年くらいで建設するとなると、年一〇兆円程度となる。これを国際的に負担するような合意ができるという前提にたって考えると、バブルの国際的な膨脹に比べると少ないものとも思える。

ただし、越えるべきハードルは多く、特に政治的・社会的な部分については、今すぐ考えても大変である。しかし、このようなプロジェクトを合意し、建設し利用してゆく間に、政治的・社会的ハードルが解消してゆくかも知れない。

「あとがき」にかえて

輸送の手段としてのトンネルの技術と建設には、自然が奥深いものであるがゆえに、自然との深いかわりがあり、また社会的な意味（使用の仕方）からも人間とのさまざまなかわり合いがある。

トンネル技術といってもそれ自体は手段で、機械や化学製品、金属製品、動力その他多様な各分野の品質の優れた生産物を、人間の力を適切に使っていかに効果的に組み合せるかが最大のポイントである。しかもそれが、人工のものでない自然を壊して変形させ、その安定をはかりながら組み合せる仕事であるから、十分な自然理解と、それに対処するために各分野での製品の組み合わせをする知識が必要である。それには種々のアプローチの仕方があって、そこには人間的な要素やその集団、その国特有の文化が反映してくるのである。

青函トンネルで多くの技術開発と自然認識をほぼ終え、先進導坑が貫通した年の翌一九八四年十一月に、タイミングよくサッチャー英首相とミッテラン仏大統領の間で英仏海峡トンネル建設

となく運行できる海峡トンネルの開業式にふさわしい日であったかも知れない。エリザベス女王とミッテラン大統領をのせて双方の首都を出発した特急列車ユーロスターは、ロンドンとパリのほぼ中間であるフランスのカレーに到着した。列車の先端に国旗が描かれたユーロスターの先頭車は、ホームの三色のリボンが張られた位置にそれぞれびたりと停車し、ミッテラン大統領が女王をホームにお迎えし、並んでリボンをカットした。これで正式に英仏海峡トンネルが開業したのである。

そのあと、両元首はユーロトンネル社の車両運搬列車シャトルで海峡トンネルを通り、英国のフォークストンで同様な式典を行なった。これはヨーロッパ史上、歴史的な一コマである。

実際の実用運転は、まず貨車のシャトルで五月十九日から始まったのであるが、例によって両国間の考え方の調整にかなりの時間がかかり、筆者は少なからず助言をして、実用運転に対するためらいを一日も早く除去するように努めた。その後は、このようなビッグ・プロジェクトにありがちな初期故障は少々あっても、ほぼ順調に輸送量を増加しつつある。

このトンネルは、今後のヨーロッパ連合での高速鉄道網や、貨物の輸送形態に大きなインパクトを与えるものと期待され、さらに多くの分野を活性化すると考えられる。このようなビッグ・プロジェクトは、単に短期的視野でみることなく、長い目で見る必要があると思う。

青函トンネルでは多くのことを行なって完成できたが、いま思うと、自然の中のわずかな隙間、



94年5月6日に行なわれた開業式。左よりエリザベス英女王、ミッテラン仏大統領、モートンET社会長（英国側）

に関する協定が結ばれたのであった。それで、筆者は幸いにも両方の大トンネルに、一方は直接三〇年以上にわたり、他方は間接的ではあるが足かけ九年ほど、核心部に関与することができた。これに自然の奥深さや、人間と文化を広く見ることができ、トンネル技術の幅と奥行きを時代の進展とともによく知らされた。

さて九四年五月六日、英仏海峡トンネルの開業式が行なわれた。当日はメイストームといわれる風雨の強い悪天候であったが、波高い海峡の下を天候に左右されるこ

つまりわれわれ人間にとって取っつきやすい部分を探りながら、多少の手段（技術開発）をもって、なんとかくぐり抜けさせてもらったというのが、最初に竜飛崎に立ったときから、掘り終って列車が走るまでの間の感想である。そして行き詰まったときなどは「紅、萌ゆる」や「琵琶湖周遊歌」などの寮歌で心を休ませていたのである。

敵を知り己を知らば百戦して殆うからず、という敵（自然）は、敵というより、まさに師であったといふべきであろう。英仏海峡トンネルでは自然のこやかさに驚嘆もし、その付き合ひやすさに、自然の持つ幅広さを感じざるを得なかった。

しかし一方では、人間の持つ心の動き、さらには社会、経済の動きに大きく影響される建設の動きをみるにつれ、別の種の自然ともいふべき、つまり一人一人の力の及ばぬ文化や制度が大きく影響を与えるところを実感した。これも幅広いものと、言いつくせないものがある。

ある週末に、リルケの「ドゥイノウ悲歌」のドゥイノウ（イタリア北西部、ユーゴとの国境近く）へ、三高以来の友人である萩原延寿と一緒に行ったが、その前に出かけたリルケの故郷の暗いブラハと重ね合わせると、ドゥイノウとアドリア海の明るさとブラハの荘重な暗さが奥深い背景を持つてあの名作にやはり息づいていることを知り、ヨーロッパの持つ文化の広さに心をうたれざるを得なかった。この種の多くの見方に接して、長年撰取してきたはずのヨーロッパ文化は長年にわたって表面をふれていたに過ぎなかったように思われた。英仏海峡トンネルの中でも、

また多くの人々と討論し対話した中にも、良い悪いは別として、いつもこちらの新しい好奇心を満たすものがあつた。その好奇心のほゞみだが、ドゥイノウやブラハまで駆り立てたのかも知れない。

今後、日本や他の国でも、環境問題ともあいまって、深部地下開発を進めざるを得なくなっている。このためには、海底トンネル同様に、自然条件に対する深い理解と洞察が必要であり、地下開発が主として都市部で行なわれるがゆえに、環境に対する適正な処置が必要となるだけに、さらに難しい問題をかかえこむことになる。

しかしながら、歴史上の過去の文明の衰退の一つの原因として、種々な意味での一極集中があげられている。現在の東京も一極集中のマイナス面が、幾つかの様相に分かれながら、あちらこちらに顔を出し始めている。深部地下開発は一極集中を止める効果としてあまり期待できないが、そのマイナス面を弱める働きをする有力な手段であることは間違いない。ただ往々にして、その手段があたかも目的であるかのように、社会の幅広い中で曲がってしまったようにしなければならぬまい。文明や技術の進歩または変化が、己が意図するか否かにかかわらず、一時的に大きな速度をもってしまうことも考えねばならない。

文明の衰退のもう一つは、巨大化・空洞化である。何でも大きいことは良いことだの時代は、掛け声としては終つたと言われているが、巨大化に伴う空洞化、たとえばローマが富の充足・

肥大とともに、厭な仕事である軍事などは傭兵に任せただため、軍事技術のテクニシャンは他国の出身者ばかりとなり、実体を失って衰退の方向に向かい、少数のゴート族、ゲルマン民族の侵入になすすべもなく支配権を失ったことが思い出される。いずれにせよ、自然や社会と対するか、調和して働くかは別としても、それらを目的にかなうようにできるだけコントロールするのは人間しかないのです、本文でも所々で述べたように、実体を持ったテクニシャンの養成を忘れてはならない。そしてそれは常に自然との対話なしには始められないことも。

終りに当たっていかにも世を憂える土のようなことを言ってしまったようであるが、これは未来への好奇心のなせるわざと理解されるよう願って、自然と人間の技のなせる話を終りたい。

青函トンネル、英仏海峡トンネルに大変長期にわたってかかわり合ったので、非常に多くの人々のお世話になった。

青函トンネルの調査時代には、予算の少ないのをその志で助力していただいた人々、建設にかかると日本鉄道建設公団の篠原武司総裁以下の人々、工事会社やメーカーの人々、主な事務所が置かれていた地元函館の人々、これらの人々のほか、多くの亡くなった人々を含めて感謝したい。英仏海峡トンネルでも、両会長その他多くの関係者、現場の人々、また銀行の人々などに数知れない知己を得、助力をしていただいた。すべての名を記したいが、あまりにも多くかつ感慨も深

いがゆえに、ここに挙げることは断念せざるを得ない。お許しを乞う次第である。

本書は中央公論社の石川昂氏のソフトな励ましは何よりの推力となり、また協力してくれた人々の手によるところが多い。すべてを含めて感謝したい。

とまれ、長い間のことなので、意あつて筆足らずで、その中のいくつかを汲み取っていただければ幸いこれにすぐるものはない。

一九九四年六月

持田 豊

持田 豊 (もちだ・ゆたか)

1928年(昭和3年)奈良県に生まれる。
1954年、京都大学理学部(地質学科)卒業後、日本国有鉄道に入る。60年、本社建設局建設線課(海峡調査担当補佐)。64年、日本鉄道建設公団青函トンネル調査事務所所長代理を経て、79年、同青函建設局長、81年、同本社海峡線部長。84年、サンコーコンサルタント取締役、87年、英仏海峡トンネルプロジェクト技術顧問。現在、サンコーコンサルタント代表取締役副社長。1985年、運輸大臣賞、88年、天皇賜盃および科学技術功労者(科学技術庁)

青函トンネルから
英仏海峡トンネルへ
中公新書 1198

©1994年
検印廃止

1994年 8月15日印刷

1994年 8月25日発行

著 者 持 田 豊

発行者 嶋 中 行 雄

本文印刷 三晃印刷
カバー印刷 大熊整美堂
製 本 小泉製本

発行所 中央公論社

〒104 東京都中央区京橋2-8-7
振替 00120-4-34

Printed in Japan

ISBN4-12-101198-8

主な参考文献

- (1) 粕谷逸男『水底トンネル』鹿島出版会、1965年5月。
- (2) Institution of Civil Engineering, *The Channel Tunnel*, Thomas Telford London, 1989 (Sept.)
- (3) Paul Varley, *From Charingcross to Baghdad 1880~1930*, Channel Tunnel Group, 1992.
- (4) *The Channel Tunnel Study Group Report*, 1960.
- (5) 青函船舶鉄道管理局『洞爺丸海難誌』、1965年12月。
- (6) 日本鉄道建設公団『津軽海峡線工事誌』、1990年3月。
- (7) 日本鉄道建設公団青函建設局『津軽海峡線工事誌(青函トンネル)』、1990年3月。
- (8) Jack Lemley et. al., "The Channel Tunnel Technology of Bored Tunnels", *International Symposium Copenhagen*, 1993 (Nov.)
- (9) 持田豊『青函海底トンネル』日本鉄道技術協会、1983~84年。
- (10) 『日本機械学会誌』特集号、1988年5月号。
- (11) 持田豊(共著)『水底トンネルへの応用』土質工学会、1974年4月。
- (12) 持田豊「世界のトンネル技術」『土木学会誌』、1992年10月。
- (13) 持田豊「供用間近の英仏海峡トンネル」『トンネルと地下』、1992年3月。
- (14) Y. Mochida, *Key Condition for Realization of Global Super Projects*, World Development Council, 1992 (Feb.)
- (15) 持田豊「海峡連絡鉄道調査」『JREA』、1963年3月。
- (16) 持田豊(共著)『地底への冒険』リポポート社、1982年3月。
- (17) J. Wilson & J. Spick, *Euro Tunnel*, Harper Collins, 1994 (May).



いまからちょうど五世紀まえ、グーテンベルクが近代印刷術を発明したとき、書物の大量生産は潜在的可能性を獲得し、いまからちょうど一世紀まえ、世界のおもな文明国で義務教育制度が採用されたとき、書物の大量需要の潜在性が形成された。この二つの潜在性がはげしく現実化したのが現代である。

いまや、書物によって視野を拡大し、変りゆく世界に豊かに対応しようとする強い要求を私たちは抑えることができない。この要求にこたえる義務を、今日の書物は背負っている。だが、その義務は、たんに専門的知識の通俗化をはかることによって果たされるものでもなく、通俗的好奇心にうつつたえて、いたずらに発行部数の巨大さを誇るることによって果たされるものでもない。現代を真摯に生きようとする読者に、真に知るに価いする知識だけを選びだして提供すること、これが中公新書の最大の目標である。

私たちは、知識として錯覚しているものによってしばしば動かされ、裏切られる。私たちは、作為によってあたえられた知識のうえに生きることがあまりに多く、ゆるぎない事実を通して思索することがあまりにすくない。中公新書が、その一貫した特色として自らに課すものは、この事実のみの持つ無条件の説得力を発揮させることである。現代にあらたな意味を投げかけるべく待機している過去の歴史的事実もまた、中公新書によって数多く発掘されるであらう。

中公新書は、現代を自らの眼で見つめようとする、逞しい知的な読者の活力となることを欲している。

中央公論社



人と仕事・体験 I

比較旅行学	林 周二	ある日本男児とアメリカ	鈴木 明
時刻表の旅	種村直樹	イヌ・ネコ・ネズミ	戸川幸夫
駅を旅する	種村直樹	崑崙の秘境探険記	周 鳥羽欽一郎
五万分の一地図	井上英二	忘れられた植物学者	増田芳雄
天気予報の話	内田英治	戦中ロンドン日本語学校	大庭定男
翻訳の技術	中村保男	日本船員の大量転職	山内景樹
辞書の話	加藤康司	青函トンネルから	持田 豊
アマゾン河	神田錬蔵	英仏海峡トンネルへ	
リマの精神衛生研究所	林 峻一郎		
ルワンダ中央銀行	服部正也		
総裁日記	吉田康彦		
国連広報官	兼坂 祐		
わが農業革命	武田英克		
満州脱出	四手井綱英		
山と森の人々	山本俊一		
浮浪者収容所記			



人と仕事・体験 II

アーロン収容所 思い出の 昭南博物館 日の丸アワー 学徒出陣の記録 疎開学童の日記 広島昭和二十年 満州脱出 沖繩の歲月 尋常 小学 国語読本 暗い谷間の自伝 二つの祖国をもつ私 海のラクダ 山びとの記 山と森の人々 商売繁昌	会田雄次 E・J・H・コーナー 石井美樹子訳 池田徳眞 東大十八史会編 中根美宝子 大佐古一郎 武田英克 比嘉春潮 高木市之助述 深賞和男録 大河内一男 西条正 門田修 宇江敏勝 四手井綱英 三七菊子 阿奈井文彦	そばや今昔 結び目の謎 つっぱりトミーの死 ニューヨークの憂鬱 ウィーン愛憎 沖繩ハワイ移民一世の 記録 都市ヨコハマをつくる 朝比奈隆 わが回想 求道の画家松本竣介 ロシア国籍日本人の記録	堀田平七郎編 額田 巖 生江有二 長沼秀世 中島義道 鳥越皓之 田村 明 朝比奈 暢 矢野 承 宇佐美 承 川越史郎
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------