下関北九州道路の必要性検討調査報告書

平成 30 年 3 月

下関北九州道路建設促進協議会

目次

はじめに……1
1．平成９年以降の各種調査の再整理……2
2．関門都市圏の現状……6
2.1　下関市/北九州市の規模と距離感……6
2.2　人口構成……6
2.3　産業構造……7
３．関門都市圏の一体性評価……9
3.1　総務省統計局基準……10
3.2　経済産業省基準……11
3.3　国土交通省基準……11
3.4　両都市間の物流……14
3.5　両都市間の人流とその特徴……14
４.下関北九州道路の整備方法の比較……19
4.1　下関北九州道路想定地域・海域について……19
4.2　下関北九州道路を整備する場合の諸元……22
4.2.1　橋梁……22
4.2.2　沈埋トンネル……24
4.2.3　整備費を規定する要因分析……25
4.2.4　橋梁/トンネル整備のメリット・デメリット……28
５.電力等他ネットワークインフラの整備可能性とその効果……32
5.1　電力線……32
5.2　通信線……34
６．おわりに（まとめにかえて）……37

はじめに

下関北九州道路は地域高規格道路の候補路線であり、九州と本州を繋ぐ大動脈の１つでありながら、全国６海峡をトンネルや橋で結ぶ国の海峡横断プロジェクトの１つと位置づけられ、平成 20 年に凍結された。しかしながら、現在も、既存ルートの関門トンネルと関門橋では事故や工事等による通行止めが頻発するなど、本州と九州を結ぶ幹線が綱渡り状態で国土軸における脆弱性の高い個所の１つとなっている。

また、昭和 33 年に関門トンネル、昭和 48 年に関門橋で結ばれて以降、古代から交流が盛んであった両地域は、さらに一体的な都市圏としての性格が強まり、下関市・北九州市間では毎日 1 万人近くの移動があるほか、行政及び民間・市民レベルの連携も進んでおり、いずれも両市を繋ぐ生活道路として機能しているが、その脆弱性は時として、一体的な地域として形成されている都市を分断するリスクを大いにはらんでいる。

こうした状況を踏まえ、国土交通省は、平成 29 年３月、下関北九州道路に関する地元調査に対して予算補助を決定した。

本調査では、下関市・北九州市の都市圏としての一体性を担保する広域生活道路として、さらに、リダンダンシー等の確保、及び国土のグランドデザインにおいても示された「世界最大のスーパー・メガリージョン」との高速交通ネットワークを通じた他の地域への波及を踏まえ、改めて、関門地域の現状と下関北九州道路の必要性を整理し、併せてトンネル及び橋梁それぞれの特徴についても調査を行った。下関北九州道路の整備促進に向けての参考となれば幸いである。

1．平成９年以降の各種調査の再整理

本年度の調査を行う前に、これまで下関北九州道路整備にあたって、行われてきた調査を再整理する。なお、これまで行われてきた調査は下表の通りである。

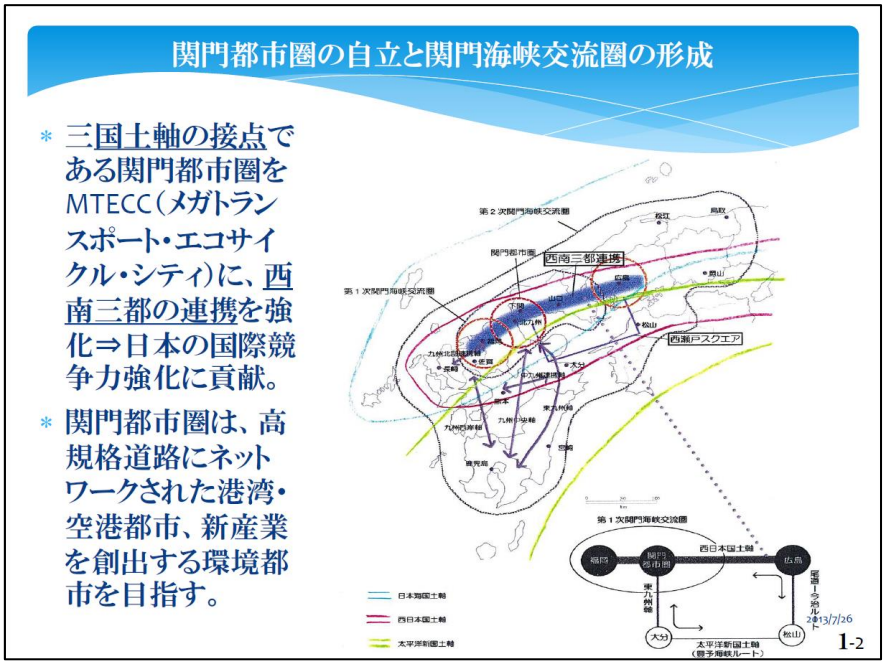
調査名と実施年

実施(公表)年	調査名
平成9(10)年	2005年関門海峡道路の実現をめざして
平成11(12)年	関門海峡道路の供用による関門都市圏等への経済波及効果調査
平成12(13)年	関門海峡道路を考える懇談会
……	
平成17年	関門海峡道路による関門都市圏の交通ネットワークと将来像
……	
平成22(23)年	関門トンネル・関門橋の交通遮断に伴う経済損失影響に関する調査 (SCGEモデルによるリダンダンシー効果評価)
平成23(24)年	関門海峡道路の必要性に関する基礎調査 (DCF法による有料道路事業の可能性評価・国内類似事例比較)
平成24(25)年	関門海峡道路の必要性に関する調査 (ヘドニックモデルによる開発ポテンシャル評価)

資料）九経連提供

最初の調査である「関門海峡道路の実現をめざして」の概要は以下の通りである。調査の内容は、太平洋新国土軸と合わせた、国土軸の作り変えを企図した西南日本における都市の連携を念頭に置きながら、その結節点となる関門都市圏の強化と自立を目指すものである。

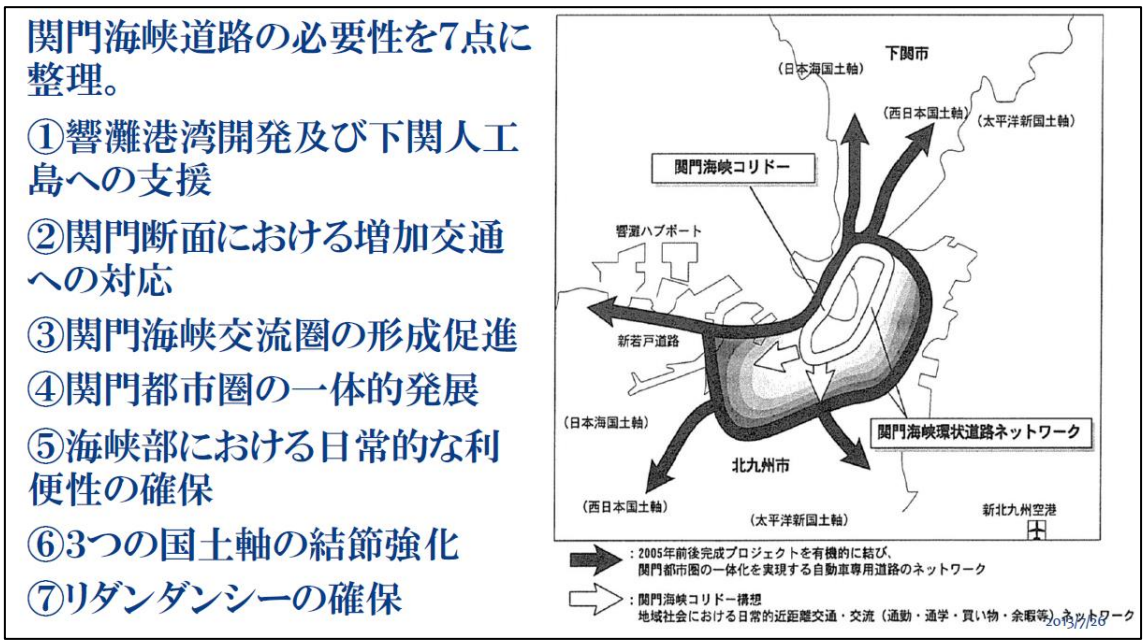
調査結果の概要



資料）九経連提供

ただし、この調査の肝は、下関北九州道路（当時、関門海峡道路と標記）の必要性を７つの項目に挙げた点であろう。

関門海峡道路の必要性（平成９年調査）



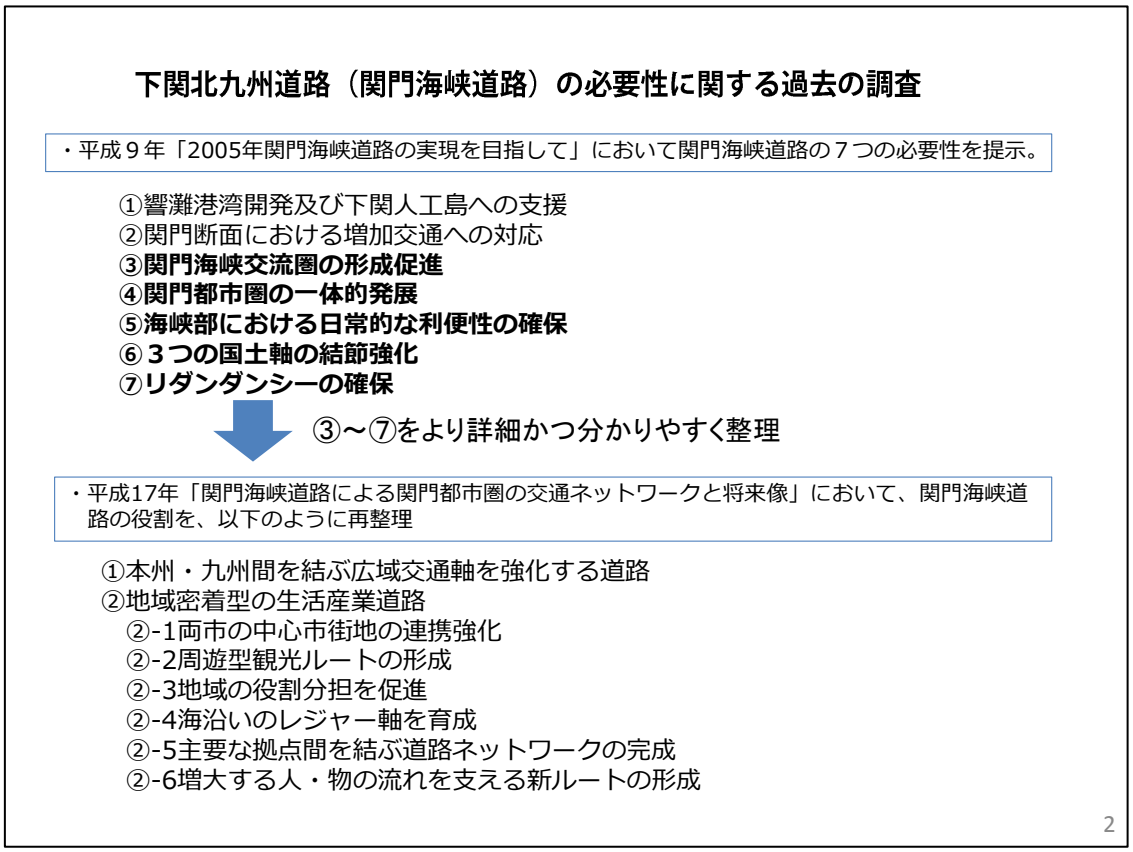
資料）九経連提供

現在に繋がる活動として、平成９年の調査が、そのスタートであるとするなら、並んで重要な提言を含んでいるのは、平成 17 年「関門海峡道路による関門都市圏の交通ネットワークと将来像」である。この平成 17 年の調査では、関門海峡道路の役割を、以下のように再整理している。

ほぼ、平成９年の調査で挙げられている必要性を継承しているものであるが、より、「地域密着型の生活産業道路」としての役割に焦点を当て、その“生活産業道路”としての必要性について、より具体的な記述がなされている点に、その特徴を見出すことができる。

そのような平成９年と平成 17 年調査で提示された必要性、役割を、次頁のように整理している。とくに平成９年の③~⑤の部分が地域密着型の生活産業道路として、６つの役割を提示しているが、より具体的に“観光”や“レジャー軸”といった、それまでになかったワードが使われている点が注目されるところであろう。

平成９年調査の『必要性』と平成 17 年調査の『役割』の比較



資料）九経連提供

以上のように、過去調査を整理した上で、本調査の目的は、下記のように位置づけられよう。

平成 17 年調査で生活産業道路としての具体的な役割が位置づけられたが、このうち『②-1　両市の中心市街地の連携強化』については、平成 25 年の調査において、両市間のアクセシビリティ（移動利便性）向上が、両市内の開発ポテンシャルをどれほど増大させるかという点を明らかにしている。

そこで、本年度の調査は、これまでの調査を整理したうえで、都市圏としての一体性向上に対する下関北九州道路の効果を改めて整理し、トンネル及び橋梁の特徴を示すとともに、道路以外のネットワークインフラ接続の必要性などを検討することとする。

また、このような観点による下関北九州道路の役割を考える先には、両市が取り組んでいる関門連携や連携中枢都市圏構想などを視野に入れることができるのである。

下関市と北九州市における新たな広域連携モデル構築事業



資料）総務省 web サイト

2. 関門都市圏の現状

2.1 下関市/北九州市の規模と距離感

最初に、両市の規模と両市の距離感を、他の都市圏との比較により評価する。

下関市の人口は 28 万人、北九州市の人口は 98 万人で、下関市は山口県唯一の中核市、北九州市は九州初の政令指定都市である。三大都市圏では、この程度の人口規模の都市が隣接している状況は珍しくないが、地方圏における政令市、中核市、特例市（計 56 都市）間の距離は、下関北九州間が全国で 2 番目に近い。

（最も近いのはもともと藩が異なり、性格が異なる前橋市と高崎市。前者は行政都市、後者は経済中心、交通拠点都市。）

下関市と北九州市の規模と距離

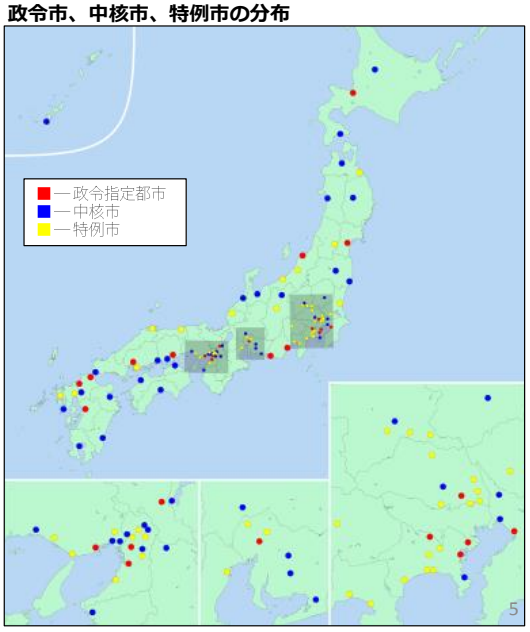
下関市人口　　：280,947人
北九州市人口　：976,846人
両都市間の距離　：10.3km

地方圏主要都市間距離　下位10都市間

順位	都市間	都市間直線距離（km）	両都市人口計
1	前橋市⇔高崎市	9.2	711,593
2	**下関市⇔北九州市**	**10.3**	**1,257,793**
3	前橋市⇔伊勢崎市	14.8	547,512
4	岡山市⇔倉敷市	15.6	1,185,097
5	伊勢崎市⇔太田市	16.2	423,686
6	高崎市⇔伊勢崎市	17.4	578,523
7	広島市⇔呉市	18.2	1,413,816
8	沼津市⇔富士市	18.5	456,331
9	久留米市⇔佐賀市	20.3	539,908
10	前橋市⇔太田市	30	556,756

注）1.主要都市は地方圏の政令市、中核市、特例市
　　2.大都市圏は衛星都市が上記の市となっている例が多いため除外
資料）総務省「国勢調査」などで九経調作成

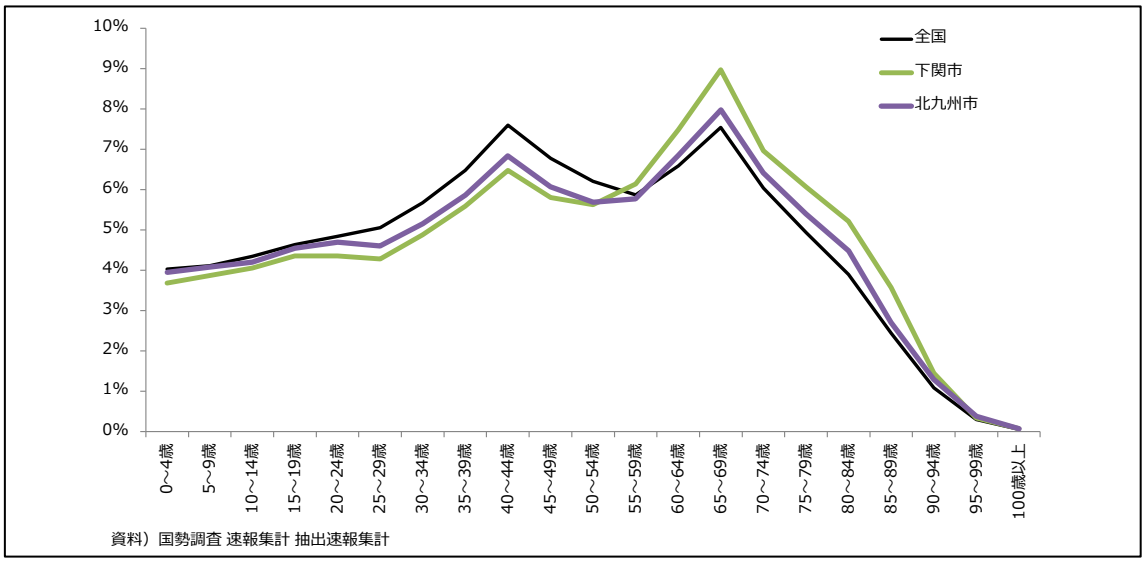
政令市、中核市、特例市の分布



2.2 人口構成

下関市は団塊世代の厚みが多く、高齢化が著しいという特徴はあるが、下関市、北九州市いずれも 60 代以上の割合が高く、60 代未満は低いという特徴は共通しており、規模は異なるも、両市は似た人口の年齢構造を有している。

５歳階級別人口構成比（2015）

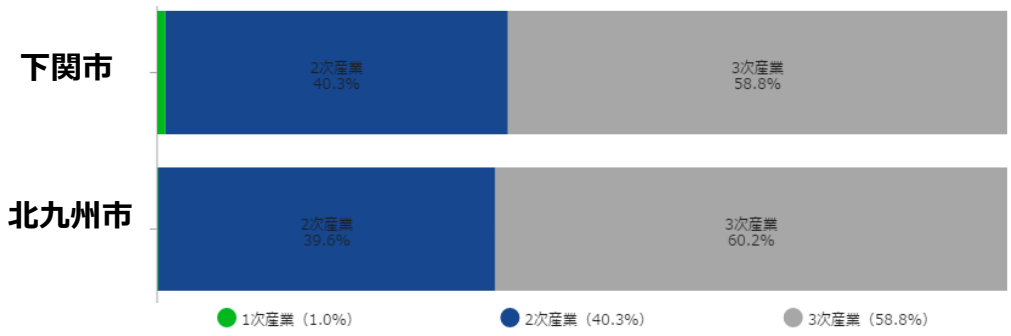


資料）国勢調査 速報集計 抽出速報集計

2.3　産業構造

人口構成同様、両市の３区分による産業構造は酷似している。両市とも２次産業のイメージが強いが、いずれも３次産業が約６割を占めている状況にある。

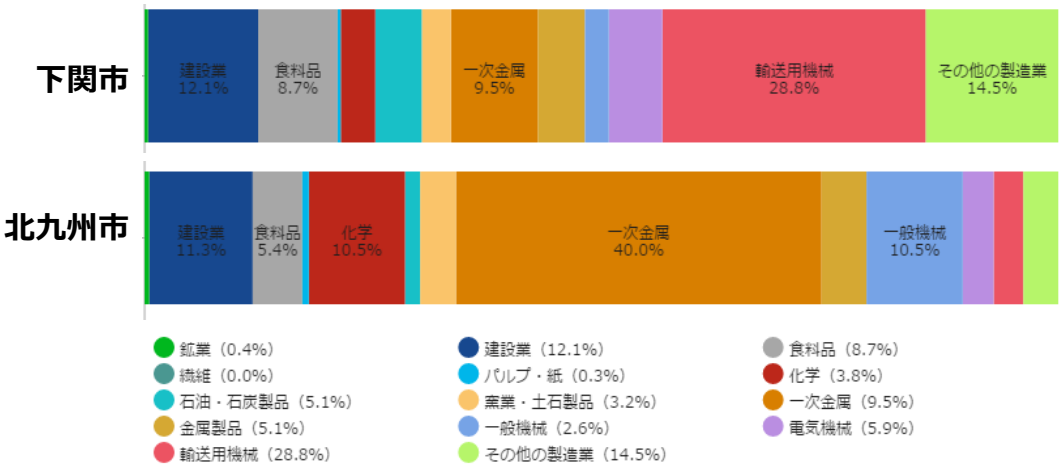
産業三区分別生産額構成比



資料）内閣府まち・ひと・しごと創生本部「地域経済分析RESAS」

２次産業について、より詳しくみてみると、中分類別の構成比は北九州市は素材、下関市は加工組立が大きなウエイトを占め、両市間で産業連関が強化されるポテンシャルは大きいといえる。

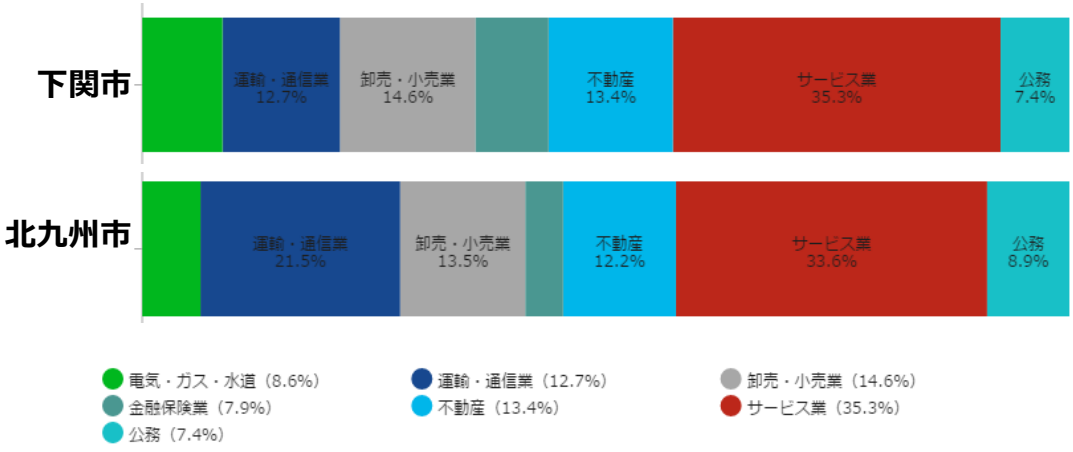
２次産業中分類別生産額構成比



資料）内閣府まち・ひと・しごと創生本部「地域経済分析RESAS」

３次産業についても、中分類別の構成比も比較的似ているが、北九州市は運輸・通信業のウエイトが高い。これはコールセンターや BPO センター、情報系 IT 事業所等の新規立地による集積が影響しているものと考えられる。一方、下関市は運輸・通信業の割合は小さく、地方銀行の本店があることから、金融保険業のウエイトが高いほか、サービス業の割合も高くなっている。

３次産業中分類別生産額構成比



資料）内閣府まち・ひと・しごと創生本部「地域経済分析RESAS」

３．関門都市圏の一体性評価

まず、“都市圏”としての一体性を評価するために、”都市圏”の定義についてみていくこととする。

“都市圏”の定義には、おおよそ、総務省統計局、国土交通省、経済産業省それぞれにより３つの条件がある（下表参照）。それぞれの定義によって、下関市と北九州市をみてみると、総務省の定義では両都市とも福岡市も含めた福岡・北九州大都市圏に包摂される。また、経済産業省の定義では下関市も中心都市に分類され、北九州市、下関市それぞれが中心都市となる独立した都市圏を形成する。

国土交通省の基準では、両市が一体の都市圏となる。なお、国土交通省の基準で、拠点都市以上の都市が複数存在する都市圏は全国で下関市、北九州市のみとなっている。

都市圏の条件

①都市圏の条件

・総務省の定義では両都市は福岡市も含めた福岡・北九州大都市圏を形成。
・経済産業省の定義では、下関市も中心都市に分類
・拠点都市以上の都市が複数存在する都市圏は全国唯一

		国勢調査（総務省統計局）	国土交通省	経済産業省＆まち・ひと・しごと創生本部 ※都市雇用圏
中心都市条件	常住人口（夜間人口）	大都市圏に属さない人口50万人以上の市	人口10万人以上の市	①DID（人口集中地区）人口が1万以上の市町村で、他都市の郊外でない　または、 ②DID人口が中心市町村の3分の1以上か、あるいは10万以上である
	昼夜間人口比	－	1.0以上	他都市の郊外だが、昼夜間人口比が1.0以上なら中心都市
	併合条件	－	20㎞以内の場合には中心都市を併合	－
周辺都市条件	流出比率	中心都市への流出通勤・通学者の常住人口に占める割合が1.5%以上 ※ただし、周辺が郊外の条件をみたす市町村で囲まれている場合は郊外	核都市への通勤通学者が、全通勤通学者の5%以上または500人以上である市町村	中心都市への通勤率が10 % 以上のものを（1次）郊外市町村
	中心都市選択条件	－	２つ以上の都市圏に含まれる市町村は、核都市への通勤通学者の多い方の都市圏に含む（相対都市圏）	・相互に通勤率が 10 % 以上である市町村ペアの場合には、通勤率が大きい方を小さい方の郊外 ・通勤率が 10 % を超える中心都市が2つ以上存在する場合には、通勤率が最大の中心都市の郊外
	空間的連続性	中心都市と連続	－	－

11

3.1　総務省統計局基準

繰り返しになるが、総務省統計局の定義では両都市は福岡市も含めた福岡・北九州大都市圏を形成し、一体的な大都市圏として区分されている。その人口規模は中京圏に次ぎ、西南日本における随一の都市圏の一翼を担う地域として性格付けられる。

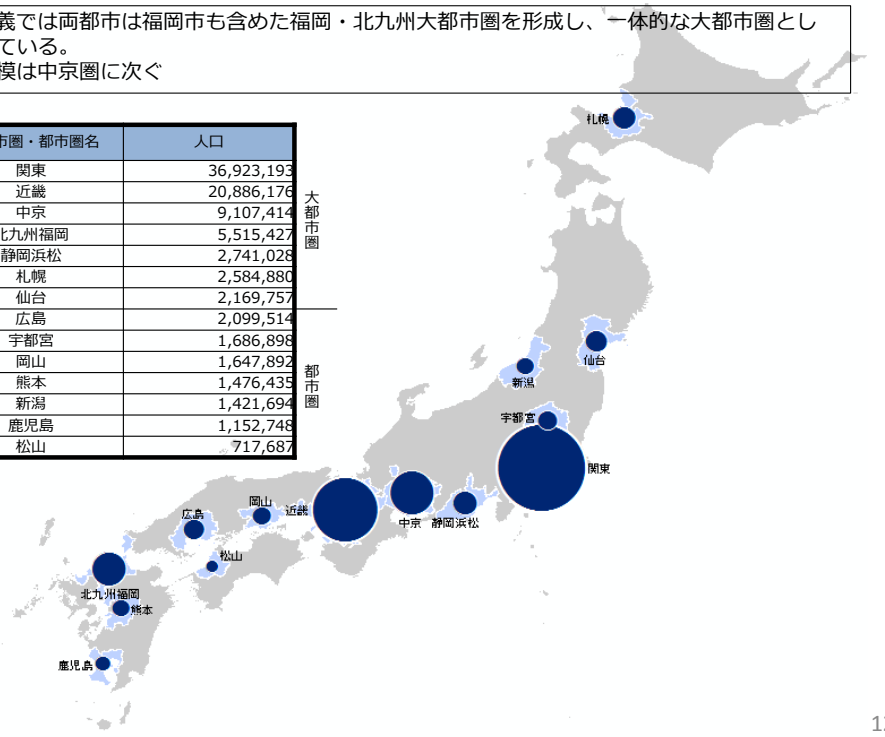
その人口規模は 550 万人を上回り、静岡県の両政令市が連担して形成される静岡浜松都市圏の２倍以上の規模を有している。

総務省統計局基準による全国の都市圏

②都市圏としての特徴（総務省定義）

・総務省の定義では両都市は福岡市も含めた福岡・北九州大都市圏を形成し、一体的な大都市圏として区分されている。
・その人口規模は中京圏に次ぐ

順位	大都市圏・都市圏名	人口	
1	関東	36,923,193	大都市圏
2	近畿	20,886,176	
3	中京	9,107,414	
4	北九州福岡	5,515,427	
5	静岡浜松	2,741,028	
6	札幌	2,584,880	
7	仙台	2,169,757	
8	広島	2,099,514	都市圏
9	宇都宮	1,686,898	
10	岡山	1,647,892	
11	熊本	1,476,435	
12	新潟	1,421,694	
13	鹿児島	1,152,748	
14	松山	717,687	



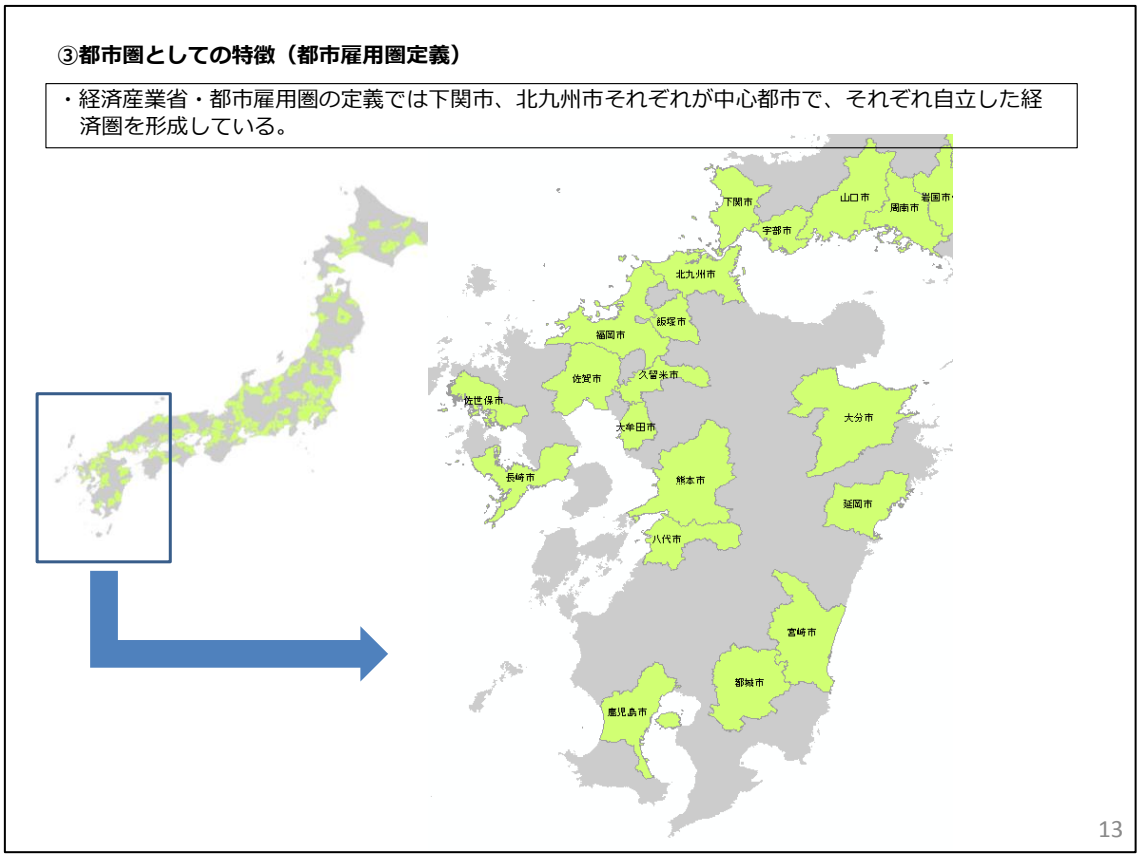
12

3.2　経済産業省基準

経済産業省・都市雇用圏の定義では下関市、北九州市それぞれが中心都市で、それぞれ自立した経済圏を形成している。

なお、経済産業省基準は、他の２つの都市圏の基準と比べ、条件が緩いことから、九州でもっとも多く都市圏が設定される基準である。

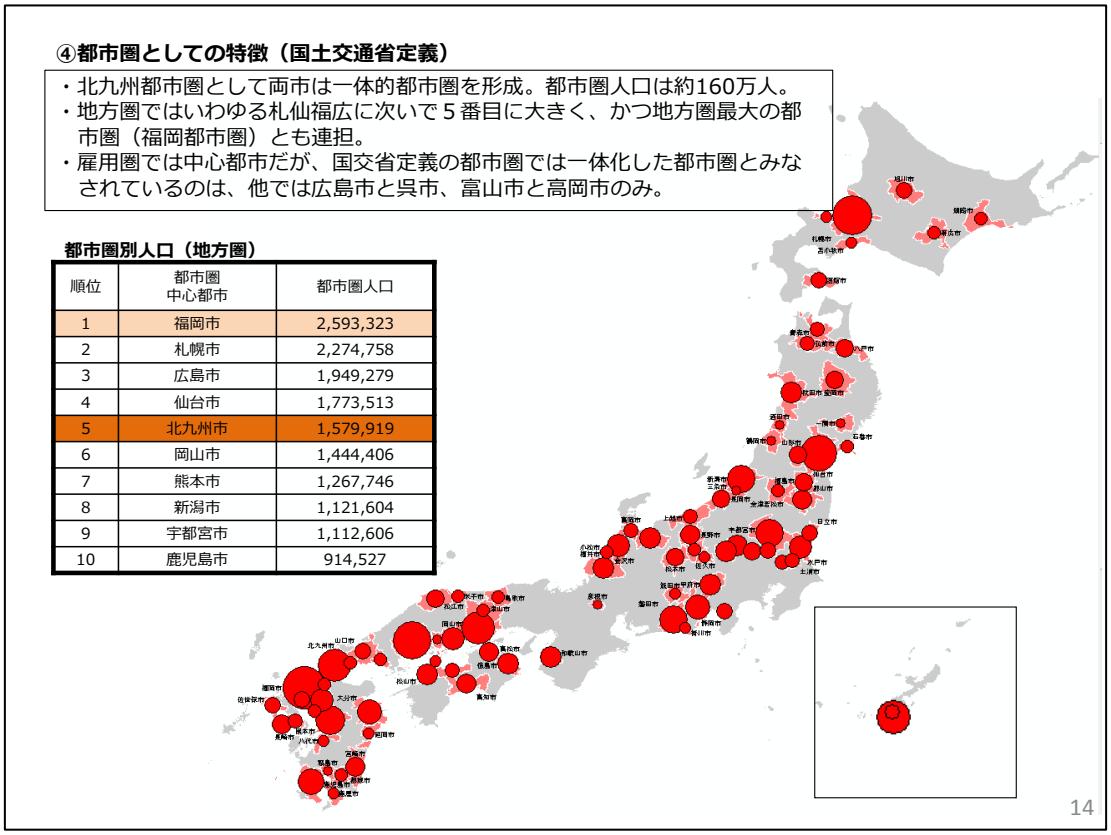
経済産業省基準による全国の都市圏



3.3　国土交通省基準

北九州都市圏として両市は一体的都市圏を形成し、都市圏人口は約 160 万人となっており、地方圏ではいわゆる札仙福広に次いで５番目に大きく、かつ地方圏最大の都市圏（福岡都市圏）とも連担している点で特徴的である。なお、雇用圏では中心都市だが、国交省定義の都市圏では一体化した都市圏とみなされているのは、他では広島市と呉市、富山市と高岡市のみとなっている。つまり、都市圏という目線でみると、両市は都市圏を形成しうる中心都市でありつつ、一体化した都市圏でもあり、より大きな都市圏の構成都市にもなるという複層的な特徴を有している。

国土交通省基準による全国の都市圏



以上より、下関市と北九州市の都市圏としての一体性について、下記のようにまとめられよう。

そもそも、中心都市になりうる２つの都市が、一体化した都市圏として定義されうる点で全国的にも稀である点に留意する必要がある。さらに、この両都市は、海と県境で隔てられている。つまり、このようなハードルがあっても、一体的な都市圏になりうるだけの交流が両都市に備わっているということが言えるだろう。この点だけでも、両市を繋ぐネットワークの強化が、さらに両市の都市圏としての一体化を促すポテンシャルを高めると想像される。

また、この両都市が形成する都市圏が、我が国第４の都市圏である福岡・北九州大都市圏の一部となっている点も、他の地方圏の都市圏にない特徴である。つまり、この両市のネットワークが強化されることで、中国地方ひいては本州方面と福岡・北九州大都市圏との連担が図られることにもなる。

この点で、福岡を含む福岡・北九州大都市圏は、国土軸の西端のターミナルとしての機能を高めることに繋がるものと考えられることから、下関北九州道路は関門都市圏の生活産業道路としての役割のみならず、国土軸の強化、リダンダンシーの強化にも繋げ得るネットワークとなるであろう。

雇用圏では中心都市だが、国交省定義の都市圏では一体化した都市圏とみなされているのは、他では広島市と呉市、富山市と高岡市のみ。

独立した中心都市が形成する**“海”**と**“県境”**を超えた、
極めて稀有な一体性を有する圏域

下関市と北九州市

さらに福岡都市圏とも連担し、我が国第４の大都市圏の一翼を担う

3.4　両都市間の物流

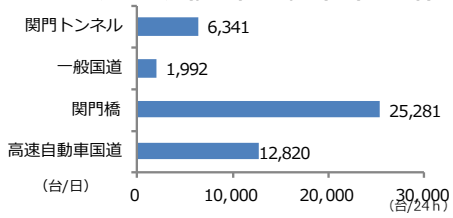
産業道路としての側面をみるために、両都市断面での大型貨物車通過台数をみてみると、大型車の関門橋通過台数は約 25,000 台/日で高速自動車国道平均の約２倍の水準に達する。また、関門トンネルは 6,300 台/日で一般国道の約３倍となっている。

関門橋の大型車通過台数は山口・福岡県内で有数の交通量で、三大都市圏のそれにも匹敵する量である。

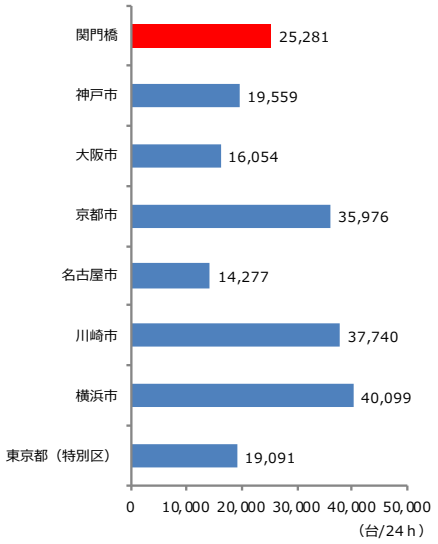
両都市間の物流

・大型車の関門橋通過台数は約25000台/日で高速自動車国道平均の約２倍。
・関門トンネルは6300台/日で一般国道の約３倍。
・関門橋の大型車通過台数は山口・福岡県内で有数の交通量で、三大都市圏のそれにも匹敵。

大型車の通過台数（福岡県内路線別）（2010年）



大型車の通過台数（他都市比較）（2010年）



大型車の通過台数（高速道路区間のランキング）（2010年）

	順位	路線	区間	大型車通過台数（台/24ｈ）
福岡県内	1	九州縦貫自動車道鹿児島線宮崎線	筑紫野～鳥栖JCT	26409
	2	九州縦貫自動車道鹿児島線宮崎線	大宰府～筑紫野	26084
	3	**関門自動車道**	**下関～門司港**	**25281**
	4	九州縦貫自動車道鹿児島線宮崎線	古賀～福岡	20218
	5	九州縦貫自動車道鹿児島線宮崎線	若宮～古賀	20024
山口県内	1	**関門橋**	**下関～門司港**	**25281**
	2	山陽自動車道	大竹JCT～岩国	16281
	3	山陽自動車道	岩国～玖珂	15831
	4	山陽自動車道	徳山西～防府東	15626
	5	山陽自動車道	玖珂～熊毛	15467

資料）国土交通省「道路交通センサス」

18

3.5　両都市間の人流とその特徴

国土交通省「旅客純流動調査」により、両都市間の「仕事」「観光」「私用」「その他」等を目的とする人の行き来をみると、約 540 万人となっている。この、540 万人という人流は、人口規模が関門の約 1.7 倍の岡山（県南）⇔香川を３割上回るレベルである。

さらに、本州と四国を繋ぐ３ルート間（神戸・淡路⇔徳島、岡山県南⇔香川東部＋西部、備後⇔今治の計）とほぼ同じ人の行き来があるが、下関と北九州は両端地域の人口は本四のそれと比べ、約４分の１に過ぎない。

つまり、両都市は極めて距離が近い、その人口規模の割に都市間の行き来が活発であるということが言え、生活圏としての一体性をうかがい知ることができる。

本四、関門間の両端地域人口・面積と流動数

・「仕事」「観光」「私用」「その他」等を目的とする下関と北九州の人の行き来は約540万人。
・540万人という人流は、人口規模が関門の約1.7倍の岡山（県南）⇔香川を３割上回るレベル。

本四、関門間の両端地域人口・面積と流動数

両端地域計 人口	両端地域計 面積（㎢）	本州側 地域名	本州側 人口	本州側 面積（㎢）	流動数（千人/年）	四国/九州側 人口	四国/九州側 面積（㎢）	四国/九州側 地域名
2,319,825	2,952	神戸・淡路	1,687,747	1,149	⇔ 761	632,078	1,803	徳島
2,700,593	4,813	県南（岡山）	1,704,751	4363	⇔ 4,225	995,842	450	香川（東部＋西部）
951,710	3,293	備後	777,530	2130	⇔ 232	174,180	1163	今治
5,972,128	11,058	本四（本州側）計	4,170,028	7,642	⇔ 5,218	1,802,100	3,417	本四（四国側）計
1,587,936	1,879	下関	280,947	716	⇔ 5,385	1,306,989	1,163	北九州

本四の３ルート計（神戸・淡路⇔徳島、岡山県南⇔香川東部＋西部、備後⇔今治の計）とほぼ同じレベルにある関門の人流（両端地域の人口規模は本四の約４分の１）。

極めて距離が近い両都市は、その人口規模の割に両都市間の行き来が活発

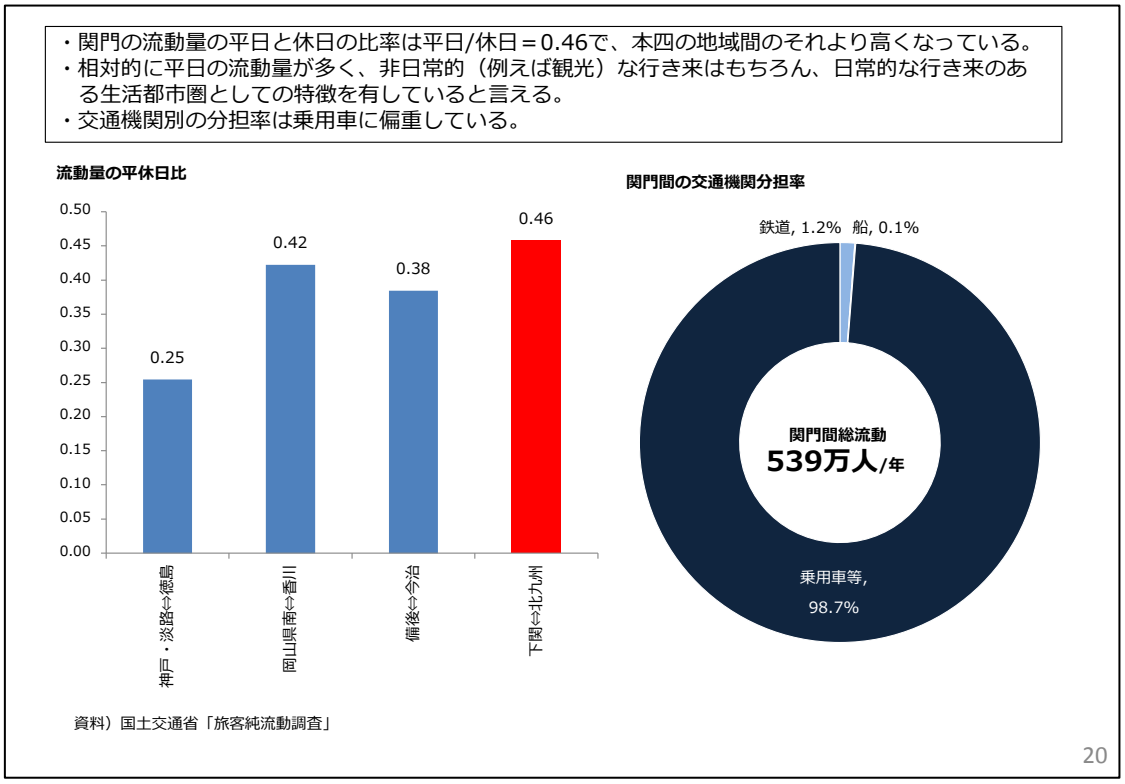
19

資料）国土交通省「全国地域旅客純流動調査」より九経調作成

次に、関門の流動量の平日休日比をみてみると、平日/休日で 0.46 となっており、本州四国間３ルートのいずれの平日休日比よりも高くなっている。つまり、非日常的な行き来はもちろん、本四と比べ、日常的な行き来、つまり日常行動の中で関門間のネットワークが利用されていることがわかる。

なお、交通手段については、圧倒的に乗用車の比率が高くなっている。

両都市間人流の平日休日比率

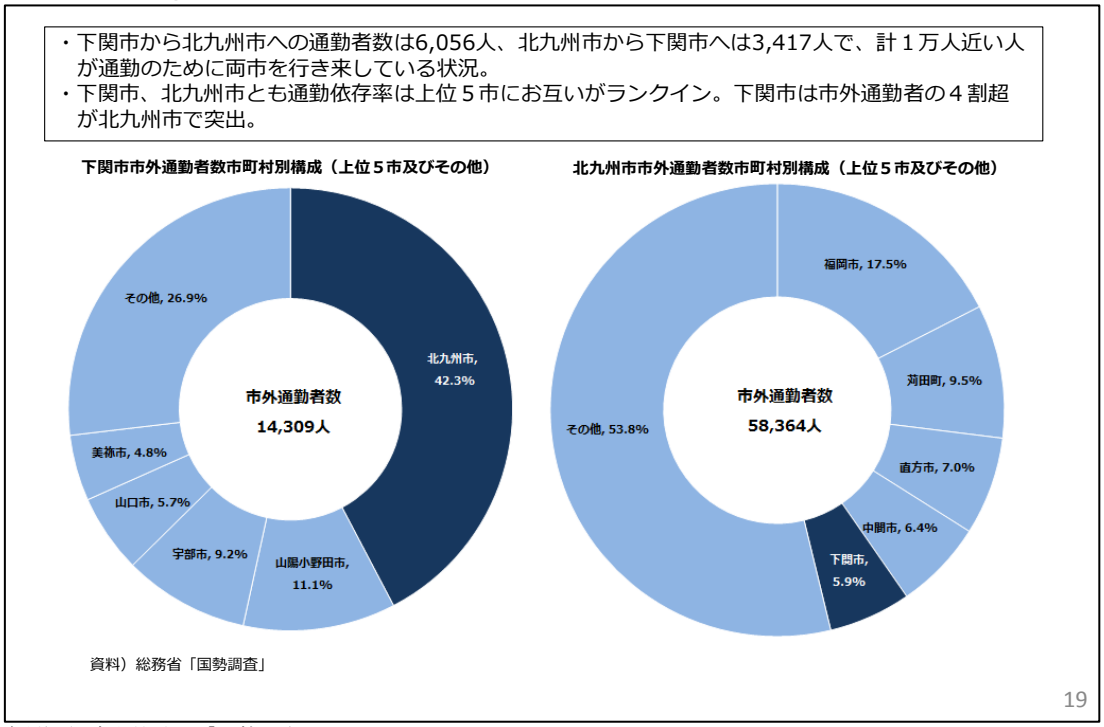


資料）国土交通省「全国地域旅客純流動調査」より九経調作成

次に、移動の目的をより特定化してみていきたい。最初は「通勤」である。

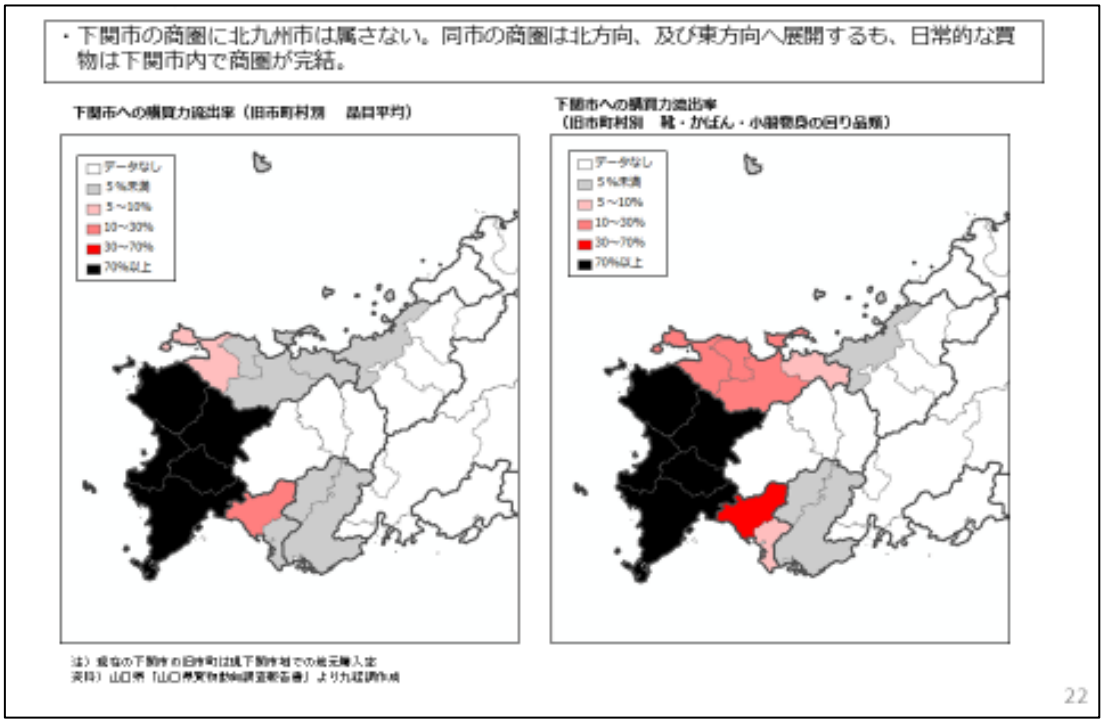
下関市から北九州市への通勤者数は 6,056 人、北九州市から下関市へは 3,417 人で、計１万人近い人が通勤のために両市を行き来している状況にあり、下関市、北九州市とも通勤依存率は上位５市にお互いがランクインしている。とくに下関市は市外通勤者の４割超が北九州市で突出しており、就業の場を北九州市に依存している状況が伺える結果となっている。

両都市間の通勤構造



資料）総務省統計局「国勢調査」

次に買物行動についてみてみる。下図は下関市の商圏であるが、北九州市は下関市の商圏に属していない。



注）現在の下関市の旧市町は現下関市域での地元購入率
資料）山口県「山口県買物動向調査報告書」より九経調作成

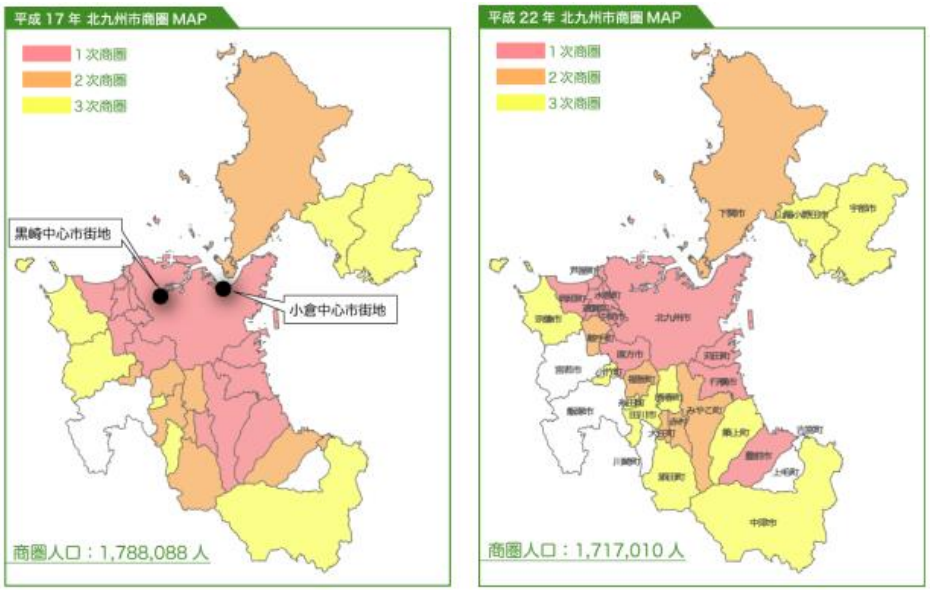
一方、北九州市の商圏としては、下関市が含まれていることがわかる。

つまり、北九州市を中心都市として、下関市も含んだ形で商圏が形成されている状態にあり、買物行動についても、どちらかといえば、一方通行的ではあるものの、都市圏としての一体性を伺い知ることができる。

北九州市の商圏

・一方、北九州市は二次商圏のエリアとして下関市が含まれており、北九州市を中心とした一体的な商圏が形成されていると言える。

北九州市の商圏（2005、2010年）



注）1次商圏は1 回以上の頻度で買物に出向く比率（買物出向率）が70%以上、2次商圏は50～70%、3次商圏は30～50%
資料）北九州市、北九州市立都市政策研究所「平成22年　北九州市商圏調査報告書」

23

注）１次商圏は１ 回以上の頻度で買物に出向く比率（買物出向率）が 70%以上、２次商圏は 50～70%、３次商圏は 30～50%

資料）北九州市、北九州市立都市政策研究所「平成 22 年　北九州市商圏調査報告書」

4.下関北九州道路の整備方法の比較

本章では、下関北九州道路の整備方法について、２つの方法ー（沈埋）トンネルか橋梁ーを想定し、それぞれの特徴について整理する。

4.1　下関北九州道路想定地域・海域について

下関北九州道路は、下関市彦島～北九州市小倉北区西港町を繋ぐ道路として想定する。その対岸間の距離は２㎞となっている。

なお、両岸の地形についてであるが、下関（彦島）側は、どちらかといえば、標高 40～70ｍの丘陵となっている。北九州市側は埋立地で平坦な地形である。

下関北九州道路の想定区間



下関北九州道路両岸の地形

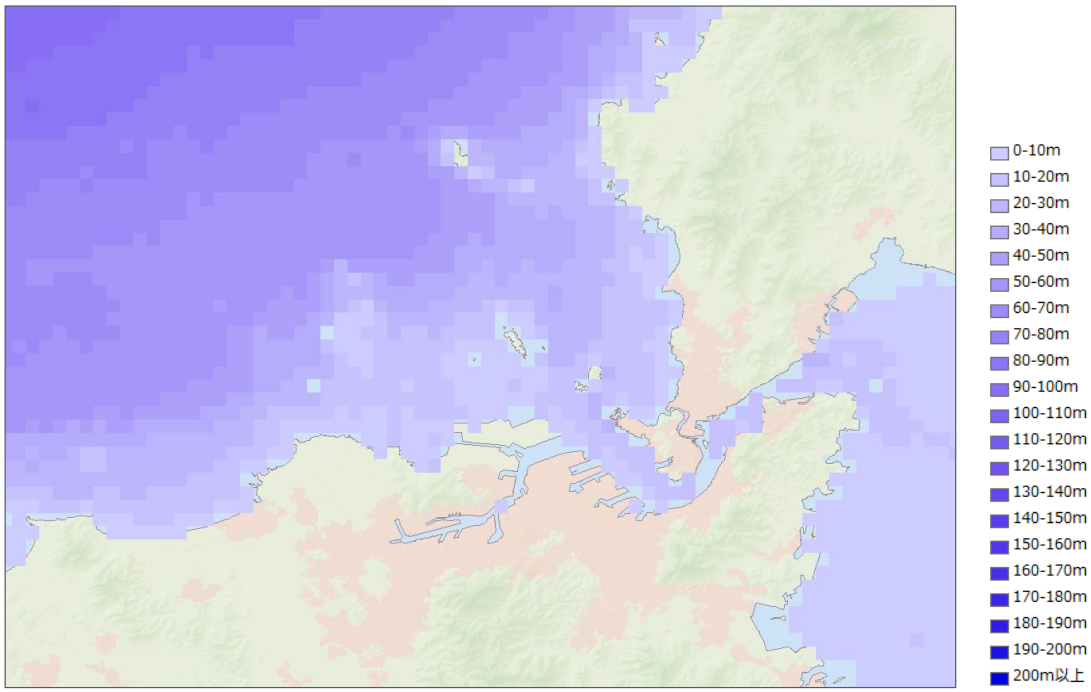


資料）国土交通省「国土数値情報」より作成

次に、海域についてみると、水深は 10～20 メートルとなっており、最大水深は 20ｍと判断される。また潮流であるが、関門海峡内では、その地形から非常に複雑な潮汐変化が生じており、潮の干満の差は周防灘が大きく約 3.8m、響灘側は約 1.5m で、この潮位差が海峡内の急潮流や複雑な潮汐の原因となっているといわれている。さらに、関門海峡は響灘と周防灘の潮汐の影響を受ける狭く細長い海峡であり、両側で生じる潮位差により関門海峡の一番早い早鞆瀬戸では約 9.4kn の潮流が発生する。満潮時は西流れ、干潮時には東流れとなり、１日４回約６時間ごとに向きを変える。

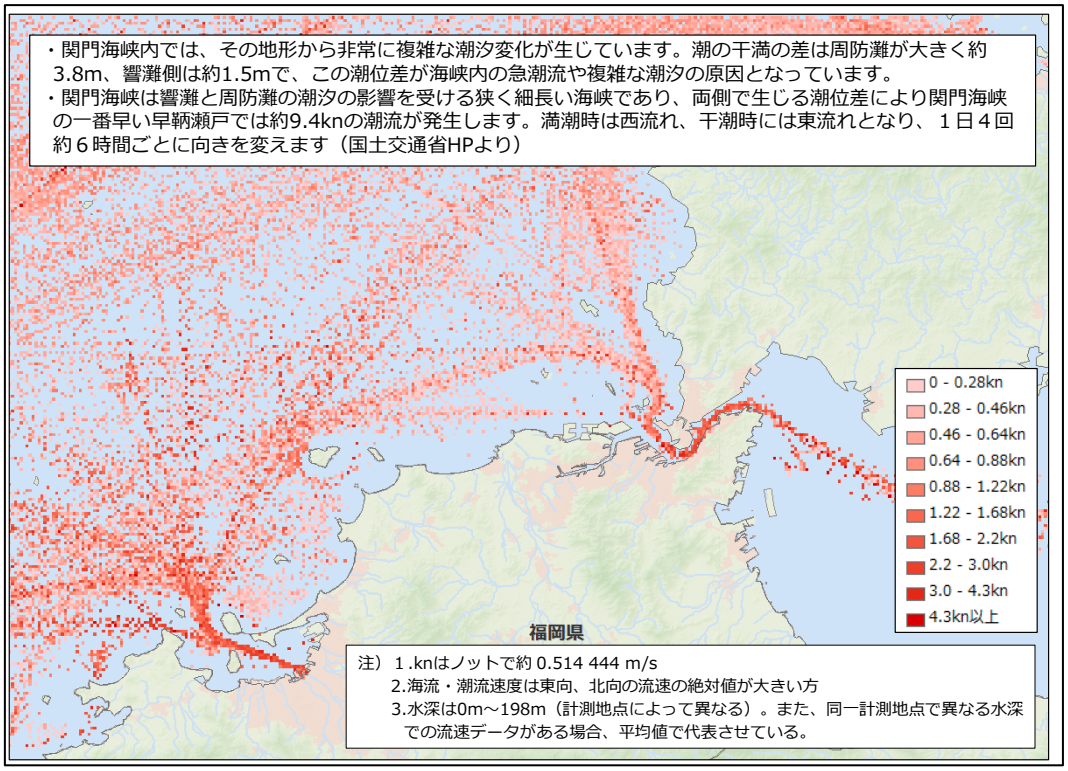
このように比較的、潮が早く、水深もあるのに加え、幅が最大２㎞の航路に、５００総トン以上の船舶が５万隻程度通航する、きわめて“混雑”した海域である。このような海域であることから、その整備には種々の制約が生じるものと考えられる。

関門海峡の水深



資料）国土数値情報より作成

関門海峡の潮流速度



資料）国土数値情報より作成

関門航路通航船舶隻数



資料）国土交通省関門航路事務所

4.2　下関北九州道路を整備する場合の諸元

4.2.1　橋梁

現時点で想定しうる橋梁の諸元は下の通りである。

①ルート

- 下関市（彦島付近）～北九州市（日明付近）
- 海峡の幅：約2,000m
- 航路の幅：約1,000m

②橋の概要（想定条件から）

- 形式：吊橋（構成橋梁）
- 橋長：約2,200m～2,300m程度
- 支間長：約1,000m～1,200m程度
  ※但し、道路単独橋とする。

整備費はほぼ「形式」「橋長」「主径間」により規定

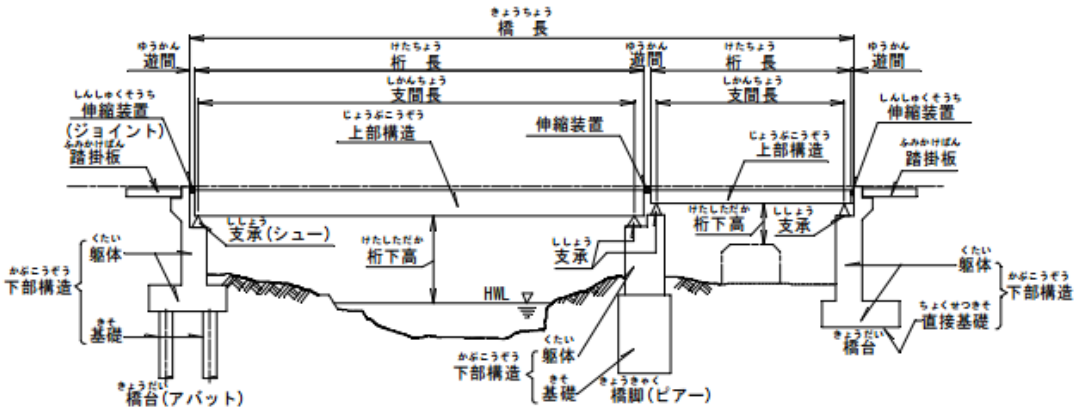
③その他

- 関門海峡は潮流が速く、潮位差が大きい。
- 関門航路は航行船舶数も多いが、現状の航路水深は-12mと浅い。
  （現在-14mまでの浚渫を実施中）

なお、橋梁の各部位等の名称については、次ページ図の通りである。

橋の整備費は、このうち、橋高や主径間（支間長）の長さ、及び橋桁の高さ－つまり鋼材の使用量－に規定されると言われている。

橋梁の概要



・ 橋　長　　；両端橋台のパラペット前面間の長さを示します。
・ 桁　長　　；上部構造の長さを示します。
・ 支間長　　；支承間の長さを示します。
・ 上部構造　；歩行者や自動車などを直接支持する部分(床版や桁など)をいいます。
・ 下部構造　；上部構造を支持する部分(橋台・橋脚・基礎)をいいます。
・ 支　承　　；下部構造と上部構造の接点に設けられ、上部構造からの荷重を下部構造に伝達する役割を持ちます。
・ 伸縮装置　；上部構造と橋台あるいは上部構造同士の遊間に設置するものです。
・ 遊　間　　；上部構造の長さを示します。温度変化などによる伸縮を吸収する目的のものです。

類似橋梁例

下関北九州道路（橋梁による整備の場合）と**橋長**が近い他橋梁（吊橋）

橋梁形式	橋名	路面形式	**橋長(m)**	主径間(m)	鋼重(t)	床版形式	完工年	発注者	所在地
吊橋	明石海峡大橋	上路	**3911.1**	1990.8	178138	鋼床版	1997	本四公団	兵庫
吊橋	大鳴門橋	上路	**1629**	876.3	54163	鋼床版	1984	本四公団	徳島・兵庫
吊橋	南備讃瀬戸大橋	上路	**1628**	1100	79952	鋼床版	1986	本四公団	香川
吊橋	此花大橋	上路	**1570.6**	300	9643	鋼床版	1988	大阪市	大阪
吊橋	北備讃瀬戸大橋	上路	**1518**	990	67297	鋼床版	1986	本四公団	香川
吊橋	白鳥大橋	上路	**1380**	720	19766	鋼床版	1996	室蘭開建	北海道

下関北九州道路（橋梁による整備の場合）と**主径間**が近い他橋梁（吊橋）

橋梁形式	橋名	路面形式	橋長(m)	**主径間(m)**	鋼重(t)	床版形式	完工年	発注者	所在地
吊橋	明石海峡大橋	上路	3,911	**1990.8**	178138	鋼床版	1997	本四公団	兵庫
吊橋	南備讃瀬戸大橋	上路	1,628	**1100**	79952	鋼床版	1986	本四公団	香川
吊橋	来島海峡第二大橋	上路	1,270	**1020**	30124	鋼床版	1998	本四公団	愛媛
吊橋	来島海峡第三大橋	上路	1,030	**1020**	28041	鋼床版	1998	本四公団	愛媛
吊橋	北備讃瀬戸大橋	上路	1,518	**990**	67297	鋼床版	1986	本四公団	香川
吊橋	下津井瀬戸大橋	上路	1,200	**940**	59714	鋼床版	1986	本四公団	岡山・香川

資料）（一社）日本橋梁建設協会「橋梁年鑑データベース」より九経調作成

4.2.2　沈埋トンネル

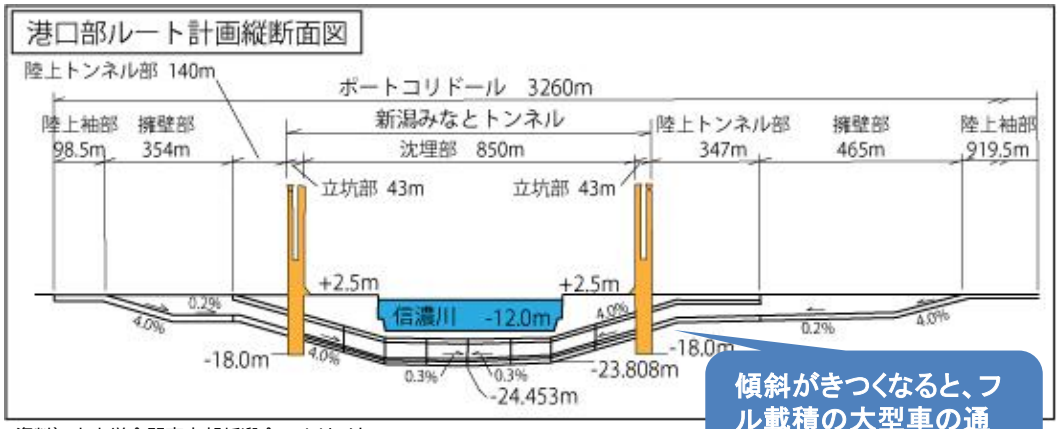
現時点で想定しうる沈埋トンネルは、基本、橋梁と同様のルートとなる。

なお、沈埋トンネルは、大きく陸上トンネル部分と沈埋部に分けられる。

沈埋トンネルの場合（イメージ）

・大きく、①沈埋部と②陸上トンネル及び擁壁部、③陸上袖部に分けられる
・陸上トンネル部の長さは水深及び両岸の標高、及び縦断勾配に規定される
※新潟みなとトンネルの場合は4%

新潟みなとトンネルの縦断面図



資料）土木学会関東支部新潟会webサイト

傾斜がきつくなると、フル載積の大型車の通常走行が困難に

橋梁ほど多くはないが、すでに各所で沈埋トンネルでの整備事例は見られ、下関北九州道路と地理的に近いところでは、新若戸道路が沈埋トンネルで整備されている。しかしながら、国内では、沈埋函の延長が２㎞を超える整備例は、今のところない。最も沈埋函の延長が長いのは多摩川トンネルで 1.55 ㎞となっている。

沈埋トンネルによる整備例

トンネル名称	県	所在地	企業者	トンネル長（m）	内容構成	沈埋区間長（m）	着工年	完成年
安治川	大阪府	大阪市	大阪市	81	2車線＋歩道	49	1935	1944
海老取川	東京都	海老取川	首都高速道路公団	300	2*2車線	56	1962	1964
衣浦港	愛知県	半田～碧南	運輸省 愛知県	986	2車線＋人道	480	1969	1973
扇島海底	神奈川県	川崎港京浜運河	日本鋼管㈱	1,237	2*2車線	660	1971	1974
東京港	東京都	東京港第一航路	首都高速道路公団	1,325	2*3車線	1,035	1969	1976
川崎港海底	神奈川県	川崎港京浜運河	運輸省 川崎市	1,160	2*2車線	840	1972	1979
東京港第２航路	東京都	東京港第二航路	東京都	1,085	2*2車線	744	1973	1980
多摩川	東京～神奈川	羽田～浮島	首都高速道路公団	2,170	2*3車線	1,550	1986	1994
川崎航路	神奈川県	浮島～東扇島	首都高速道路公団	1,947	2*3車線	1,187	1986	1994
大阪港咲洲	大阪市	港区～南港	運輸省 大阪市	2,200	2*2車線 ＋地下鉄複線	1,091	1989	1997
港島	兵庫県	神戸港	運輸省 神戸市	1,600	2*3車線	520	1992	1999
新潟みなと	新潟県	信濃川河口	運輸省	1,355	2*2車線	850	1989	2002
東京西航路	東京都	東京港第一航路	東京都	1,969	2*2車線	1,329	1993	
衣浦港（増設）	愛知県	半田～碧南	運輸省 愛知県	1,141	2車線	448	1996	2003
大阪港夢洲	大阪市	港区～夢洲	運輸省 大阪市	2,100	2*2車線 ＋地下鉄複線	806	2000	2009
那覇港	沖縄県	那覇市	沖縄総合事務局	1,127	2*3車線 現状は2*2車線	724	1997	2011
新若戸	福岡県	北九州市	運輸省 北九州市	777	2*2車線	557	2001	2012

資料）財団法人沿岸開発技術研究センター「沈埋トンネル技術マニュアル（改訂版）」、web サイトより作成

4.2.3　整備費を規定する要因分析

以上で示した、先行整備事例のうち、整備費を把握できた事例により、多変量解析を行い、整備費を規定する要因について、その大小を分析した。

最初に橋梁であるが、分析に用いた整備事例は下表の通りである。

橋梁整備事例

	事業費（億円）	橋長（m）	主径間（m）	車線	竣工年	塔高（m）	橋脚が海中か否か	備考
大鳴門橋	1,100	1,629	876.3	4	1984	144.0	○	
白鳥大橋	743	1,380	720	2	1996	139.5	○	
来島海峡大橋	2,800	4,045	2,650	4	1999	184.0	○	３橋計。 塔高は最高
多々羅大橋	900	1,480	890	4	1999	220.0	○	
安芸灘大橋	487	1,571	300	2	1999	120.0		
ながさき 女神大橋	846	1,289	880	4	2005	170.0		
豊島大橋	240	903	540	2	2008	109.5	○	

資料）（一社）日本橋梁建設協会「橋梁年鑑データベース」、Web サイトより

下表が、整備費を被説明変数として、橋長、主径間、車線数、竣工年を説明変数にして、推計した重回帰分析結果であるが、ほぼ主径間と橋長、つまり橋の長さに規定されることがわかる。

橋梁整備費推計式

【推計式】

整備費（億円）＝ φ（定数項） ＋ α ＊橋長（m）＋ β ＊主径間（m）＋ γ ＊車線（両側車線数）＋ Δ ＊竣工年（西暦）

R2＝0.997485

		係数	標準誤差	t	P-値	
定数項	(φ)	20,244.862	9,316	2.173	0.162	
橋長(m)	(α)	0.3458	0	3.331	0.080	*
主径間(m)	(β)	0.5642	0	3.659	0.067	*
車線	(γ)	69.1617	41	1.691	0.233	
竣工年	(Δ)	-10.3103	5	-2.230	0.156	

＊は10%有意水準

※塔高、橋桁が海中か否か（ダミー　海中＝1、陸上＝0）も説明変数とした式も推計したが、ｔ値が低く、推計式の説明変数としては不採用

※経年による技術革新による建設単価の低下を織り込んで、竣工年を説明変数とし、仮説通りの結果が得られたが、技術革新によるものか、1990年代からの建設需給悪化による単価の低下なのかが定かでないため、この項については前頁７事例の竣工年の平均（1998）を代入し、経年による事業費への影響については、ニュートラルなものとして算定した。

また、この式では明示的ではないが、橋梁による整備費を規定するのは、桁下高である。桁下高が高ければ高いほど、橋脚までのアプローチ部分を長く取らざるを得ず、その分、用地買収費が高邁するのみならず、高架部分の建設費も高邁する。

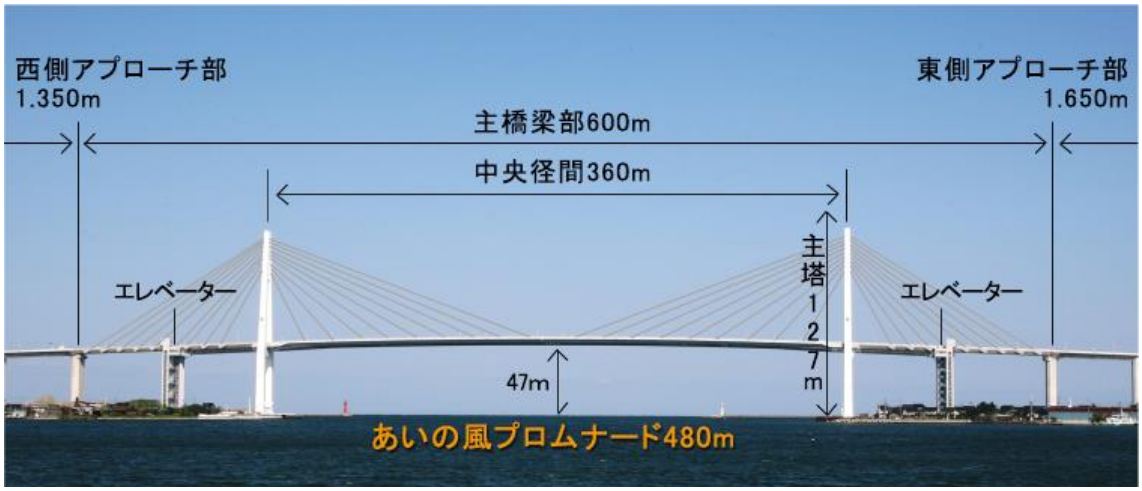
もちろん、橋梁が接続される陸上側の地形にも左右される。写真①（ながさき女神大橋）のように、接続側の利上部分がある程度高さのある地形であれば、高架化の必要はないが、写真②のように、両岸とも平坦な地形である場合、主径間延長の５倍の長さのアプローチ部分が必要となる。



写真①　ながさき女神大橋



写真②-2　新湊大橋



写真②-1　新湊大橋

沈埋トンネルについては、下表の事例を整備費推計式のデータとした。

沈埋トンネル整備事例

	事業費（億円）	陸上部延長（m）	アプローチ部延長（m）	沈埋部延長（m）	竣工年（予定含む）	車線
新潟みなとトンネル	1,396	1,018	1,392	850	2005	4
咲州トンネル	1,020	579	531	1,091	1997	4
夢咲トンネル	1,066	556	738	806	2009	4
那覇うみそらトンネル	1,240	1,873	403	724	2011	4
新若戸道路	1,000	1,523	220	557	2012	4
第二航路海底トンネル	1,100	1,067	500	933	2019	4

資料）（財）沿岸開発技術研究センター「沈埋トンネル技術マニュアル（改訂版）」、Web サイトより作成

次頁の表が、整備費を被説明変数、陸上部延長、アプローチ部延長、沈埋部延長を説明変数にして推計した重回帰分析結果である。いずれの説明変数も有意であるが、アプローチ部延長（陸上トンネル部分の長さ等）が整備費に影響する度合が強い。一方、沈埋部の延長はさほど効いていない。

なお、アプローチ部の延長は、前掲図で示した通り、陸上から沈埋部へ進入する角度でそ

の長短が規定される。つまり、水深によるところが大きい。もちろん、斜度を大きくとれば、この距離は短くなるが、大型車などの安全な通行が難しくなるため、６％が限度である。このような制約条件があることは留意せねばならない。

沈埋トンネル整備費推計式

【推計式】

整備費＝φ（定数項）＋α＊陸上部延長＋β＊アプローチ部延長＋γ＊沈埋部延長
（億円）　　（m）　　（m）　　（m）

R2＝ 0.999012

		係数	標準誤差	t	P-値
定数項	(φ)	413.9998	30.61656	13.52209	0.005425**
陸上部延長	(α)	0.25448	0.018543	13.72345	0.005268**
アプローチ部延長	(β)	0.39163	0.026358	14.85792	0.004499**
沈埋部延長	(γ)	0.21777	0.025914	8.403575	0.013866**
非2×2車線ダミー		31.08592	18.98663	1.637254	0.243228

**は５％有意水準

アプローチ部延長（陸上トンネル部分の長さ等）が整備費に影響する度合が強いという結果になった。一方、沈埋部の長さはさほど効いていない。

4.2.4　橋梁/トンネル整備のメリット・デメリット

以上の調査結果及びヒアリングや文献調査等により、橋梁により下関北九州道路を整備した場合のメリット・デメリットを以下で整理する。

基本、整備費の大小については、用地買収費用等含めると現段階では不透明な部分が大きいことから、どちらの整備費が高いか低いかという判断は困難である。また、メンテナンスコストについては、一般的にはトンネルの方が各種設備の更新などが必要なため、橋梁が優位と判断されていたようであるが、機器の耐用年数の長期化などの技術進歩により、現状において判断が難しくなっているようである。当然、機器の更新には相当のコストを要するが、風雨にさらされることがないため、劣化の進行は比較的遅いというメリットがある。もちろん、橋梁においてもメンテナンスコスト低減に向け、塗料等の技術進歩もあり、メンテナンスコストでの優劣を判断することも難しい。

したがって、今後は、それぞれのメリットについて、その大小を検討する必要がある。また、シールド工法による整備も建機の技術進歩などにより効率化が進んでいる。シールドによれば、海上での作業が不要となるため、船舶航行を阻害することがないというメリットがあることから、識者によれば、シールド工法での整備も視野に入れてもよいのではないかとの意見もあった。

水深については、どちらが有利かを判断するのは難しいようである。トルコのボスポラス

海峡は水深も深く（－80m）、潮流も早く、船舶航行量も多い箇所であるが、トンネルと橋梁両方で整備されていることから、水深が制約になることはないとの判断が適当であろう。

その他、危険物運搬は、トンネルの場合、原則禁止または制限されることが一般的で、本州九州間での危険物運搬が多い場合は、支障になるものとして懸念されるところである（下表参照）。

重量規制については、幹線道路となればトンネル、橋梁とも等しく重さ指定道路となる場合が多い。重さ指定道路となった場合は、一般的制限値 20t のところ、車両の長さおよび最遠軸距[1]に応じて 22t、もしくは 25t が制限値となる。

橋梁整備によるメリット・デメリット

メリット	デメリット
・橋の景観等の良さによる観光面の活性化。 ・橋脚を陸上部に設置すれば、海上で作業が短縮化可能[2]。 ・高さ指定道路となることが一般的で、高さの制限値は 4.1m	・トンネルと比べ強風等による通行止めのリスクが高い。 ・陸上部の支間長＋アプローチ部の用地買収が必要で時間と費用が高邁する可能性 ・大型船舶航行のために、ある程度の桁下高を確保する必要あり ・潮流が速いため橋脚の建設が難しい

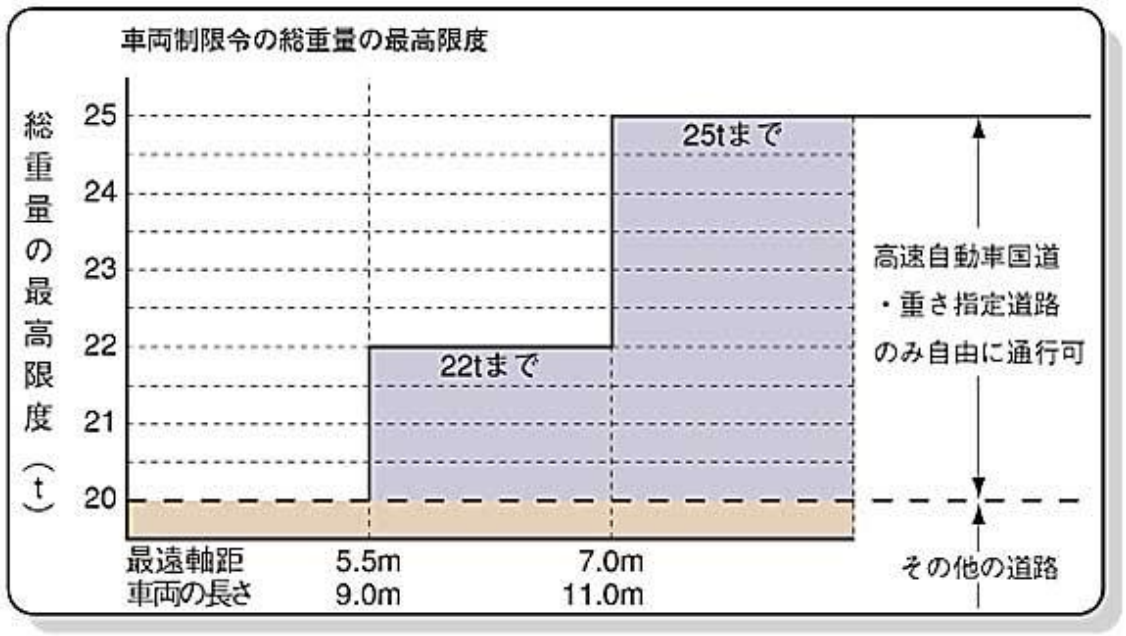
トンネル整備のメリット・デメリット

メリット	デメリット
・天候による通行止めのリスクは小さい。 ・外気・風雨にさらされないため、設備・構造物の劣化が遅い。	・用地買収費を除く整備費については橋梁より高い可能性が大きい ・海底面掘削、沈設作業など潮流が早いため、制約は受ける可能性大 ・危険物を積載する車両の通行は禁止、または制限される。 ・高さ指定道路とならず、一般的な制限値 3.8mが適用される場合が多い。

[1]最遠軸距とは、前輪のタイヤの中心(前軸)から後輪のタイヤの中心(後軸)までの距離のこと

[2]海上であっても工事の設定区域が航路に掛からなければ、海上保安庁との協議も不要になる可能性あるが、現時点で、その可能性をメリットとして挙げるのは過大評価の可能性

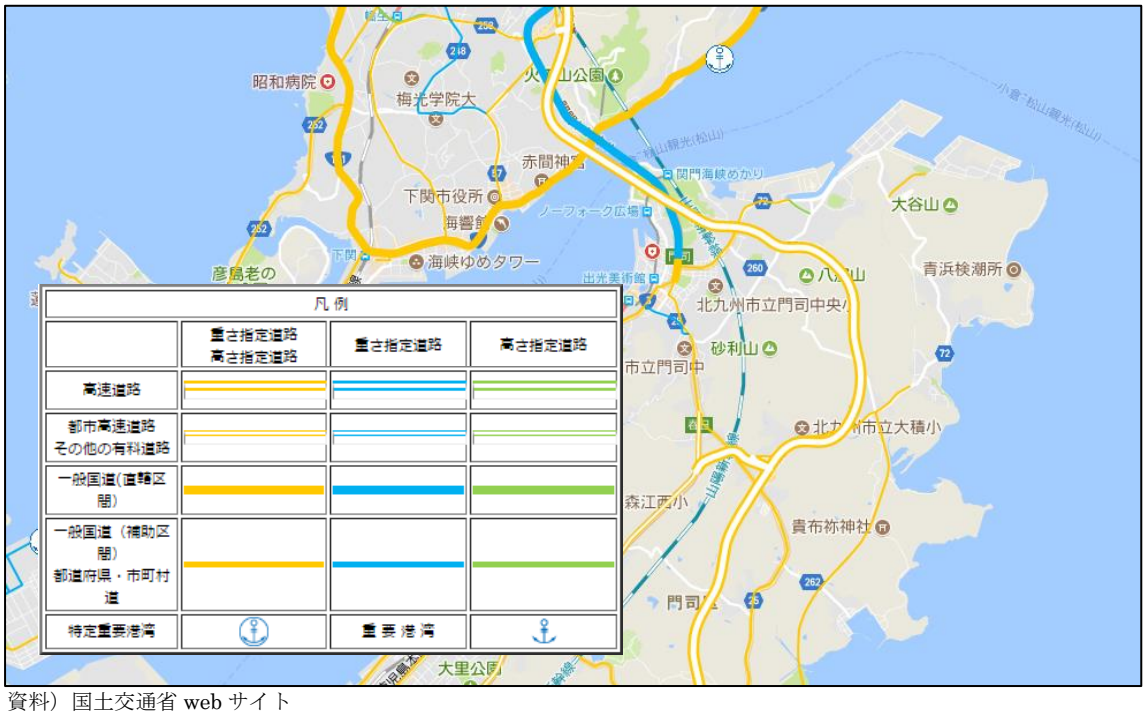
重量制限について



資料）国土交通省 web サイト

しかし、トンネルの場合は、重さ指定道路となっても、通常、高さ指定道路とならず、高さ指定道路の場合、制限値 4.1mとなるところ、一般的な制限値 3.8mが適用される場合が多い。

関門周辺の重さ・高さ指定道路の状況



資料）国土交通省 web サイト

メンテナンスコストについて

橋梁のメンテナンスコスト

・ながさき女神大橋はメンテナンスコストは30年間累計で50億円。年間平均1.7億円。
・白鳥大橋（北海道）は２車線だが、年間平均1.3億円と計画されている。
・経常的には機器等の保守・点検委託費、10～15年で機器更新、20年で塗装塗り替え。
・コストは概ね、橋長に規定される。ながさき女神大橋の年間当たりkm当たりコストにより試算すると、下関北九州道路は年間2.8億円と試算される
（※ただし、ながさき女神大橋は有料道路のため、料金収受に係るコストがこれに含まれている）

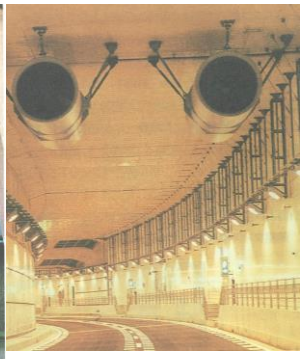
沈埋トンネルのメンテナンスコスト

・沈埋トンネルの標準的なメンテナンスコストは不明だが、『橋梁の掛け替え工事のような大幅な改良工事は困難』。ただし、劣化は遅い。
・常に沈埋函の位置・コンクリートのひび割れ,継手部の変形,継手部の挙動,沈下計測等を監視しなければならず、各種機器が必要。
・その他にも沈埋トンネルの管理施設としては,換気設備,非常用設備,照明設備,排水設備,電力設備等の多くの設備が必要。従来、設備機器は構造物と比べ耐用年数が短かったが、近年は寿命が長期化し、構造物とほぼ同じ期間となっている。

換気設備の一例



喚起所内排風機



ジェットファン

資料）ヒアリング、沿岸開発研究センター資料などより作成

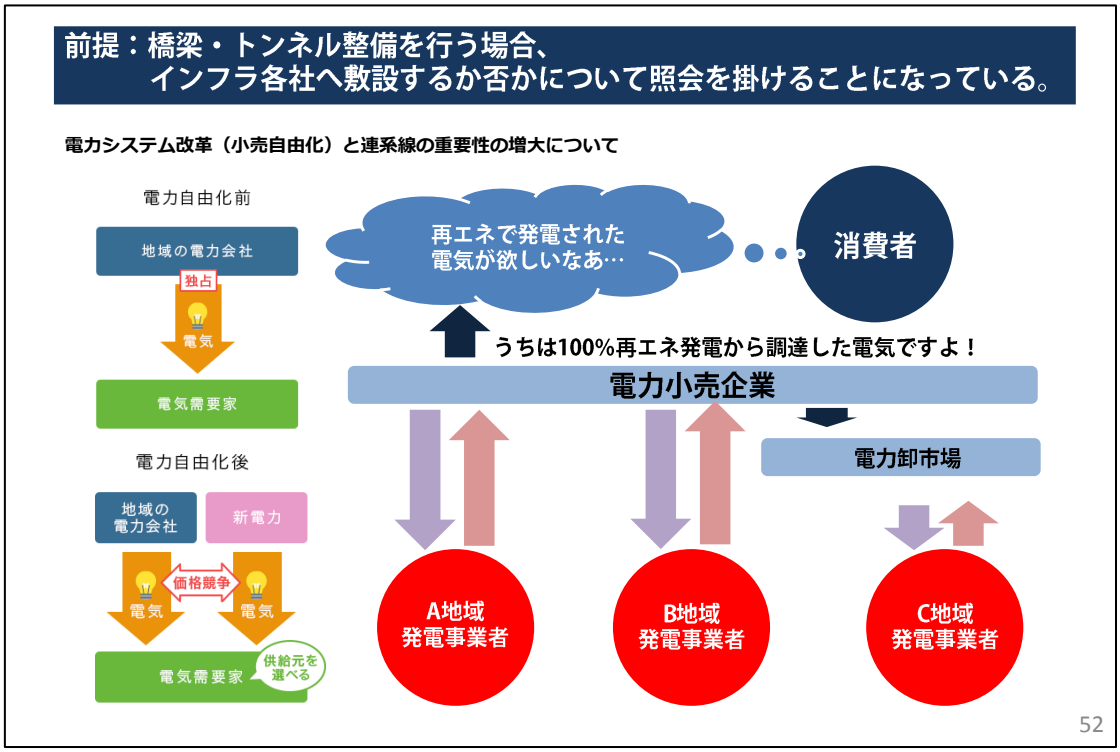
5.電力等他ネットワークインフラの整備可能性とその効果

橋梁やトンネルは、道路や鉄道のみならず、電力線や水道管、通信線等各種のネットワークインフラが同時に整備される場合が多い。九州と本州を繋ぐネットワークであることから、双方の需給の差によって、電力など他のネットワークインフラが整備され、地域経済に貢献しうる可能性もある。

以下では、その可能性について、電力線と通信線について検討する。

5.1　電力線

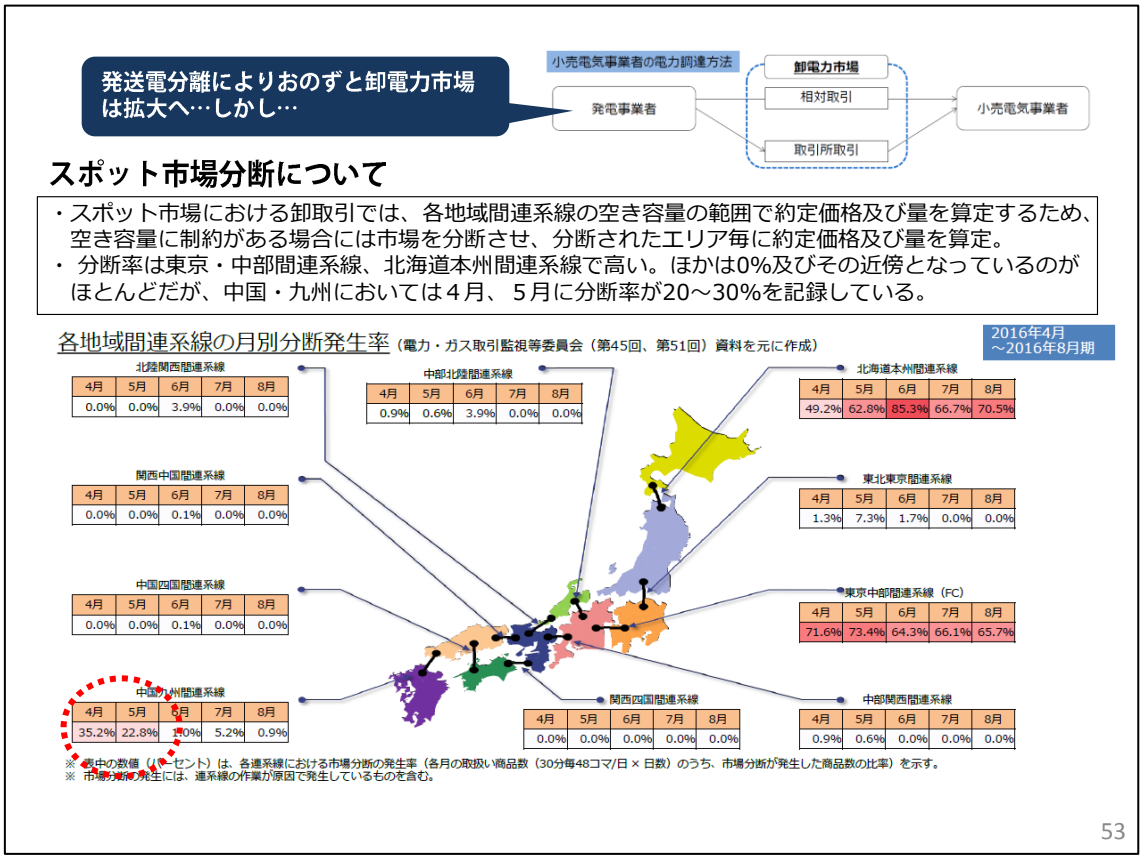
電力システム改革によって、電力会社の管轄エリアをまたぐ連系線の重要性は増大するものと考えられる。これまでは発電、小売をほぼ同じ事業者で行っていたが、電力システム改革後、電力の小売企業の仕入れ先となる発電事業者は全国に広がることになる。その結果、競争が促され、価格が低下する。つまり、それが目指すところは再エネの買取により高止まりする電力料金を、自由競争により、上昇を抑える点にあるだろう。



また電力システム改革（発送電分離）により、発電事業者と小売電気事業者を繋ぐ卸電力市場も拡大するものと考えられるが、現在のスポット市場における卸取引では、各地域間連系線の空き容量の範囲で約定価格及び量を算定するため、空き容量に制約がある場合には市場を分断させ、分断されたエリア毎に約定価格及び量が算定されている。

その分断率は、東京・中部間連系線、北海道本州間連系線で高い。ほかは0%及びその近傍となっているのがほとんどで、実際のところ分断が行われていることはあまりないが、中国・九州においては４月、５月に分断率が20～30%を記録しており、比較的、連系線の制約が大きくなっている。

スポット市場分断について



電力システム改革の目的が自由競争の促進によるものであれば、この連系線の制約は、その効果の発現を限定的にする可能性がある。すでに、2024 年までの利用計画をもとにすれば、関門連系線の空き容量はほぼゼロの状態である。空き容量がゼロということが意味するところは、連系線容量を確保している小売事業者の競争力は高まり、未確保の事業者の競争力は低下し、電力システム改革が目指す競争の阻害要因になるということである。

関門連系線の空き容量について

関門連系線の空き容量について

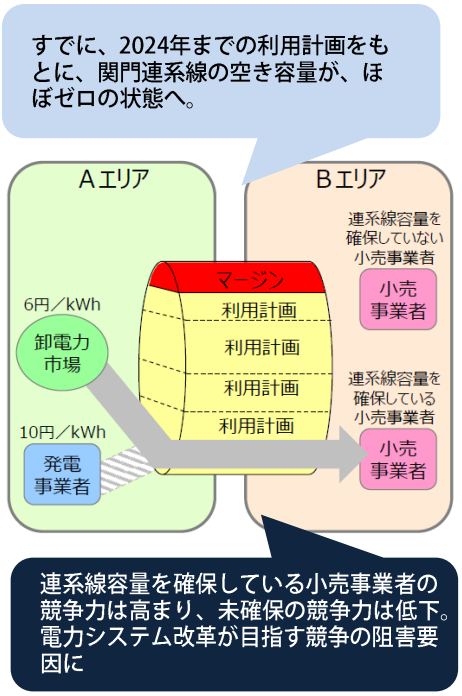
中国電力エリアと九州電力エリアを結ぶ関門連系線の空き容量が埋まりつつある。九州から中国向けの空き容量は2017年度から運用容量の4%を切り、20年度以降はほぼゼロになる。2016年度から電力小売り全面自由化を見据え、電源の域外販売が増えるためとみられ、系統増強ニーズが今後強まりそう。

関門連系線の長期運用計画によると、九州から中国向けの運用容量は最大278万kW、このうち空き容量は17～19年度に約11万kW、20～21年度は約1000kW、22～24年度には500kWとほぼゼロに等しい状態へ。

IPP（独立系発電事業者）の契約更改に伴う域外供給や、九州エリアを地盤とする小売電気事業者の域外進出などがありそうだ。西部ガスが福岡県北九州市で計画するLNG火力は、すでに20年度以降の容量を確保したとみられる。

連系線増強検討の要否は、電力広域的運営推進機関（広域機関）が判断する見通し。広域機関は、連系線の長期計画で空き容量10%以下が３年続く場合、増強を検討するというルールを設けており、17年度から空き容量が４%を切る状況がこれに該当。

（2015.11.24　電気新聞）



54

5.2　通信線

東日本大震災以降、BCP に対する企業の意識は急激に高まっている。データのセキュリティを担保するため、本社周辺地域のみらず、別の場所に保管しておくニーズが高まり、そのニーズを引き受ける「データセンター事業」が成長を続けている。

国内データセンター市場は、2015 年 1.76 兆円から、2020 年 2.28 兆円まで拡大するものと見られ、年率平均５％以上の成長が見込まれている。

とりわけ、九州／沖縄地方では BCP／DR 需要が高まっているとみられている。

北九州市では、このようなデータセンター需要の拡大を見越し、e-port 構想の下で積極的にデータセンターの誘致を図ってきた。その結果、現在まで３社４ヵ所で計８棟の進出・設置を見ている。

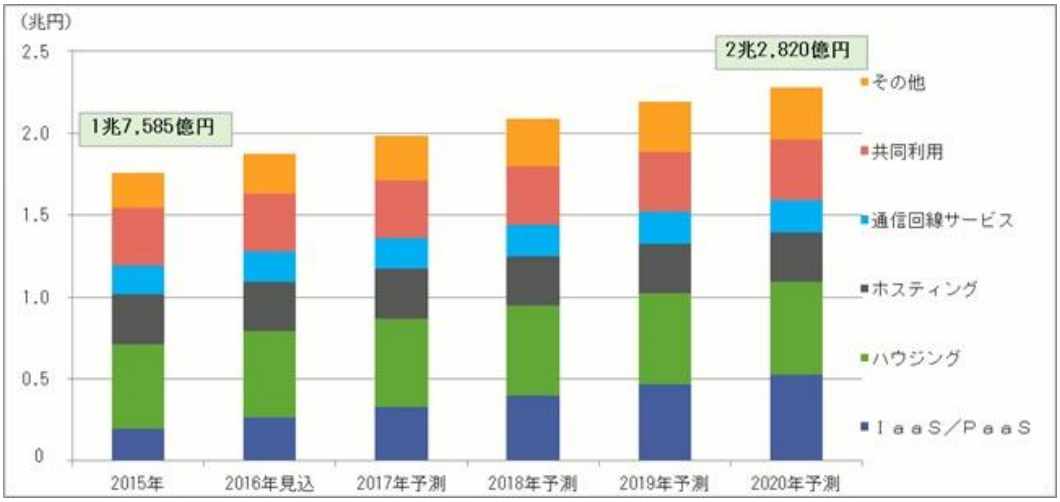
ただし、関東企業からの需要に対しては、地理的な条件よりレイテンシ（データ転送などを要求してから、その結果が返送されるまでの遅延時間）の面で劣勢であることから、通信回線利用料を含むコストで勝負する必要に迫られている。

今のところ、回線容量が足りないということはなく、通信線増強のニーズが高いということはないが、回線容量が増えることで、競争が促され、料金が低下する可能性もある。その点からいえば、容量は多いに越したことはない。

国内データセンター市場の推移

関西やその他地域は、各地域の自治体や金融業向け、関東の企業のBCP（事業継続計画）／DR（ディザスタリカバリ）需要が中心である。その他地域は、地場企業によるハウジングやホスティング需要が中心である。一方、IaaS／PaaS拠点の地方設置の増加や、**九州／沖縄地方ではBCP／DR需要の高まりもみられる。**（富士キメラ総研　『データセンタービジネス市場調査総覧 2016年版（上下巻）』より）

国内データセンター市場の推移



資料）富士キメラ総研　『データセンタービジネス市場調査総覧 2016年版（上下巻）』

55

北九州市 e-port 構想によるデータセンターの集積について

・実際に北九州市ではe-port構想の下で積極的にデータセンターの誘致を図り、３社４ヵ所で計８棟の進出・設置を見ている。ただし、レイテンシ（データ転送などを要求してから、その結果が返送されるまでの遅延時間）の面で劣勢。

北九州e-PORTフェーズⅢプラン（2011年4月～2014年3月）

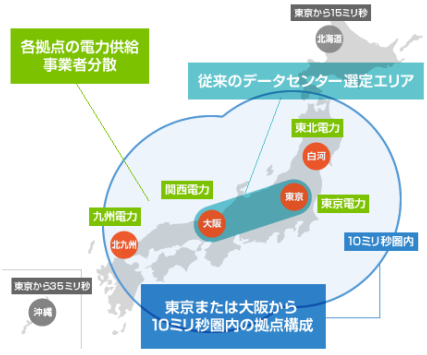
■クラウド・データセンター拠点化等に向けたさらなる投資促進
・データセンター（iDC事業者）、情報倉庫、コールセンターなどの誘致
・その他、市民や企業にとって利便性の高いICTサービスの提供事業者などの誘致
・時流に合わせたICT関連企業の基盤充実
・ICT関連企業の基盤充実への支援

■価格競争力のある仕組みづくり
・低コストデータセンターサービスの提供
・データセンターのサービスを低コストで提供するための支援

回線容量が増えれば
競争が促され、料金が低下
する可能性も

容量は多いに越したことはない





56

通信線の重要性は、以上のような北九州市が進める産業政策からの必要性よりむしろ、大規模災害が発生した際の、通信のリダンダンシーを確保する点から指摘することができる。もちろん、平常時は回線容量に問題はない。

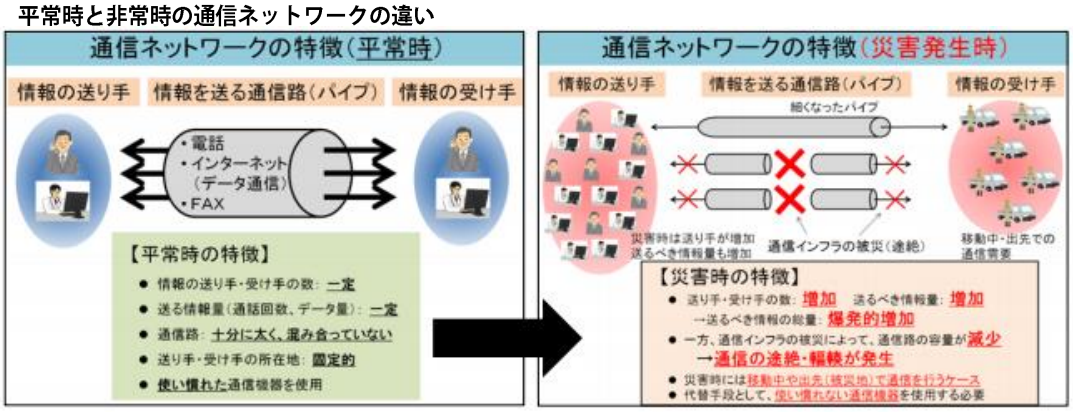
しかし、これまでの大規模災害時を考えると、通信量は爆発的に増加する。そして通信の途絶・輻輳が発生するのが常である。本州と九州の間を繋ぐ重要な幹線となりえることから、大規模災害時（九州で起きた場合ももちろん、九州外で起きた場合も）、九州へ（から）の通信が滞ることなく、整備しうるルートを確保する必要があるだろう。

大規模災害時のリダンダンシーについて

大規模災害時のリダンダンシーの備え

・BCP、災害時の備えと考えても、回線容量は大きいに越したことはない。
・平常時は問題なくとも、これまでの大規模災害時を考えると、通信量は爆発的に増加する。そして通信の途絶・輻輳が発生するのが常。
・本州と九州の間を繋ぐ重要な幹線となりえることから、大規模災害時（九州で起きた場合ももちろん、九州外で起きた場合も）、九州へ（から）の通信が滞ることなく、整備しうるルートを確保する必要がある。

平常時と非常時の通信ネットワークの違い



資料）総務省「大規模災害時の非常用通信手段の在り方に関する研究会報告書」

６．おわりに（まとめにかえて）

以上の通り、本業務では、下関市・北九州市両市が一体的な都市圏としての機能を有し、かつ福岡都市圏と連担し、我が国における第４の大都市圏の構成要素となっていることをデータなどにより分析してきた。つまり、本州と九州を繋ぐネットワークとしての重要性はもちろん、これらの都市圏がより一体性を高め、海をまたいで本地域において都市圏を形成することは、本地域の都市的な利便性と都市機能の効率的な利活用を促すのみならず、西南日本における広域的な大都市圏の形成に資することによる、分散型国土の形成の一助となるに違いない。

そして、道路交通のみならず、電力システム改革後の電力マーケットの構築を支える電力線や、大規模災害時の通信等のリダンダンシーを確保するという意味でも、下関市・北九州市両市のみならず、その便益は地域的に広く波及するものと考えられる。

また、九州スケールでみても、東九州自動車道により東九州軸の主要都市が直結し、今後、縦断道と東九州軸が結節する当地域の九州における拠点性はさらに高まるものと考えられ、東九州から関門を経由して本州方面、また本州方面から関門を経由して東九州へ流れる人やモノが格段に増加するものと考えられるが、その点からみても、関門地域が、そのボトルネックとならないよう、関門のパイプをさらに太くしておくという視点も必要だと考えられる。

このように、下関北九州道路は両都市の一体性を高めることで、地域的にも広域に効果が波及し、かつ、災害に強い地域・国土の形成にも寄与しうるネットワークとして位置づけられるものだと考える。

注）この報告における人口は、明示がない限り平成 22 年国勢調査結果を使用している。