

Contents [目次]

02-04 インタビュー

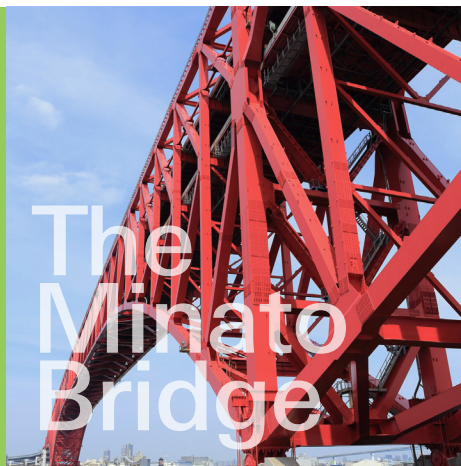
日本の歴史的な長大橋を 支える技術をつないでいく ～阪神高速道路 港大橋開通50周年～

阪神高速道路株式会社
CS推進・広報部広報課 課長代理

熊澤美早

企画・聞き手・文責
作家/エッセイスト 茶木 環

聞き手・文責
関西国際空港熱供給 奥田 豊



08 視点 関空にみる空港整備の教訓

慶應義塾大学 商学部 教授

加藤一誠

05 Reports: 行事報告

2024年度 秋の見学会

越前・若狭の歴史と文化とインフラを巡る

梶谷俊夫

06 Projects: 会員企業・団体百景

メトロ開発株式会社

東京の地下鉄建設を担う豊富な経験、確かな技術、高い創造性
西野 健

Information [お知らせ]

第2回 東京の都市開発と都市防災の展望 ～これまでの歴史とこれからの50年～

イブニングセミナー

- 日 時 2024年11月26日(火) 17:00～19:00
- 形 式 ハイブリッドセミナー(参集型とオンラインの同時開催)
- 場 所 東京大学本郷キャンパス工学部1号館1階15号講義室
- プログラム 司会進行 奈良照一 (株)ドーコン
第一部 基調講演
「東京における都市開発と防災の歴史の変遷」
講演者：伊藤 毅 東京大学名誉教授
第二部 パネル討論
「災害にそなえた都市開発の展望～これからの50年に向けて～」
コーディネーター：羽藤英二 東京大学 教授(当会会長)
登壇者：伊藤毅 東京大学名誉教授
伊藤香織 東京理科大学 教授、奈良照一 (株)ドーコン、
山中 亮 (株)中央建設コンサルタント

第3回 地方都市や集落の『らしさ』を 生かしたまちづくり ～“現在地”と“これから”～

イブニングセミナー

今回は、地方都市や農山漁村がテーマです。さまざまな社会課題は、地方において、より早く顕在化しています。「かつてのにぎわい」の復活ではなく、大都市にはない、各々の地域が持つ、独自の特徴や魅力を活かした「いまのにぎわい」を作り出している事例から、「これから」の新しいかたちについて議論します。

- 日 時 2025年2月19日(水) 18:00～
- 形 式 ハイブリッドセミナー(参集型とオンラインの同時開催)
を予定

詳細が決まりましたら、ホームページ、メールでお知らせします。

一般社団法人 計画・交通研究会

千代田区霞が関3-2-5 霞が関ビル5F-28
TEL 03-4334-8157 / FAX 03-4334-8158
E-Mail: jimukyoku@keikaku-kotsu.org
Homepage: <http://www.keikaku-kotsu.org/>

広報委員会

委員長
幹事長

副幹事長
副幹事長

茶木 環
奥田 豊
(本号編集責任者)
古宇田剛史
辻 功太

本号編集責任者
本号編集委員

伊藤 香織(統括)
高瀬 太郎

【インタビュー】

日本の歴史的な長大橋を支える技術をつないでいく ～阪神高速道路 港大橋開通50周年～ The Minato Bridge

企画・聞き手・文責
作家／エッセイスト**茶木 環**
(広報委員長)聞き手・文責
関西国際空港熱供給**奥田 豊**
(広報委員会幹事長)阪神高速道路株式会社
CS推進・広報部広報課
課長代理**熊澤美早**

1974年に完成した「港大橋」(日交通量は10万台)は、大阪のランドマークであり、関西の動脈となっています。中央径間長510mは日本最長、ゲルバートラス橋^注)としては世界第3位の規模を誇ります。建設当時の最新技術がふんだんに盛り込まれ、設計や施工での斬新さが評価され1974年土木学会田中賞を受賞しました。阪神・淡路大震災後に実施された地震対策では、長大橋における先がけとして免震・制震という技術を導入、2007年に再び田中賞を受賞しました。そして今年度、日本のトラス橋建設の到達点を示したとして、土木学会選奨土木遺産に選定されました。土木技術者であり、現在は広報担当者として港大橋開通50周年行事等を担当されている阪神高速道路株式会社 熊澤美早さんにお話を伺いました。

50年前の先進技術を駆使した長大橋建設

——港大橋が建設された背景やこのような構造になった経緯を教えてください。

熊澤 当時は南港という人工島が建設中でしたが道路ネットワークが十分整備されておらず、都市内を結ぶネットワークが必要でした。さらに大きなネットワークとして、関西国際空港から南港ベイエリアを経由し神戸につながる湾岸線ルートの計画がありました。この2つのネットワークをつなげる役割として、ダブルデッキ構造の港大橋が計画されました。

港大橋が横断する水域は大阪港の中でも最も大型船舶の航行量が多い水域であり、40,000t級の大型コンテナ船の航行が予想され、主径間長

510m、桁下空間51mという長大橋を建設することになりました。

長径間の橋梁を作る場合、現在では吊り橋や斜張橋のような構造を採用しますが、当時の日本では実績が乏しく、さらに軟弱地盤上に建設されるため難しいと考え、ゲルバートラス構造が採用されました。規模、材料、工法ともに我が国のトラス橋の到達点を示した、中央径間長としては日本最長、世界第3位のゲルバートラス橋ということで、土木遺産に選奨され、その重みを感じています。

世界有数のトラス橋を実現した技術

——当時、前例のない長大橋を実現に導いたのはどのような技術ですか。

熊澤 日本で初めて強度と溶接性を兼ね備えた超高張力鋼(HT70、HT80)

という新しい材料を厚板で大量に採用しました。重量を軽くすることで、設計もしやすく、工場や現場での作業も有利になります。また、ゲルバートラス橋は大規模なものになると、構造が大きくなる傾向がありますが、港大橋では当時JIS規格になかった丈夫な鋼材についても様々な材料試験を実施し、新たに規格設定した超高張力鋼を使用することで、従来のゲルバートラス橋にはない、繊細さや優雅さを感じさせるスレンダーで美しい橋が実現しました。この実現には、当社だけでなく学識経験者や鋼材メーカーなど一丸となって何としても港大橋を実現したいという強い想いがあったのだろうと想像します。この成果は後に本州四国連絡橋の鋼材規格の設定にも大きく寄与しました。

注) ゲルバートラス橋は、1866年にドイツ人、ハインリッヒ・ゲルバーによって創案され、別名キャンティレバー橋という。橋脚を支点にし、岸側におもりをつけ、両側の橋脚から中央へのびるトラスに、橋桁を載せて橋荷重を釣り合わせる構造。

——施工についても挑戦があったのですか。

熊澤 規模と期間の挑戦ですね。軟弱地盤であることと橋本体の自重が大きいことから、港大橋の中間橋脚の基礎は、ニューマチックケーソンで、その大きさは床面積40m四方、深さ35mと当時世界最大級の規模となりました。短期間で構築するために、ケーソン函内での掘削作業を機械化するなど、当時最新の工法を開発し積極的に採用しました。

また中央径間部分については、主要航路上のため閉鎖は短時間にする必要があったこと、さらに高所での作業になることから、一括吊上げ架設が採用されました。このような規模での一括架設は国内初で、緊迫した状況の中ではあったのですが、予定よりも短い約3時間半で無事に終了しました(写真1)。

最先端の技術と新しい工法・材料の開発などを駆使し、また受注者・発注者一体となって綿密な計画のもと施工を行い、港大橋は起工式からわずか4年で開通できたんです。これは後輩技術者である私たちからみると驚異的な早さですね(写真2)。

阪神・淡路大震災の経験をもとにした地震対策

——2025年は阪神・淡路大震災から30年という節目の年になります。震災の甚大な被害を経験し、その後、どのような地震対策に取り組んだのでしょうか。

熊澤 阪神・淡路大震災を経験して、自然は人知を超えた力、人の想像を超えてくるエネルギーを地震は持っていることを知りました。長大橋に対しても、地震への備えが必要だと考え、まず最初に地震対策を行った長大橋が港大橋です。また港大橋は大阪を代表する橋です。その美しい外観は損ないたくない。従来の耐震対策のように、地震で壊れる部材に対して補強部材を追加で取り付けていくような方法では、せっかく軽くした橋が重くなってしまいます。私たちが引き継いできた港大橋がこれまで通り存在し続けるためには、発想を切り替えないといけな



撮影 | 大村拓也

い。そこで自然の猛威に対して壊れない対策をするのではなく、力をうまく逃がす「免震」や、力をコントロールする「制震」という考え方を取り入れました。

——具体的な技術について教えてください。

熊澤 港大橋の地震対策工事は2002年から着手し6年かけて行いました。港大橋はダブルデッキになっており、道路の床(床組)は橋総重量の40%を占め、建設時のままだと地震時に橋本体と一緒に揺れて、トラス部材や支承などを大規模に補強する必要があります。そのため、「床組免震」という技術で、床組を橋本体から切り離し、地震時にスライドできる構造としました。動いた床組を



写真1 中央径間部の一括架設の様子



写真2 1974年港大橋の開通

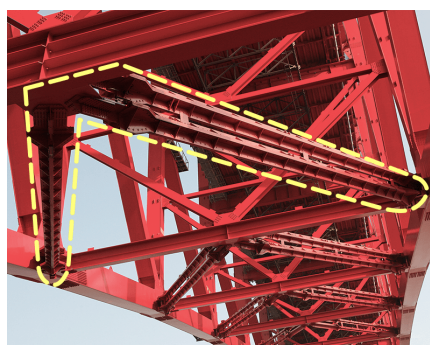


写真3 すべり免震支承(上)、制震ブレース(下)
もとの位置に戻すために、「積層ゴム支承」という部材を併設しています。

本体を構成する鋼部材が地震時に圧縮で壊れないために、制震ブレースを長大橋で初めて設置しました。トラス橋の鋼部材は圧縮に弱いので地震時に座屈しないよう「芯材」と、芯材が座屈するのを拘束する「鋼材」の2重構造としました。芯材が座屈しないで伸び縮みして地震エネルギーを吸収するため、他の構造部材への影響を軽減できます。制震ブレースは、もともと高層ビルの技術として発達したもので、長大橋に応用することは大きなチャレンジでした。また制震ブレースに取り替える際は、高速道路を通行止めにできないため、既設ブレースを2分割して施工するなど、手間はかかりましたが、施工中の構造の安全性を確保しました(写真3)。

長大橋を支える維持管理技術

——長大橋を維持管理するためにどのような工夫をされていますか。

熊澤 港大橋は複雑な構造となっているため、全ての箇所近づいて点検することが困難です。またトラスは鋼部材であり、海風による腐食の懸念があります。そこで供用開始4年後の1983年に橋梁点検台車を設置して点検を行ってきました。笹子トンネルの天井板崩落事故を受け、2014年7月より5年に1回の頻度で構造物を近くで見て点検することが義務付けられた後には、さらに効果的・効率的な維持管理方法を確立するため、より近くで点検できる新たな橋梁点検台車「Dr. RING」を設置して2016年より運用しています。Dr. RINGは橋を囲うように「ロの字型」となっており、さらに上下降可能な作業車が設置されたことで、これまで不可能だった「道路床版」の下面などにも近接が可能になりました。これにより旧点検台車よりも30%以上近接可能面積が増えています。また作業車はマグネットでトラス本体に固定でき、風による揺れに対して安全性も高まっています(写真4)。

——今後の維持管理の課題について教えてください。

熊澤 維持管理は、グループ会社や協力会社が継続的に実施し、注意すべき箇所をよく理解し、継承できています。自治体などでは土木系の職員などが不在のところが多く、維持



写真4 橋梁点検台車 Dr. RING

管理も人材不足とされていますので、その点では当社は恵まれている方だと思います。けれども徐々に高齢化が進んでいるので技術継承が課題だと感じています。維持管理のノウハウをしっかりと次の世代に伝えていく必要があります。

新たな挑戦と次世代へつないでいくもの

——技術者の1人として港大橋をどのようにとらえていますか。

熊澤 もちろん直接かかわったわけではないので、当初はそれほど詳しくはありませんでしたが、50周年行事を企画し、行っていく中で、先輩方の熱い想いが詰まったすごい橋だということを改めて強く感じました。港大橋は、当社だけでなく色々な方の協力があってここまでできました。建設や更新、点検など関わった人それぞれの50周年になることを望んでいます。

建設当時の最先端技術を積極的に導入し、新しい材料や工法に果敢にチャレンジした精神は次の世代にも引き継がれています。今、大阪湾岸道路には、斜張橋、アーチ橋などいろいろな型式の橋を見ることができます。港大橋に始まり、各橋の建設で知見・経験を重ねることで「技術のバトン」をつないできました。現在、神戸エリアでは大阪湾岸道路西伸部という新しい路線の建設が進んでおり、世界最大級の連続斜張橋を計画しています。様々な困難がある事業ですが、今度は私たちがチャレンジするチャンスだと思っています。そして港大橋のようにそれを次の世代につないでいきたいと思っています。

Reports:

行事報告

2024年度 秋の見学会

越前・若狭の歴史と文化とインフラを巡る

10月22日、23日の2日間、本年3月16日に北陸新幹線金沢～敦賀間が開業し、東京～敦賀間が最短3時間8分で結ばれ、より身近となった越前・若狭地方を見学しました。参加者は23名でした。

1日目は、福井駅からバスで移動し、はじめに2004年の福井豪雨で起こった洪水被害の対策として計画された、堤高約96m、堤頂長約351mの国内最大級の流水型ダムの足羽川ダムを見学しました。現在堤体コンクリート打設の最盛期を迎えており、清水・大林JVの山田副所長より、経緯、施工方法、スケジュールなどご説明いただきました。流水型ダムは貯水型ダムとは異なり、平常時は水を貯めず、そのまま流すダムで、生態系や水質に良いとのことでした。コンクリートの打設リフト高(1回に打設するコンクリートの厚さ)は1mで、現地の山の原石をクラッシュして骨材にして、バッチャープラントで製造したコンクリートをケ

ーブルクレーンで運搬し施工している様子を確認しました。

次に、紫式部ゆかりの地で和紙の里として有名な越前市の五箇地区に移動し、紙の神様を祀る岡太神社・大瀧神社を参詣しました。岡太神社は、越前和紙の起源に関する「川上御前」を崇めている神社で、大瀧神社は、本殿・拝殿が国の重要文化財で「日本一複雑な屋根」と言われており、とても美しい建造物でした。

2日目は、国の重要伝統的建造物群保存地区に選定されている小浜西組の伝統的な街並みを、観光ボランティアガイド「若狭の語り部」の方にご説明いただき散策しました。小浜地方は昔から京とのつながりが深く、京文化の面影が残っていました。建物の軒下には、遣いの猿を模ったお守りが魔除けとして吊り下げられていました。

続いて、世界最長45m(7万年分)の年縞標本の展示がある年縞博物館を見学しました。若狭町の三方五湖

のひとつ水月湖は特殊な自然条件が重なり、奇跡的に7万年もの間湖底が乱されず、年縞と呼ばれる堆積物が生成されています。堆積物に含まれる成分を調べることで、各時代の状況(地震、噴火、生物、温度など)がわかり、地質学、考古学における「世界標準の年代のものさし」として、新たな研究の進展に期待が寄せられているとのことでした。

最後は、今後大阪延伸を目指す北陸新幹線について、敦賀駅の駅舎の見学と併せて、鉄道・運輸機構北陸新幹線建設局の田中局長、菊田担当課長にご案内・ご説明いただきました。駅舎は船をイメージしてデザインされており、屋根までの高さが37mと日本一高い新幹線駅で、大変広く長いコンコースがありました。

越前・若狭の歴史と文化とインフラ、様々な分野の学びがある大変貴重な機会となりました。

東急電鉄(株) 梶谷俊夫(広報委員)



足羽川ダム



小浜西組の街並み



敦賀駅



大瀧神社本殿・拝殿



年縞博物館



集合写真

Projects:

会員企業・団体百景

東京の地下鉄建設を担う豊富な経験、確かな技術、高い創造性

メトロ開発株式会社

技術部 技術管理課 課長

西野 健

■当社の概要

当社は、東京地下鉄(株)(以下、「東京メトロ」という)のグループ会社、100%子会社として、2つの部門の事業を運営しています。ひとつは高架下を活用した商業施設を運営する営業部門、もうひとつは土木・建築・電気的设计、施工監理、工事等を担う技術部門です。

営業部門では、東京メトロ東西線西葛西駅から原木中山駅までの各駅や千代田線綾瀬駅、北綾瀬駅などの高架下商業施設の運営、リニューアルの企画開発・工事等を行っており、沿線地域に密着したサービスを提供しています。

技術部門では、東京メトロの前身である帝都高速度交通営団(営団地下鉄)時代から培った新線建設技術を継承し、設計会社としてバリアフリー施設の整備、駅の移設・新設や

輸送改善を目的とした大規模改良工事の設計や施工監理等を数多く行っております。現在は東京メトロが進める有楽町線(豊洲・住吉間)及び南北線(品川・白金高輪間)の延伸工事に関する設計業務も行っています。また、設計業務に加えて、施工監理、計測管理業務や建設会社として工事施工を行っております。

本稿では、技術部門についてご紹介いたします。

■土木・建築・電気的设计、積算

当社の設計コンサルタントとしての最大の特徴は、地下鉄の建設・改良に掛かる土木設計コンサルタント、一級建築士事務所であることに加え、電気設計のチームを社内に擁しており、土木・建築・電気的设计をワンストップで行える点が挙げられます。

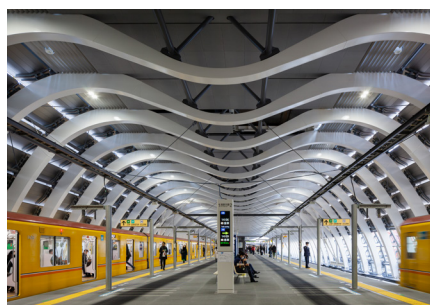
例えば地下鉄駅の改良において換気ダクトの移設が必要な場合、建築関連法規の既存施設への遡及の確認、土木構造物の開口設置に伴う応力照査、ダクトに支障する建築物・電気施設物の調査と移設の可否の検討等々をすべて社内で行い実施し完了させることができます。

また、土木積算については、専門の部署を設けており、概算工事費の算出から請負契約の工事費算出まで、必要に応じた精度の高い積算に対応しています。

■営業線の近接協議

総延長195キロに及ぶ東京メトロの営業線に近接する個所でビル等の建替え工事が計画される際に、地下鉄構造物への影響を考慮し、営業線構造物の安全を確保する業務を担っております。工事に伴う地盤変状等の影響を事前に検討して、その検討結果を確認する照査業務(近接協議)を東京メトロに代わって実施しています。

また、大規模な建替え工事など、営業線構造物への影響が懸念される場合には、設計コンサルタントとしてFEM解析(有限要素法(FEM)):物体や構造物を小さな要素に分割し、それらの性質を数値化して計算する数値解



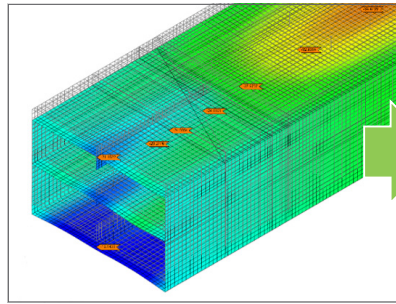
銀座線渋谷駅



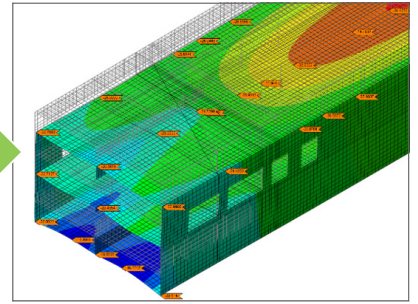
複合円形シールド断面(副都心線渋谷駅付近)



再開発ビルとの接続(銀座線京橋駅)



3次元FEM解析



析手法)などの影響解析を建替え事業者から請け負うことにより、東京メトロと事業者との協議時間の短縮に貢献しています。その際、営業線への影響を工事中に常時監視する必要が生じる場合は、安全運行のために必要なトンネル内の計測管理なども合わせて行っています。

■施工監理業務及び土木工事

現場に直接関わる業務としては、土木工事の施工監理業務を東京メトロから受託して工程管理、安全管理、夜間作業の立会いなどを行っています。近年の実績は、再開発ビルと接続する地下通路工事のうち、道路占用工事となる駅の構築から、官民境界までの道路下部分の施工監理がほとんどを占めています。

その一方で、当社にはゼネコンとしての機能を有する組織があり、これまで駅のバリアフリー化に伴うエレベーター新設工事などを実施してきました。最近では設計や施工計画に必要な埋設物の試掘工事を行うなど、小回りの良さを生かして大手ゼネコンでは手が回らない小規模工事を受注して各事業の円滑な進捗に貢献しています。

■再開発と駅の接続をサポート

近年、都心部においては、駅周辺の再開発事業に合わせて再開発ビルと地下鉄駅とを接続するケースが増

えています。地下鉄駅との接続を実現するためには様々な手続きや関係先の協議が必要となります。当社は東京メトロのグループ会社だからこそできる協議支援として、2021年に「えき・まち連携課」を設立し、開発事業者のニーズに応じた関係先との協議のサポートや設計業務を行っています。地下鉄駅にビルを接続することは、単純な工事に思えるかもしれませんが、既存の鉄道施設への影響や、埋設物と干渉など複雑な課題を克服する必要があります。初期段階から課題を理解して検討に当たらないと大きな手戻りが生じ、開発事業の工程に重大な影響を与えかねません。当社は駅接続通路設計の実績が豊富にあり、これに伴う建築設計や電気設備設計の技術的な面に加え、法令等にも精通しているので手戻りのない方法を提案しています。

■「えき・まち」から「まち・まち」を目指して

当社はこれまで横浜、仙台、福岡

の地下鉄や民鉄線の地下化(連続立体交差化事業)の設計など、東京メトロ以外の鉄道事業者の設計業務も行ってきました。今後とも、首都圏の鉄道事業者はもちろん、全国各地の鉄道の新線計画、線増工事をはじめ営業線大規模改良工事などのお手伝いをさせていただきたいと考えております。

さらに当社の最大の特徴である地下鉄建設・改良に掛かる土木・建築・電気部門の経験豊富なエンジニアが社内に揃っていることを活かして、今後も「鉄道総合技術コンサルタント」として業務の充実を図ると同時に、駅と街をつなぐ「えき・まち」から、地下構造物に関する技術・経験を活かして、駅との接続がない再開発事業におけるインフラ事業者との調整など、街と街をつなぐ「まち・まち」に取り組む「総合技術コンサルタント」を目指して都市の魅力と活力を引き出し、環境に調和した快適空間の創出に貢献して行きます。



駅に併設する商業施設(千代田線北綾瀬駅)



2台併設のエレベーター(青山一丁目駅)

Kazusei KATO

Opinion:

視点

関空にみる空港整備の教訓

関西国際空港の容量拡大

2025年4月、夢洲で大阪・関西万博（万博）が開幕する。わが国にとっては2005年の愛・地球博以来20年ぶり、関西、大阪にとっては1970年大阪万博以来55年ぶりの万博である。訪日旅客も含めた多くの来場者が期待されている。

万博にあわせ、訪日旅客の4分の1を受け入れる関西国際空港（関空）の容量が拡張される。関西国際空港の将来航空需要に関する調査委員会では、2025年度に発着回数は24.3万回／年に、万博中のピーク時の発着回数は60回／時になるとされる。1998年の環境影響評価時の想定発着回数は23万回／年、そして、国は現行空域の最大発着回数を46回／時としていることから、万博時に関空の容量は不足する。そこで、飛行経路の変更や使用滑走路の入れ替えにより、処理能力は概ね60回／時に引き上げられる。くわえて、神戸空港（神戸）国内線の最大発着回数も120回／日と1.5倍になり、需要動向や関空への影響を見つつ、2030年前後には国際定期便が就航する。

こうした容量拡大に、需要予測は当たらない、過剰な供給と批判するのはたやすい。しかし、関空の歴史はインフラ整備の教訓といってもよい。

日本の拠点空港の容量は拡大

空港は「運用の時代」と言われて久しい。実際には拠点空港の容量を増やす努力が続いており、関空や神戸の容量拡張は、一連の航空・空港政策の延長線上とみられる。第2滑走路は那覇で2020年に供用され、福岡で2025年に供用予定である。中部は現滑走路のメンテナンスを理由としつつも、2027年度に供用が予定される。成田には2028年度末、第3滑走路が供用予定であり、北九州の滑走路は3000mに延伸される。人口減少下、国内需要は増えないとしても、訪日旅客はさらに増えるだろうから、その受け皿づくりといってもよい。

関空の教訓はそれを物語っている。2000年代初頭から需要は伸び悩み、債務返済や補給金の注入を背景に、大阪国際空港（伊丹）の長距離便削減という人為的な政策がとられた。その結果、国内線が休止、廃止に追い込まれ、その後に関空と伊丹は統合された。

思えば、これは関空最大の窮地だった。窮地を救った最大の功労者は、訪日需要である。ビザ緩和などの政策の効果があつたとしても、主原因はアジア諸国のGDP（所得）増加、アジアから近距離という関西の地の利にある。関空の収益は、当初あてにされた伊丹の収益を凌駕する。コロナ禍

の苦難はあつたが、関西エアポートの経営も好調である。正直なところ、私もここまで関空の需要が早く大きく伸びるとは思いもしなかった。自らの不明を恥じたい。

長期的視点の重要性

訪日の理由は日本の魅力にある。しかし、海外諸国のGDP（所得）の増加は外生要因の最たるものである。もし、関空の滑走路が1本で、2期工事が未着工であれば、急増する訪日需要を受け止められなかった。

空港があるから訪日客が来るのではないし、拠点空港以外の空港、主に地方の小規模空港を使えばよいという意見もある。しかし、それらの空港には弱点がある。たとえば、空港アクセスである。バスはアクセスやイグレスとして容易なものであったが、現在はバスのドライバーが不足している。自動車アクセスの増加にも、CO₂という批判が来よう。何より、国際線のための税関、出入国管理、検疫の職員、またグラハンや保安検査の人員が必要だけ集まるのだろうか。つまり、拠点空港の整備に高い優先順位をつけざるを得ないのである。

訪日旅客の旺盛な消費需要を見るにつけ、筆者は空港整備に対する先学や技術者の長期的な視点に思いを致すのである。



加藤一誠

慶應義塾大学
商学部 教授