

社会インフラの長寿命化マーケット創生

—2030年の日本とインフラドックの役割—

【サステナブル通信6号】平成26年7月

NPO 法人持続可能な社会基盤研究会

持続可能な社会を実現するために

持続可能な社会では、経年劣化が懸念される社会インフラを長寿命化して長く利用することであり、建設産業は、更新もしくは既設構造物の長寿命化分野が将来的に大きなマーケットであると認識している。しかし、長寿命化のための補修・補強工事は、一件当たりが小口であることから建設産業にとって魅力の薄い分野とされてきたのも事実である。

社会インフラの長寿命化は、図-1に示すように、システムも含めた高度な維持管理技術の開発、活線状態で施工するための合理的な工法開発、およびそれを実現するための材料や製品の開発など、総合力を結集することが求められる。潜在的なマーケットの大きさと魅力が認識されると、様々な業種が参入することになる。その結果、企業間の競争が発生することで、「社会インフラの長寿命化マーケットの形成」が期待できる。

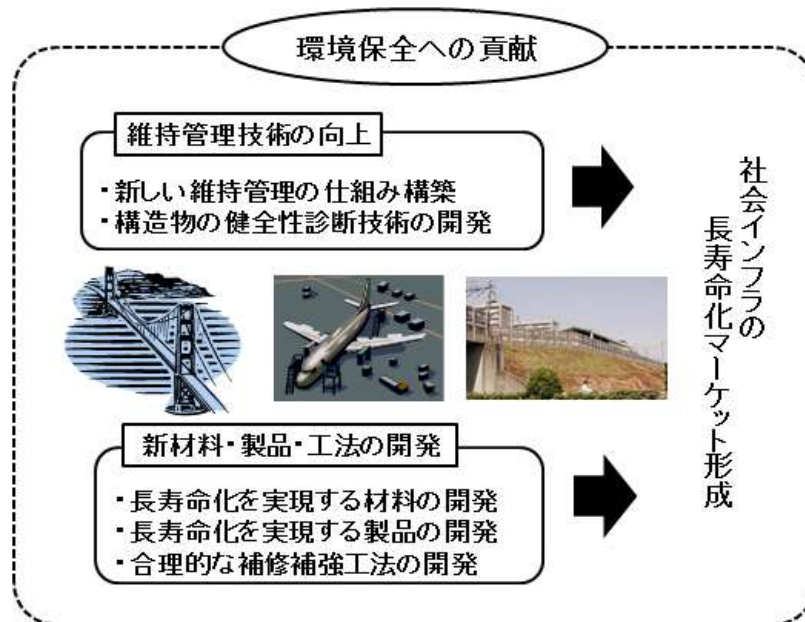


図-1 長寿命化マーケットの形成

公益社団法人日本コンクリート工学会では、日本人の長寿命化に貢献した人間ドックと同様な仕組みを持つ「インフラドック」を構築するために、2012年より「コンクリート構造物のインフラドック構築フェージビリティ調査研究委員会」を設置し、活動している。当法人の研究員も本委員会に幹事のひとりとして参加している。

本報告は、インフラドックの構築が社会インフラの長寿命化マーケットの形成にどのように寄与するのか、2030年を想定して検討したものである。

2030年、日本の姿を想定

国の理想の姿は、その国を取り巻く環境により千差万別であるが、日本は戦争で全てを失ってから10年で復興を果たし、その後の高度経済成長で先進国の仲間入りをするまで成長した。しかし、1990年代半ばから少子高齢化による労働人口の減少、デフレに伴う給与水準の低下による購買力の低下、企業の設備投資意欲の減少、生産施設の海外移転など負のスパイラルから脱却できずにいた。この間のGDP（国内総生産）は、先進国では最も低い1～2%と低迷しており、逆に国の借金は増え続け、名目GDPの2倍近い1,000兆円に達し、厳しい現状となっている。

日本は、2030年頃までにはどの先進国も経験のない超高齢化社会に突入するものと予測されている。今、日本が目指すべきは、地球規模の環境保全と国民の豊かな生活が共存できる「持続可能な社会」を実現することである。2020年の東京オリンピックの招致に成功し、投資への期待感から一時的に経済成長が回復した。この機会に、日本は持続可能な社会の実現に取り組んだ。

(1) 人口の減少を克服

総務省統計局によれば、日本の人口は、図-2に示すように2007年を境に減少に転じ、2030年にはピーク時から約1,200万人減少すると予測されている。特に厳しいのは、高齢人口が増えて生産年齢が大幅に減少することである。

人口の減少は、主として2つの問題が発生する。1点目は、生産年齢人口の減少で、需要があったとしても生産が追い付かない可能性があることである。2点目は、GDPの約60%を占める個人の消費が減少することで、生産量が減る可能性があることである。

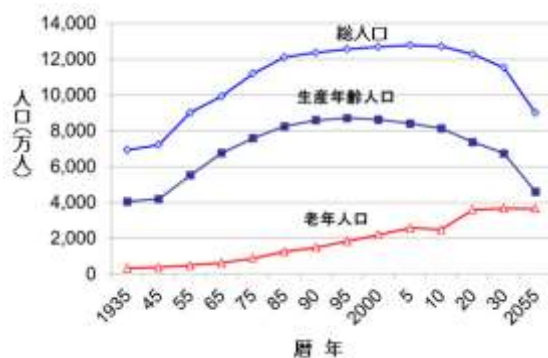


図-2 人口の推移と将来の予測

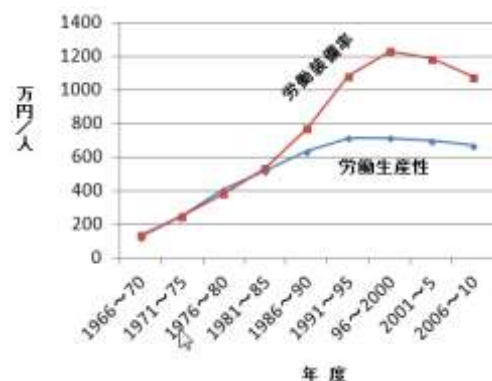


図-3 労働生産性の推移

1990年代に日本の製造メーカーは安価な労働力を求めて中国や東南アジアに製造施設を移し始めたため、図-3に示すように労働生産性が低下し始めた。その後、進出国の政情が安定しないこともあり、一時日本への回帰現象もあったものの、国際競争力を高めるためには地産地消の考え方が主流となった。製造施設の海外移転により、産業の空洞化は避けられないものとなっていた。2020年代に入り、これまで労働力を提供していた中国や東南アジア諸国も高齢化が進み始めており、安価な労働力を求めて転々とするのも限界が近づいていた。

2030年までには、15～64歳であった生産年齢人口を、15～70歳とした。女性が働きやすい環境をつくり上げることと、働く意欲のある高齢者を活用することで労働力の確保に成功した。

労働人口の減少を高齢者と女性の活用だけでカバーするのは難しく、企業は生産性を高めることに注力し、それを実現する新技術を開拓していった。2030年、生産性を高める新技術やシステムは、日本の貴重な輸出商品となっていた。また、日本は個人が1,000兆円を超える金融資産を保有しており、その60%以上を60歳以上が保有している。高齢者の活用で老後への不安を減らし、老年人口の金融資産を消費に回すことに成功したのだ。

(2) 公的部門の改革実行

2020年の東京オリンピックは大成功を収めたものの、日本が抱える最大の問題である1,000兆円を超える国の借入金の問題は解決されていなかった。高齢化に伴いこれまでの社会保障制度を維持することは容易でなく、このままでは財政が経済を食いつぶす状況であった。高齢者が働ける環境を整え社会保障負担を軽減し、政府は政府でなければならないことに徹し、公の一部を非営利団体であるNPO法人等が担い社会のニーズに対応している。経済的には、民間の知恵や資金を活用することや、緩やかなインフレに誘導することで、2030年、日本の借入金は名目GDPとほぼ同額になるまで減少することに成功した。

(3) 地方・地域の活性化

持続可能な社会を実現するためには、緩やかな経済成長が必要である。そのためには、地方・地域の活性化が必須条件となる。図-4に地域別の名目GDP（総生産）の推移を示す。高度経済成長で農地や里山が次々と工業団地や住宅、それに伴う社会インフラに生まれ変わり、地域経済も豊になっていった状況が、うかがえる。しかし、21世紀に入りGDPの伸びはどの地域も停滞から下降傾向を示し、地方経済が苦戦している状況がわかる。

企業の設備投資は、経済を成長させる重要な要因の一つである。高度経済成長期に、地方は工業団地の造成や社会インフラの整備を進め、多くの企業を誘致した。その切り札となったのが億単位の補助金である。

しかし、21世紀に入り経済活動のグローバル化の進展により工場が海外に移転が始まっている。自動車産業では、海外のマーケットに対し現地工場を組み立てるものの、部品は品質の信頼が高い日本で製造し輸出するのが通常であった。最近では、現地の技術も向上し、さらにコスト競争も激化したことにより、部品についても現地で製造するケースが増えてきている。グローバル化が進展したことにより、補助金による企業誘致はもはや通用しなくなったといえる。

<p>尼崎工場売却へ</p> <p>パナソニックが2000年代半ばから500億円以上投じたプラズマテレビ事業から完全撤退する方針を固めた。生産拠点の尼崎工場も売却する方針だ。</p> <p>プラズマテレビ事業は同社が15年3月期まで2年連続で7500億円を超える最終赤字を計上する要因の一つだった。尼崎工場を製造などに従事する従業員は主に他部門へ配置転換する。尼崎工場は生産棟が3棟あり、現在稼働しているのは1棟のみである。尼崎工場の資産については製造設備の減損処理は実施済み。建屋で400億円強残すが、撤退により評価損を計上しても、本業の収益回復で吸収できるとしている。</p> <p>プラズマテレビ市場の一角を占めるパナソニックが撤退することで、薄型テレビにおけるプラズマテレビも事実上終焉を迎える。今後は市場の大半を占める液晶テレビを軸に有機ELテレビがどこまで追い上げられるかがカギとなる。</p> <p>(2013年10月10日 日本経済新聞)</p>
--

この様な状況を背景に、地域経済を活性化するための課題は、「地域の特性を生かした新しい産業をどのように興すか」「その地域の資源をどう活用するか」と指摘できる。

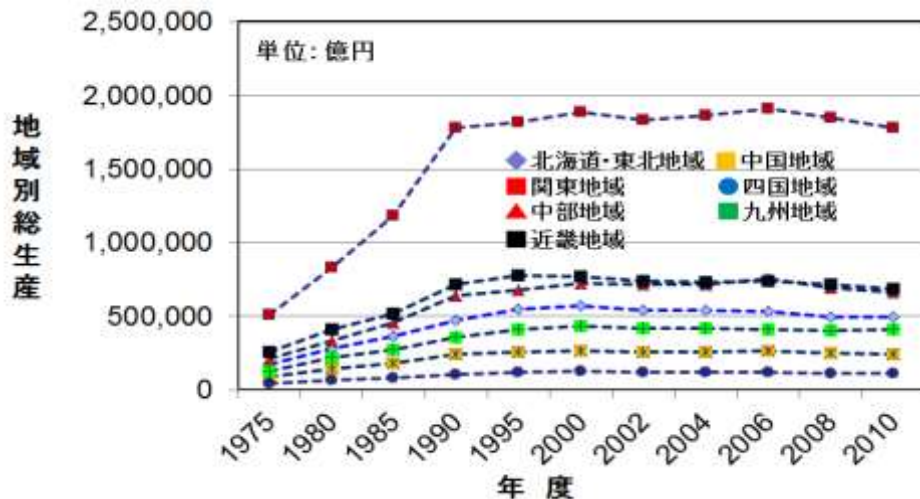


図-4 地域の名目 GDP の推移

地域の自治体は、補助金がなくてもその地域に定着するような魅力ある地域づくりに取り組んだ。例えば、地域に進出した企業や地場企業間でネットワークを構成し、売れる技術の開発や農業とコラボして安全な食品を提供するなど、自治体が後押ししたのだ。

2030年機能するインフラドックでも述べたように、商用車に取り付けた計測機器からの情報をデータセンターからタイヤメーカー等に提供するの、まさにネットワークを活用した新事業なのである。さらに、コンセッション方式を導入するなど民間資金を積極的に活用している。2030年の自治体職員は、経営者のセンスが要求されるようになっている。

(4) 社会インフラと住民の生活

経済を成長させる要因として、一般的に①人口の増加、②企業の設備投資や新技術への投資、③新事業の育成があげられる。この3要因に「④社会インフラが整備されている」を加えることが提案されていた。無駄な投資の代表格とされていた社会インフラの建設であるが、東日本大震災や笹子トンネルの崩落事故にみられるように、国民の安全や経済活動に支障をきたすことは明らかである。

高度経済成長期に大量に建設された社会インフラの更新期が近づいているが、GDPの倍に達する負債を抱え建設投資が長期的に縮小している我が国にとって、その費用を捻出することは容易でない。そこで、構造物の耐用年限を超えて長寿命化することが重要かつ喫緊の課題となっている。老朽化した構造物を更新するスクラップ&ビルドから長寿命化への転換は、持続可能な社会の実現をめざす我が国にとって最大の環境保全への貢献と考えている。2030年までには、人間ドックのシステムを導入したインフラドックの構築、合理的に長寿命化を可能にする材料や製品の開発などが盛んになっている。その成果として、日本では、維持管理分野を魅力的になり民間資金を呼び込める新たなマーケットを創生されている。また、遠くない時期に高齢化社会を迎える中国や東南アジア諸国に対して、インフラドックシステムは輸出商品となっていることにも注目したい。2030年機能するインフラドックでも述べたように、現存する社会インフラを長寿命化することで地域の資源として活用しているのだ。

社会インフラの老朽化が顕在化したにもかかわらず早急に対策をとれなかったのは、専門技術者と資金の不足に加えて、優先順位の問題があった。利用頻度の多い施設ほど優先順位が高いと

考えるのが一般的であるが、住民にとっては自分が利用している施設が優先なのである。前述したインフラドックが成功したのは、コンパクト・タウンの推進である。今後、街づくりに係る自治体と住民は、社会インフラの効率を高めるために、機能をコンパクトに集中できるコンパクト・タウンの構築に知恵を出しあわなければならない。

(5) 2030年のGDPを予測

大和総研では、労働人口の減少を高齢者や女性の活用に加え、経営刷新まで含めた技術革新と資源を有効配分する効率化による生産性向上を条件に、2026～2030年の5年間平均で名目GDP722.1兆円、前年比成長率2.6%と予測している。データは古いが小泉内閣当時経済財政諮問会議により取り纏められた「日本21世紀ビジョン」では、IT技術の進歩を背景に多様な働き方が可能になる労働市場の整備と技術革新や資源配分の効率化による生産性向上を条件に、名目成長率を3%台半ばから4%程度と高めの予測をしている。また、三菱総合研究所では2026～2030年の5年間平均で名目GDP584兆円、前年比成長率1.6%とやや低めの予測となっている。ただし、どの予測にしても現状のままではだめで、官民ともに改革を必要としている。

2030年、機能するインフラドック

2030年10月5日インフラドック▽▽ブランチでは、評価会議が招集されていた。登録番号Br-211号について、健全性診断実施の必要性を判定する会議で、地元▽▽大学工学部の教授を中心に、地元▽▽高専の准教授らとブランチの研究者らで構成されている。

東京オリンピックの前に、車両に取り付けた発信機器から車両の位置、速度、ブレーキをかけた場所などの情報を収集する、新道路交通情報通信システム（新VICS）が実用化していた。宅配事業会社と電機メーカーが共同で新VICS事業に参入したのだ。様々な道路の情報を施設管理者に提供し、道路インフラの整備につなげるのだ。宅配会社は、渋滞が緩和されれば事業効率が大幅に改善されることから、自社の保有車両約5万台に発信機器を搭載している。電機メーカーは、1秒毎に送られてくる膨大なデータを、自社が開発した瞬時に処理する技術を活用している。まさにビッグデータの処理技術を事業につなげているのだ。

地方自治体では、専門技術者や資金の不足から施設の維持管理が困難であることが、すでに顕在化し、日常的な点検も為されていない状況であった。そこで、この技術を発展させ、車両にセンサーを取り付け車の振動による微妙な揺れや発生音を察知することで、車両自身の整備に活かすとともに、橋に生じた変状が原因で振動や揺れである可能性を膨大なデータを統計処理して把握するシステムが開発された。このデータがインフラドックに送られてくるのだ。システムのイメージは、図-5に示すように、処理されたデータは、道路の詳細な利用データが地方自治体や道路会社といった施設管理者へ送られ、道路整備に活用される。次に、振動による揺れのデータが宅配会社と提携しリトレッド事業に取り組んでいるタイヤメーカーに送られ、その原因がタイヤのすり減りによるものかどうか検討し、車両の維持管理に活用される。微妙に揺れや発生音が橋に何らかの異常が生じたものと判断し、そのデータがインフラドックへ送られる仕組みとなっている。インフラドックを利用する施設管理者は、日常的な点検と位置付けた



図-5 合理化された日常的な点検

Br-211号橋のケースは、車両が橋梁を走行中やや過度な振動と異音が計測された。この情報は即座にデータセンターからタイヤメーカーに送られ、当該車両の点検が行われた。その結果、タイヤはリトレッドして日が浅く、他の部品にも異常は認められなかった。そこで、振動と異音は橋梁に何らかの変状が生じた可能性があるかと判断され、そのデータがインフラドック▽▽ブランドへと送られてきたのだ。

評価会議では、過去数年のデータも取り寄せ検討を加えた結果、継目に段差が生じている可能性が指摘された。このシステムの良い点は、揺れや異音を発生している位置がある程度特定できることである。

<p>商用車4万台ビッグデータ</p> <p>富士通は、貨物トラックに付けた機器から1秒ごとに車両の位置・速度、ブレーキをかけた場所などの情報を収集。道路交通情報通信システムより、多様な道路の利用データを自治体や高速道路会社などに提供し、効率的な道路インフラの維持・整備につなげる。</p> <p>これまでのVICSは道路に設けたセンサーで情報を把握するため、対象は主要道路に限られていた。富士通は事業用トラック4万台にデジタル記録計を搭載、細かな道路も含め年間1千億件の走行データが得られる。</p> <p>(2014年7月8日 日本経済新聞)</p>	<p>老朽インフラの検査機器に参入</p> <p>東芝は2015年度に老朽インフラの検査機器事業へ参入する。画像処理技術を生かし、ひび割れなどの原因を特定できる機器を開発して売り出す。人手の検査と比べてコストを十分の一に減らすことが目標。</p> <p>トンネル内部や橋を複数のカメラで撮影し、インフラの構造を3次元画像で再現した上で、設計図と照らし合わせてひび割れや水漏れの位置や大きさを特定する。事業化に先駆けてトンネルを対象にケンブリッジ大学と実証実験を実施する</p> <p>(2014年4月30日 日本経済新聞)</p>
--	--

しかし、このデータだけでは費用の掛かる表面検査さらに内部検査をするかどうかの判定は簡単ではない。そこで、もう一つの武器として「進化した橋守」の仕組みが登場する。

2000年以降、維持管理の重要性が認識され始めたが、施設管理者、特に地方自治体の資金不足から有効な対策がとれないでいた。その対策として、地域の居住者に参加してもらう「橋守」や

「道守」を育てることに取り組んだ自治体もあったが、なかなか機能するまでは至らなかった。日々発信されるため膨大なデータとなり、簡略化、発信方法、受取方法、処理方法などに原因があったと指摘されていた。2030年は、戦後の団塊世代が高齢者の中心となり、概してスマホやパソコンに対する抵抗感が無い世代であることから、役所からの情報受信や健康管理などを目的にスマホが支給されるようになっていた。このスマホのカメラ機能を利用して、橋梁のアスファルトやコンクリート表面に発生したひび割れや変状を撮影し、インフラドックに送るのだ。構造物ごとに観測ポイントが決められており、月に2回定点撮影された路面の映像から変状の有無を推測するのだ。この撮影データは、施設管理者にも送られ、舗装の維持管理に活用されている。ウェザーニューズの仕組みを取り入れた会員制となっており、映像を送るとポイントがたまり種々のサービスが受けられるのだ。このシステムを導入したことにより、高齢者を中心に住民の社会インフラに対する興味が高まり、コンクリート診断士を中心に勉強会が開かれている。高齢者にとってこの様な形で社会貢献できる活動は、生きがいにもつながるのだ。インフラドック運営者は、2040年までに、この「橋守」を表面検査に代わるところまで高めたいと考えている。

会員からの映像を分析した結果、半年前と比較して舗装表面にひび割れが生じているのが認められた。評価会議の結論は、表面検査の実施であり、いよいよコンクリート診断士の出番となる。

表面検査法には、専門家による目視、レーザースキャニング法、CCDラインカメラ法、電磁波レーダー法、自然電位法などを、各種構造物に適した方法が選択されている。これまで、「専門家による目視」に匹敵する手法は、なかなか開発されてこなかった。人間がやるとなると、日数を要するし、足場など大掛かりな仮設備も必要となりコストアップの大きな要因となっていた。社会インフラの分野に活路を見出した電機メーカーの参入で、近いうちに、光学的手法を用いて構造物の変形・ひずみ・応力が計測できると予測されている。この技術が確立されると内部検査は確認だけの位置付けになることが期待されている。

表面検査の結果、Br-211号橋は、ひび割れの発生とわずかながら錆汁のしみ出しが認められ、グレードは部分的に進展期から加速期前期と判定された。インフラドックから、現状の劣化状況と表面的に変状が認められる個所および周辺個所の内部検査が望ましい旨の診断書が施設管理者に送られた。

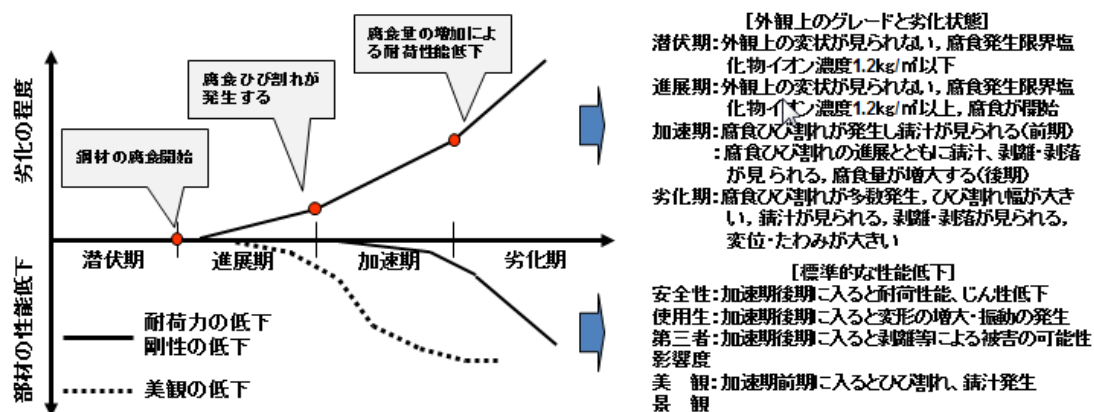


図-6 塩害の劣化過程と標準的な性能低下

インフラドックでも内部検査の実施は可能であるが、建設コンサルタントや地域のゼネコンが

内部検査と補修工事をパックにした長寿命化を実施するため、競争入札になるケースも多いのである。インフラドックの年間登録料は、橋梁であれば橋長により異なり 500～1,000 円/延が標準である。登録すると車両データと橋守による日常点検及び表面検査を代行することになる。内部検査は、別途実費が必要となる。

Br-211 号橋は、〇〇島と本土を結ぶ 1,200m のコンクリート橋で供用を開始してから 30 年が経過していた。建設当初、約 1,000 人いた島民も 600 人近くに減少し、無駄な建設投資の代表格のように言われていた。そんな状況が一変したのは、質の高いテーマパーク建設の計画が持ち上がったことだ。この地域では、人口の減少と少子高齢化に合わせた新しい「まちづくり」が始まった。居住者が歩いて商業施設や公共施設を利用できる無駄が少なく環境にやさしいコンパクト・タウン構想が実現したのだ。高齢化対策の一つとしてコンパクト・タウンやコンパクト・シティの構想は、かなり以前からあったが、実現していなかった。資産としての根強い土地神話から脱却できなかったことが、大きな原因の一つと考えている。団塊以降の世代は、土地バブルを経験しているものの、集合住宅で育った世代であり、土地に対する執着は薄いと言える。島民は余り抵抗なくコンパクト・タウンに住居を移し、土地をテーマパークに貸し出すことで年金に頼らず老後の生活資金としているのだ。



図-7 Br-211 号橋のイメージ

クールジャパン戦略が功を奏し、質の高いテーマパークがあちこちに誕生し、海外から多くの観光客を呼び込めるようになっていた。〇〇島のテーマパーク誕生に合わせて、コンパクト・タウン構想に基づいて、最寄り駅周辺の再開発にも取り組んだ。この資金は、改正 PFI 法により新たに導入されたコンセッション方式により、テーマパークが最寄り駅から Br-211 号橋も含めた道路の運営権を 30 年間買い取ったのだ。自治体にとって道路は、もはや財を産み出す商品なのである。今後、最低 30 年間安全に利用できるよう維持管理していくことは施設の保有権を有する施設管理者の義務であるとともに、商品価値を高めることになるのだ。

〈参考文献〉

- [1]総務省統計局：日本の統計第 2 章人口・世帯 2-1 人口の推移と将来人口
- [2]大和総研：超高齢日本の 30 年展望，経済・社会構造分析レポート，2013 年 5 月
- [3]経済財政諮問会議：日本 21 世紀ビジョン専門委員会報告書，平成 17（2005）年 4 月
- [4]三菱総合研究所：内外経済の中期展望 2014-2030 年度，2014 年 4 月