

次世代に「美田」を遺すために今われわれがなすべきこと

What we should do now to leave fertile field in the next generation

福手 勤*

1. はじめに

道路、上下水道、港、堤防、情報施設、エネルギー施設などの社会資本（インフラ）は、現代社会に住む我々の安全で豊かな生活を守り、社会経済活動を支えるために不可欠なものである。そしてインフラは、一度整備されると何十年さらには百年のオーダーでその機能を果たし続けることになる。つまりインフラはそれを整備した世代のみならず、将来の世代にも恩恵をもたらすものである。そのためインフラの整備に必要な費用は、国債などを介して将来の世代にも負担を求めるのが一般的である。

しかしながら、今我が国は人口減少の時代に入り、しかも生産年齢人口の減少が顕著となり始めた。このような時代においては、現在の世代が作った借金の返済を、人口減少に伴い間違いなく返済能力が減っていく将来の世代にそのまま負担させてよいとは思えない。このことから本報では、将来の負担をできるだけ減らしながら、美田（良質なインフラ）をどのようにして次世代に遺していくべきか、ハード、ソフト両面から考えていきたい。

2. 我が国のインフラを取り巻く状況

2.1 三重苦

我が国のインフラが置かれている状況は、ひと言で言う

- ① インフラの高齢化・老朽化（モノ）
- ② 人口減少・少子高齢化（ヒト）
- ③ 財政状況の悪化（カネ）

となる。

「モノ」については、図-1に示すように高度成長期に整備された多くのインフラが供用開始後40～50年を経過し、老朽化に伴う劣化損傷が顕在化したものもある。また高度成長期のインフラ整備には大量急速施工を余

儀なくされ、現在の知見からすると、当時の品質管理の水準にも問題があり、それが劣化の一因となっているとも言われている¹⁾。

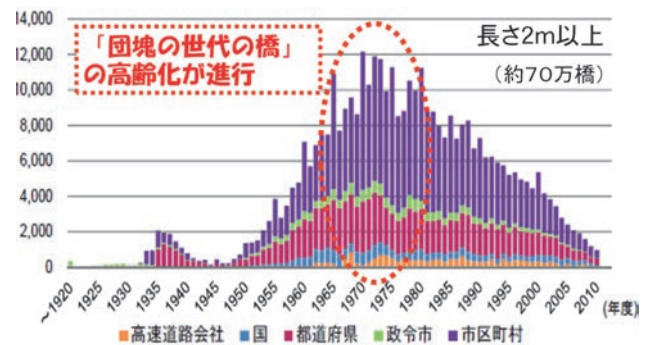


図-1 道路橋梁の建設時期（国交省 HP）

「ヒト」に関しては、図-2に示すように団塊の世代の高齢化、社会構造の変化に伴う少子化、人口減少が進んでいる。これに伴って、インフラのユーザーが減少するとともに、インフラの整備・管理に従事する人材が不足すること、さらにはインフラに対するニーズの変化も進んでいると言われている。

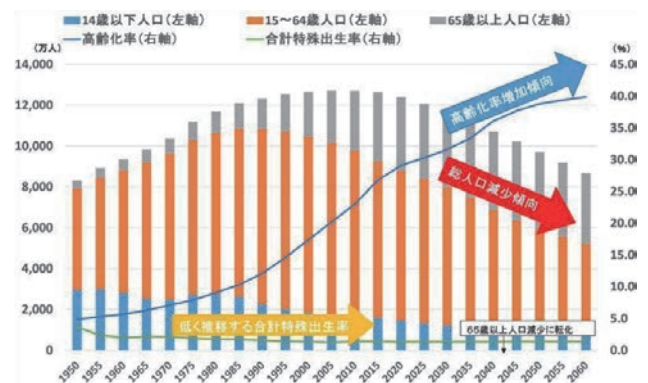


図-2 我が国の人口構成の経時変化（厚労省）

「カネ」に関しては、生産年齢人口の減少に伴う税収の低迷、高齢者の増加に伴う社会保障費の増加が重なっ

*理工学部 都市環境デザイン学科

て、国の財政状況の悪化が続いている。今では国債残高は1000兆円を超え、我が国のGDPの2年分を越えている。つまり今は、人口増加が期待できる時代のような大規模インフラ投資を続けることは財政上困難な時代となっている。

2. 2 インフラの管理に対する行政の対応

2012年12月に発生し9人が死亡した笹子トンネルの天井板落下事故はメンテナンスの不備が一因であるとして、政府は2013年を「メンテナンス元年」と位置づけた。

政府が定めた「長寿命化基本計画」に基づいて、各省庁は「行動計画」を、また地方自治体は「公共施設等総合管理計画」を定めた。この計画の策定にあたっては、インフラの現状の把握とともに、今後の人口動態、予算の裏付けなどに関する記述も要請された。

また国土交通省は全国の道路橋（約70万橋）、トンネル（約1万本）に対し、5年に1度の近接目視による点検・評価を義務づけた。同様に港湾分野においても、港湾管理者に維持管理計画書の策定が義務づけられ、新技術の活用、専門技術者の活用、人材育成・研修などを含むガイドラインが定められた。

3. インフラの長寿命化に関する技術の動向

3. 1 新設のインフラを対象とした技術

従来インフラは、地震力、波力など、設定した設計外力に耐え得るように設計されてきた。これはいわゆる「力学設計」である。そして一般にはそこには時間要素は考慮されておらず、建設されたインフラは半永久的に初期の性能を維持し続けると見なされてきた。

しかしながら実際には時間とともにインフラは材料・構造的に劣化・損傷が進み、次第に性能・機能が低下していくことが普通である。そのため、今では設計にあたって「安全性能」、「使用性能」だけでなく、「耐久性能」の照査も要求されるようになってきた。

またこのような設計思想を取り込むと、予め維持管理を前提に設計をすることも可能となり、ライフサイクルマネジメント(LCM)の考えを取り入れることができる

ようになる。価格の高い新材料・新工法であっても耐久性に優れるものであれば、その採用により将来の維持管理コストが低減できることから、コストの比較を通じて設計の自由度が増大することにつながる。

さらに新設構造物の長寿命化を目指した設計にあたっては、

- ・メンテナンスしやすい構造
 - ・劣化が発見しやすい構造
 - ・傷んだ部分が取り替えやすい構造
 - ・一部の損傷を他の部位がカバーしてくれる「粘り強い」構造
- となることに配慮することも重要である。

3. 2 供用中のインフラを対象とした技術

現在使用中のインフラの長寿命化は、まず既存データから該当インフラの履歴を確認した後、インフラの健全度を把握することから始まる。その手順は

- ① 調査点検（体温、脈拍、血圧の測定、血液検査など）
- ② 診断（病名の特定）
- ③ 対策法の選定（治療方法の決定）
- ④ 対策の実行（治療の実施）

の流れとなり、それぞれの段階で高度な知識と技術が必要となる。ちなみに括弧内は、人間が病院で診察・治療を受けるときの流れであるが、インフラの維持管理の流れもこれと同じであることが分かる。

これらをまとめると、使用中のインフラに対しては、

- ・調査点検モニタリング技術
- ・性能予測技術
- ・ひび割れ注入・充填工法
- ・断面修復工法
- ・表面含浸工法
- ・表面被覆工法
- ・電気防食法など電気化学的補修工法
- ・力学的補強工法

などに関する知見が重要となる。

上記手順のなかでも、特に②、③には高度な知識を持った技術者が必要である。これは、メンテナンスは設計条件を入れて新たにインフラを設計する「順解析」とは

異なり、すでに目の前にある現象を理解してその原因を推定し、対策を決めるという「逆解析」に相当するからであり、そのための専門家の育成が急務となっている。

3. 3 インフラ管理のための技術開発の方向性

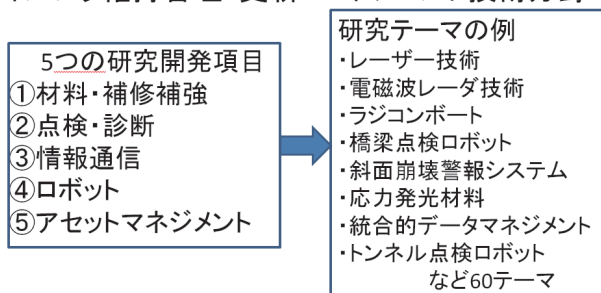
21世紀は、ビッグデータ、IoT、AI、ロボットをコア技術とする「第4次産業革命」の時代と言われる。これらの技術はインフラのメンテナンス分野においても、数多くのデータから劣化場所を見つけ出し、その劣化原因を特定することに活用できる。

例えば UAV に搭載したデジタルカメラや赤外線カメラなどでコンクリート壁面の画像データを経時的に大量に取得できる。それらの画像処理を通じてインフラの材料特性の時間的変化を面的に把握し、劣化場所の特定と劣化の進行を把握することができるであろう。

またカメラや加速度計などを搭載した車が日々一定の経路で道路を走行し、さらに GPS データと組み合わせることにより、道路路面の凹凸や橋梁の挙動を把握し、劣化の傾向や補修時期の判定などに利用することが可能となるであろう。

内閣府は「戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) において、「インフラ維持管理・更新・マネジメント技術分野」に資源投入をしていて、図-3 に示す5つの研究開発項目において60の研究テーマに取り組んでいる²⁾。これらから有用な研究成果が得られ、実務に応用されることが強く期待されている。

戦略的イノベーション創造プログラム インフラ維持管理・更新・マネジメント技術分野



成果のアウトプット:維持管理市場の創出と国際展開
 図-3 戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) における研究開発項目と研究テーマの例

もちろんいうまでもなくロボットやAIの技術は未だ発展途上にあるため、当面は知識と経験、資格を有する技術者が劣化診断と対策法の選定を行うことも不可欠であり、そのための人材育成も欠かせない。

4. 視点を変えて (ハードとソフトの融合)

4. 1 都市のコンパクト化

人口が増加していた時代は、都心部に居住地を確保することが困難でドーナツ化現象が進み、郊外に大型団地やショッピングセンターが整備され人口が増大した。一方、人口減少時代に入った今、郊外に広がったそれらの地域では、以前よりも人口密度が低下するため、これまでと同レベルの行政サービスを維持することは行政コストの高騰を招き、自治体経営の圧迫につながる恐れが出てきた。

行政コストには、道路・電気・ガス・水道などの基幹インフラの整備やごみ収集など、さらに積雪地では除雪などが含まれる。これに加えてインフラのメンテナンスも大きなコストを占めるようになる。

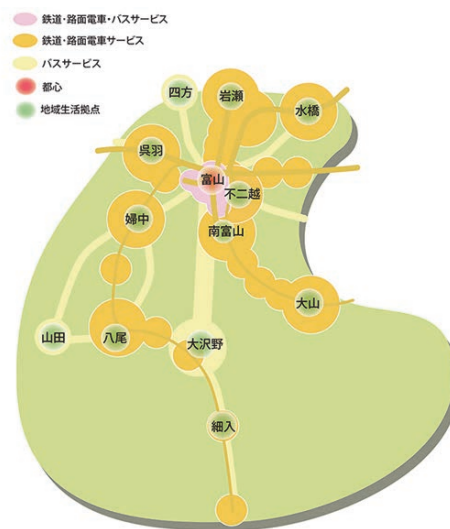


図-4 富山市が推進するコンパクトシティの概念³⁾

都市の魅力の回復、行政コストの低減などを目指した取組の事例として、コンパクトシティが提唱され、いくつかの自治体で推進されている。その基本的な考え方は、発散して「スポンジ化」した居住地を都市の中心部に戻し、適度に「密」でコンパクトなまちづくりを目指すこ

とである。一例として富山市では、図-4に示すような「団子」と「串」からなる都市構造を目指している。「団子」の中には、日常生活に必要な機能が徒歩圏内に配置され、その「団子」を日常の足として使える公共交通「串」が結ぶというコンセプトである。その「串」の役割はLRTやコミュニティーバスが果たしている。

このようなまちづくりが実現すれば、今後増加していく交通弱者である高齢者にも住みやすい街となるだけでなく、維持すべきインフラの数が減って行政コストの低減につながることになり、一挙両得である。

都市のコンパクト化はまちづくりと公共交通の一体化がうまく噛み合っ初めて実現するものであり、それがインフラのコンパクト化にもつながることになって、維持管理の効率化に大きく寄与することが期待される。

4. 2 都市経営の「見える化」

多くのインフラは自治体など公的機関によって管理されている。管理者である自治体は住民に対して安全で安心、豊かで持続可能な生活基盤を提供しなくてはならない。そのため官庁会計では単式簿記により、おもに現金の収入支出が管理される。つまり官庁の会計システムは行政目的の通りに適正に予算執行されたかどうかを監視し、評価することが目的となっている。

一方民間企業は、企業活動を通じて利益を上げ、株主への配当、従業員への給与の支払いを行う。そのため、企業会計では複式簿記を用いて、資産・負債の増減、収益・費用の発生が管理される。つまり企業活動の財政状態、経営成績を報告し、経営方針を立案することが目的となっている。

このように両者はその目的が異なるため、会計システムも大きく違ってきた。

民間企業は図-5のような貸借対照表（B/S）、損益計算書（P/L）、キャッシュフローを使って常時経営状態をチェックしている。B/Sを使えば保有する資産整備のために発生した借金がいくら残っているのかが分かる。またP/Lは純利益を増やすために、いかにして売上を増やし費用を抑えるかなど、経営戦略を立てるために必要なデータを提供する。

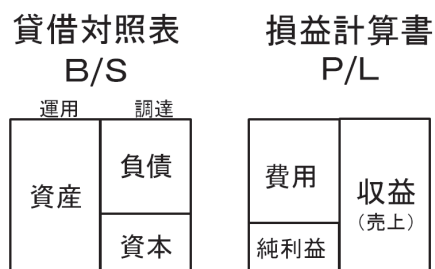


図-5 貸借対照表と損益計算書の中身

北海道夕張市が財政破綻したことは記憶に新しい。その二の舞を演じないように、多くの自治体で、企業会計に準じた手法で保有するインフラの会計情報を公開し始めている。これによって「都市経営」の観点から、公共施設の効率性、必要性の評価が可能となってきた。例えば公立図書館に毎年いくらの税金がつき込まれ、それは住民一人あたりいくらに相当するか、一冊の本の貸し出しにいくら費用を要しているかなどが明らかにできるようになってきた⁴⁾。それを発展させれば、橋や道路を維持するためのコストの合理性、近くにある複数のインフラの複合化によるコスト縮減の可能性の議論などが可能となる。

このように、自治体がB/SやP/Lを公表したり、施設がどの程度有効に活用されているかを示すために総資産利益率（ROA）などの指標の活用も検討され始めた⁵⁾。つまり一般市民によく見えてこなかった自治体の経営状態、さらにはインフラ資産活用状況などを知ってもらうための「見える化」の手段となることが期待される。これは最終的には住民の理解を得ながらインフラの管理コストの縮減に反映することにつながる。

4. 3 公民連携によるインフラ管理の効率化

これまで我が国のインフラの大半は公的機関が保有し、管理を行ってきた。しかしながら、今では高速道路、空港、上下水道などの料金徴収を伴う公共施設において、施設の所有権を発注者（公的機関）に残したまま、運営を特別目的会社（SPC）として設立される民間事業者にゆだねるコンセッション（公設民営化）方式が注目を浴びている。

コンセッション方式では、運営権を購入したSPCは、

対価を発注者に支払う一方、インフラの利用者から利用料金を受け取り、運営に係る費用を回収するいわゆる「独立採算型」で事業を行う。この方式では、SPCが収入と費用に対して責任を持ち、ある程度自由に経営を行うことができる。例えば、利用者の数を増やすことによる売上の増加や、経営の効率化による運営費用の削減といった創意工夫をすることで、事業の利益率を向上させることが可能となる。これと同様に、施設のメンテナンスについても、民間のノウハウを活用し効率化を図ることができるようになる。

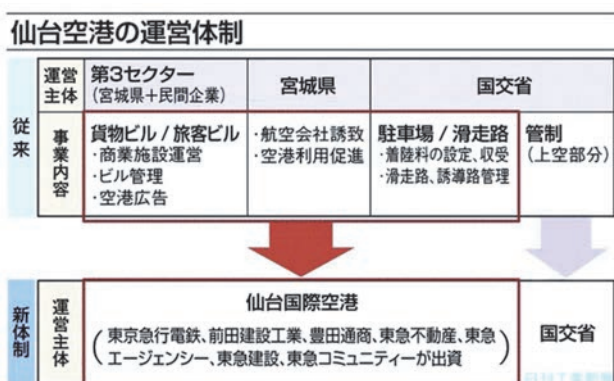


図-6 コンセッションによる運営体制の変化⁶⁾

図-6は我が国の空港において最初に採用されたコンセッション事業である仙台空港の事例である。従来は国土交通省、宮城県、第3セクターが施設を保有・管理していたが、コンセッション導入後は、管制部門を除いたほかの部門をSPCである仙台国際空港(株)が運営を行うようになった。

SPCは利益率の向上に関する民間のノウハウを駆使することで、着陸料の弾力的運用、空港へのアクセスの手段の充実、積極的なエアポートセールス、LCCの誘致などを行い、利用者数の増加に結びつけている。

空港では仙台空港に続き、関西空港、福岡空港、高松空港、福岡空港、静岡空港、北海道7空港などでコンセッションが導入されたり計画されている。また空港以外では有料道路分野で愛知県道路公社、下水道分野では浜松市でコンセッション方式が導入されている。

なおSPCの構成員として、図-6の仙台空港の例のように建設会社が含まれることが多い。これは維持管理に

土木技術が必要であるとともに、建設会社が長期的な経営戦略に立って新規の建設だけでなく、既存インフラの管理やそれを活かした運営・マネジメントの分野にも積極的に取り組んでいくことを示している。これは今後の建設業の経営戦略の大きな潮流となるものと思われる。

4.4 ハードとソフトが融合したアセットマネジメント

アセットマネジメント(AM)とは、資産(アセット)を効率よく運用(マネジメント)するという意味で、手持ちの資産を有効に活用し運用益を最大にしようとする資産運用とほぼ同義である。現在ではインフラ管理の分野でもAMの概念が普及してきた。それは、計画的にインフラの整備や維持・管理を行うことでインフラの長寿命化を図ったり、間引きや統廃合、複合化などで無駄をなくしインフラ資産を最大限活用することで、人々の安全、安心、豊かな生活を持続可能にしようとするものである。

AMの概念を図-7に示す。本稿の3.で示したハードな長寿命化技術と、4.1~4.3で示したソフトな政策部門が車の両輪となって機能することで初めてAMが機能することになる。

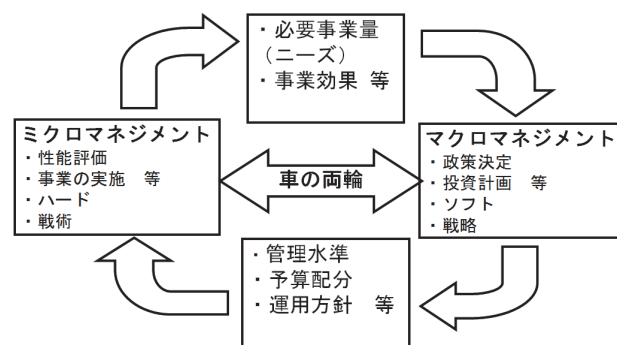


図-7 インフラのアセットマネジメントの概念

5. まとめ

1964年の東京オリンピックのために高速道路、新幹線など多くのインフラが整備された。それから半世紀が経過し、それらの更新、維持管理が大きな課題となっている。そして今2020年には再び東京オリンピック、パラリンピックが開催され、そのためのインフラ整備が活発である。これからわかることは、今から半世紀後には

図-8 に示すように2つの大きな維持管理の山が待っていることである。

第 7 号、2017 年 3 月

6) 日刊工業新聞 2016 年 6 月 30 日「深層断面」

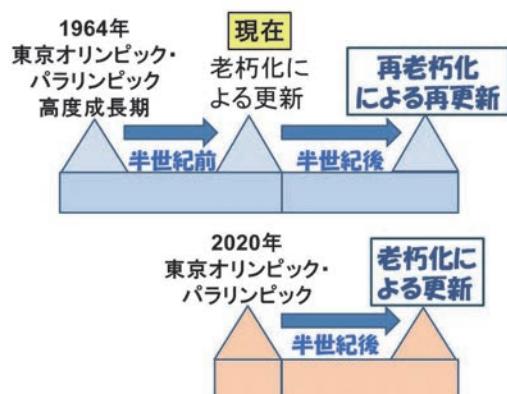


図-8 二つのオリンピックが残すもの

西郷隆盛は偶成で「(子孫に財産を残すと、それに依存して安逸な生き方をするので)子孫には美田を遺さない」と謳った。この考えはプライベートな場面では的を得ているが、世代を超えて使われるインフラに当てはめた場合には正解ではなく、我々は良質なインフラの必要量を将来に遺す必要がある。しかしこれはインフラの整備に要した費用の返済や、将来必要な維持管理コストを将来の世代に残すことも意味する

整備のために残った借金を、人口減少に伴い間違いなく負担能力が減っていく将来の世代にそのまま負担させてよいとは思えない。換言すれば、美田(良質なインフラ)をどのようにして次世代に遺していくべきか、我々に課せられた重い課題にハード・ソフト両面から取り組んでいく必要がある。

参考文献

- 1) 小林一輔：コンクリートが危ない、岩波新書、1999年
- 2) <https://www.jst.go.jp/sip/k07.html#KADAI>
- 3) 富山市：都市マスタープランー公共交通を軸としたコンパクトなまちづくりー、平成20年3月
- 4) 美濃加茂市：公共施設等類型別カルテ(公共施設白書)、平成29年3月
- 5) 根本裕二：公共施設等総合管理計画の実効性を高めるための公共施設評価手法の開発、東洋大学 PPP 研究センター紀要、