

シリーズ「公共施設等複合化の実現に向けた方策検討調査」第3回
公共施設等複合化の効果を引き出すために
 ～エネルギーマネジメントの効果と可能性～

すずき まさと
鈴木 真人

一般財団法人日本経済研究所 調査局 上席研究主幹

I. 公共施設等複合化の効果

1. 施設整備費と維持管理運営費の関係

公共施設の複合化事例として、シリーズ第2回では「アオーレ長岡」を取り上げ、アリーナ、屋根付き広場、市役所機能の複合化が着実に集客力を発揮し、中心市街地の活性化に寄与しつつある現状について検証した。

市民ニーズに合致した施設を整備することにより、施設に対する利用者の満足度は向上し、利用者数が増加する。稼働率が高い施設からは、周辺への波及効果も生じる可能性が高い。このような効果を引き出すには、施設そのものの魅力が必要であり、「アオーレ長岡」は複合化がそのひとつの方策となる可能性を示している。複合化によって全ての課題が解決するわけではないが、公共施設の複合化に際して、その目的を明確化し、市民合意の下で、長期間の使用に耐えるようなより多くの成果を引き出す施設づくりを目指していくプロセスは重要と考えられる。また、財政負担の軽減という課題が存在して

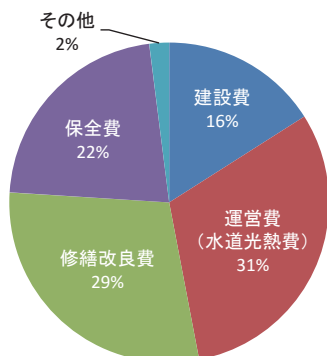
おり、ニーズがあるからと言って、好き勝手な施設づくりが出来る訳では無い。「アオーレ長岡」においても、資金調達に様々な工夫をこらすことで実現にこぎつけている。さらに、負担を軽減するには、施設整備費（建設費）に加え、維持管理運営費にも着目する必要がある（図表1）。

複数の公共施設を複合化して、機能をひとつの施設にまとめる場合、それまでの施設毎の実績をベースにして、新しい施設の維持管理運営費を想定することになる。建設費については、面積当たりの建設単価を想定し、施設合計の延べ床面積を比較することで、[それぞれ単独で整備した場合と複合化により施設をひとつにまとめた場合の建設費の削減効果] = [財政面のメリット] となり、ある程度の推定が可能であるが、維持管理運営費については、その比較はかなりの注意を要する。

例えば、複数施設がひとつの施設になっても、それぞれの機能毎に管理者を必要とするのであれば、管理者は減らないので、全体としての管理費用の削減につながるとは限らない。また、利用時間帯が異なる機能を複合化するのであれば、施設の稼働率が向上することで施設の効率的な利用が実現し、単位当たりの維持費の節減につながる可能性があるなど、どのような機能をどのように複合化するかによって、その影響は様々であり、それぞれ単体で整備した場合との比較については慎重におこなう必要がある。

また、毎年の維持費や後年の修繕費が多めにかかることが分かっているにもかかわらず初期投資を抑制するケースが考えられる一方、多少初期投資が高んだとしても維持費用が低廉となるような仕様・設備とするケー

(図表1) 中規模庁舎における LCC の計算例



(出所) FM 推進連絡協議会「ファシリティマネジメント」

スも存在することから、このような比較においては、LCC（ライフサイクルコスト）¹を算出して、長期的な効果について比較検討する必要がある。

2. LCCにおける維持管理運営費

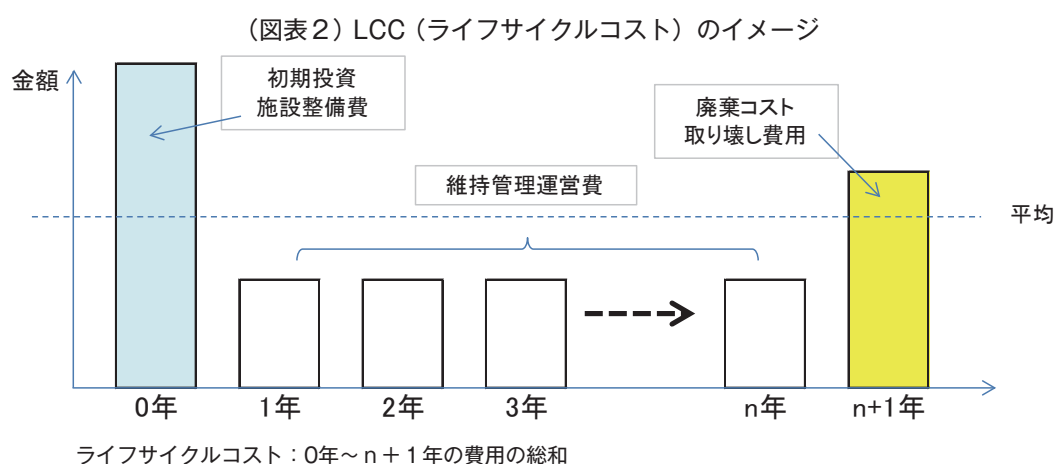
今後の公共施設整備の方向性を示すために各地公体において、作成されている公共施設総合管理計画では、基本的に現在の施設の保有を前提とした更新費用の将来推計をおこなっている。この推計結果をベースラインとして、将来予想される投資額の累計や現状の予算額と比較することで、将来的な要削減面積や財政需要を試算しているケースが多い。地公体毎に事情は様々あるが、公共施設の複合化は、限られた財源の中で公共機能を維持しつつ、施設面積の削減につなげるためにとられる方策のひとつと考えられる。

しかし、財政需要をより正確に把握するためには、計画期間における施設整備費とともに維持管理運営費を含めたLCCで考えることが重要になってくる。

LCCは、大きく施設整備費、施設運営開始後の毎年の維持管理運営費、取り壊し費用／廃棄コストに分けられる（図表2）。

維持管理運営費は、施設を使用することによって毎年発生する委託費、修繕費、水道光熱費や、イベント等の企画など施設の活用を促すような費用等である。公共施設の維持管理については、既に指定管理といった制度も活用されており、公共側としては、経費節減に向けた取組みを始めているものの、基本的に施設単体毎の取組みであり、施設の複合化等にどのように対応していくかは、今後の検討課題の一つになる。

このような維持管理運営費は、現在導入が始まっている公会計と連動させることで、より詳細な分析も可能になってくる。現状の多くの地公体において実施されている予算管理手法においては、施設毎の経費支出の実態把握には難しい側面があることは事実であるが、公会計の導入により、維持管理運営費が明確となり、費目別の集計や毎年の経費の増減などの把握を通じて、経費の削減につながっていくも



(出所) 日本経済研究所作成

¹ LCC (Life Cycle Cost) ライフサイクルコスト：生涯費用。調達／製造→使用→廃棄までの一連のコストを一体として捉える考え方。

のと考えられる。

今回は、経費削減につながるようにコントロールすべき費用（水道光熱費）について検討を加えることとし、指定管理など運営手法については、次回以降に検討を加えたい。

3. エネルギーマネジメントとは

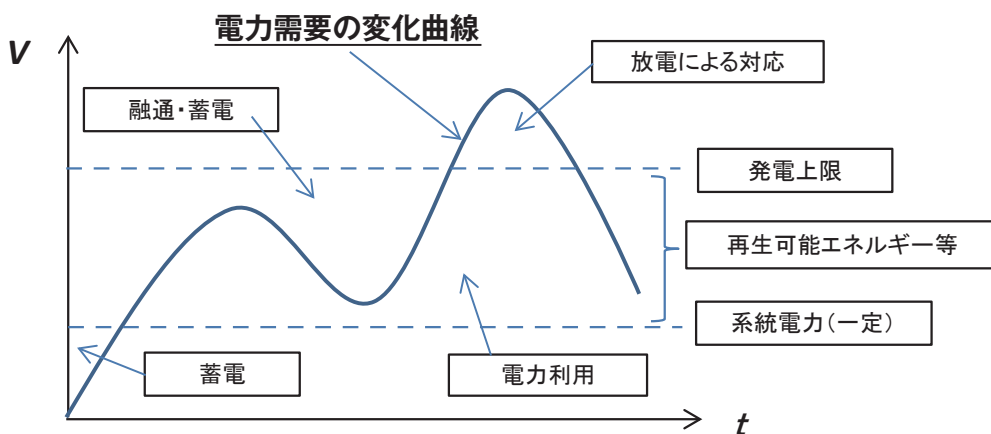
維持管理運営費の削減については、水道光熱費について考えると分かりやすい。例えば、照明をLEDに切り替えることで、日々の消費電力は大きく減少する。また、旧式となり、効率の落ちた空調設備などは、新型に入れ替えることで、その維持管理費は大きな削減が見込まれる²。

もちろん、新しい機器の導入等には相応の投資が必要であり、投資額よりも削減効果の累計が大きくなることで、はじめて導入効果が得られる。LCCを

削減するためには、少額であってもこのような削減努力を積み重ねることが必要になってくる。近年は、太陽光や風力などの再生可能エネルギーの活用や、温泉熱を活用したバイナリー発電³などの新技術も登場してきており、地域や施設の特性に応じたエネルギーの活用可能性も出てきている。しかし、単純な機器の置き換えではなく、複数のエネルギー源を組み合わせたり、利用状況に応じて最適なエネルギー源に切り替えるコントロール技術も必要であり、需要に応じて供給をマネジメントするエネルギーマネジメントが必要となってくる（図表3）。これはビル内のエネルギー管理システム BEMS「Building Energy Management System」や家庭内のエネルギー管理システム HEMS「Home Energy Management System」として一部実用化されている。

さらに、エネルギーマネジメントは、ビルなどの

（図表3）エネルギーコントロールイメージ



複数の供給源（ここでは、系統電力+再生可能エネルギー）と、時間帯により変化する電力需要との関係を示したもの。

需要<供給 の場合は蓄電またはほかに融通（売電含む）する。

需要>供給 の場合は蓄電したものを放電する。

（出所）日本経済研究所作成

² 例えば、岸和田市公共施設等総合管理計画におけるコラムでは、年間9百万円の電力料金を機器の入れ替えにより3百万円/年削減できる事例が示されている。現状の機器の能力や施設規模によってもこれら数値は変化するものの、相応の効果があることは想定される。

³ ペンタンなどの触媒を利用することで、温泉熱を利用した発電を可能とする技術。

単独施設における多様なエネルギー源の活用に留まらず、複数施設の連携や電力等のネットワーク化も視野に入れて、その最適化を図るものであり、地域に賦存するエネルギーと施設を一体的に俯瞰する“まちづくりの視点”が必要とされる。

例えば、公共施設を防災施設とする場合、自立的なエネルギー源を確保することで、長期のエネルギー需要への対応が可能となり、地域内の施設間のネットワークを利用することが可能なシステムを構築することにより、災害に対する地域の強靱性に繋がる。

今回は、このような考え方に従い、地域の未利用資源を活用しているイオンモール堺鉄砲町の事例と、災害時を含む様々な電力需要に対応すべく、複数施設間の電力融通をおこなっている万博スマートコミュニティの事例を紹介する。

II. エネルギーマネジメントの実際

1. イオンモール堺鉄砲町にみるエネルギーマネジメント

(1) イオンモール堺鉄砲町の概要

イオンモール堺鉄砲町は、平成19年（2007年）に閉鎖された(株)ダイセル堺工場の跡地に、平成28年3月開業した複合型ショッピングセンターである。建物の延べ床面積は約135,000㎡。総合スーパーのイオンを核店舗とし、約160の専門店や約1,000席のフードコートの他、アミューズ施設も出店している。

立地場所の堺市は、平成20年に国の環境モデル都市に選定されており、工場跡地における大型商業施設開発に当たって、先進的な環境への取組みをおこなう地域貢献型商業施設の建設に取り組むこととなった。その過程で、中世の堺市のシンボルであった環濠の復活など、堺市としてのまちづくりのイメージに沿いつつ、下水再生水をはじめとした様々な未利用エネルギーの活用を目指すこととなった。



(写真1) エコツアーのインフォメーション
(筆者撮影)

当該プロジェクトの開発主体はイオンモール(株)であるが、このような検討の当初から関西電力(以下関電)が地域のコーディネーター役として参画し、エネルギーマネジメント関連事業の推進に大きな役割を果たしている。

(2) エネルギーマネジメントへの取組み

①概況

イオンモール堺鉄砲町において、先進的な環境への取組みをおこなうため、地域の未利用資源の調査が実施された結果、開発地から近い下水処理場において高度処理された下水再生水を活用することとなった。さらに、この下水再生水のほかに、壁面緑化、太陽光発電等も実施しており、施設全体での省エネルギー化を目指している。これらモール全体の省エネルギーに対する取組みについては、エコツアーと称して全て見える化されており、モール利用者は、LED照明、太陽光発電、壁面緑化などの個々の取組みについて知ることが出来る(写真1)。

②事業実施体制

事業主体であるイオンモール(株)に加え、地権者のダイセル(株)とエネルギー・まちづくりコンサルとしての関電等を加えたプロジェクトチームが、堺市と

(図表5) 下水再生水利用フロー



(資料) 関西電力(株)

(熱源利用)

下水再生水の水温は、外気温に比べて年間の温度差が少なく、夏季は外気温より低く、冬季は外気温よりも高いと言う特徴がある。これを熱源として、ヒートポンプを使って、①空調機の外気予熱(温熱)②貯湯槽を活用した給湯(温熱)③氷蓄熱槽を活用した空調(冷熱)に利用している。

このような、温熱・冷熱の同一施設での利用は、全国で初めてといわれている。

(水環境の改善)

堺市は、中世には環濠都市として栄え、市内には往時をしのぶ歴史資産も残っている。そのため、環濠の復活は堺市のまちづくりの一つの目玉として掲げられてきており、市民も協働した調査等が実施されている。イオンモールの熱源として利用された



(写真2) 内川緑地せせらぎ水路への放水口
(関西電力(株)提供)

下水再生水は、内川緑地のせせらぎ水路を経由して、内川(環濠)に放流されており、堺市の取組み(仁徳陵・内川水環境再生プラン)と歩調を合わせている。

④その他の取組み

災害時の避難エリアとして、電源ならびに水の確保（再生水とは別の飲料用）を視野に入れており、LEDの利用による必要電源の減少や災害時非常用電源としての太陽光発電の活用など、施設全体でのエネルギーマネジメントに取り組んでいる。

(3) 今後の展望

現場において、空調利用に際しての省エネルギー効果や再生水の利用による水道利用量の削減効果は実感できているとのことではあるが、下水再生水の温熱源、冷熱源の複合利用により、従来システムに対して、3.5%の省エネルギー性の向上という目標を達成するためには、まだ試行錯誤が必要とのことである。全体的な投資効果については、通年稼働をおこない、一定の期間を経たのちの判断が必要となるだろう。

イオンモールは民間施設であり、公共施設ではないが、まちづくりの視点から市も関与し、多くの市民が集う公共的な性格を有している。

エネルギーマネジメントを適切に実施することにより、その効果が一層発揮されることが期待されている。

2. 複数施設におけるエネルギーマネジメント

～万博スマートコミュニティ～

(1) 万博スマートコミュニティの概要

昭和45年（1970年）に開催された大阪万博の跡地である万博記念公園の中に、平成27年11月、複合施設「EXPOCITY」が開業した。約17万㎡の敷地に、体験型のミュージアムや大型のショッピングモールが集積している。また、同年9月には、隣接して、Jリーグ「ガンバ大阪」のホームスタジアムとなる「市立吹田サッカースタジアム」が完成している。

万博スマートコミュニティは、この「EXPOCITY」（以下エキスポシティ）と「市立吹田サッカースタジアム」をひとつの受電設備を介して接続し、ピークカット対応など様々な電力需要に対応するとともに、災害時に地域の防災施設となるサッカースタジアムの長期の自立性を得ようとするプロジェクトである。

平成23年にエキスポシティ（三井不動産株）と市立吹田サッカースタジアム開発計画がそれぞれスタートするが、大規模複合商業施設とサッカースタジアムとのエネルギーの面的活用に着目した関電が、エネルギーマネジメントに対する提案をおこない採用されることとなった。

この取組みは、平成24年に経産省「スマートコミュニティ構想普及支援事業」に採択され、平成26年には、環境省「自立・分散型低炭素エネルギー社会構築推進事業（平成30年度まで）」にも採択されるなど、先進的な取組みとして注目されている。

(2) 複数施設のエネルギーの面的利用

地域冷暖房や清掃工場の廃熱を利用した温水プールの事例など、複数施設によるエネルギーの利活用事例は、多くは無いが存在する。今回のプロジェクトは、エキスポシティとサッカースタジアムの間で電力を融通する仕組みを構築し、エキスポシティの太陽光発電の電力を両施設で面的に利用するものである。

エキスポシティ内にエネルギーセンターを設置して特高受電でおこなう一方、高圧線をエキスポシティとサッカースタジアムの間の道路の地下に敷設し、相互の電力融通を可能としている。これは、両者の建設工事と同時期に工事をおこなうことで、実現することが出来た。

エキスポシティとサッカースタジアムにはそれぞれ非常用発電機が装備されており、系統電力からの

受電が不可能になった場合には、個々に対処できるようにしているが、被災が長期化した場合は、エキスポシティからサッカースタジアムに電力供給がなされる。これにより、地域の防災施設となっているサッカースタジアムは、長期間その機能を支えることができる。

〈再生可能エネルギーの活用〉

エキスポシティの中の「ららぽーと」の屋上には太陽光パネル（106kW）が設置されており、蓄電池（168kWh）と組み合わせることにより、ピークカット対応できるようになっている。太陽光発電を活用することで、施設全体の省エネ・省CO₂を目指している。

〈自立電源の可能性〉

太陽光発電は、通常時以外にも非常時に活用され、非常用発電機の燃料抑制に使われる計画である。エキスポシティの被災対応は、集客施設として必要とされる範囲の短時日の一時的なものとして想定されているが、サッカースタジアムは救援物資

の集積所等にもなる地域の防災施設としての活用が見込まれており、被災が長期化した場合は、エキスポシティの太陽光発電システムからサッカースタジアムに電力が融通され、その機能を維持する計画である。

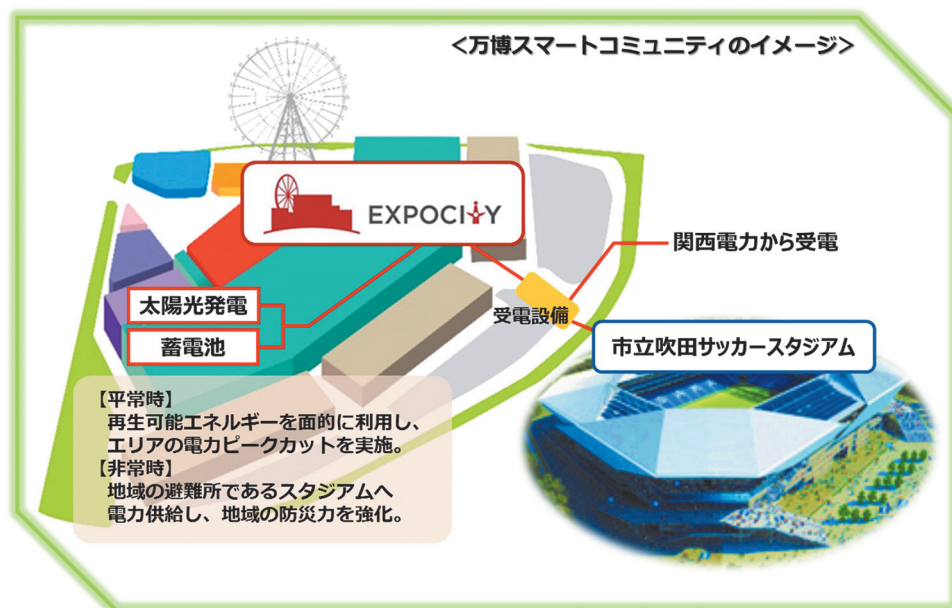
(3) 課題等

現状の太陽光発電量は全体消費の数パーセントに過ぎない。「ららぽーと」の屋上等に、太陽光パネルの設置余地がまだあることから、効果の検証をおこなった上で、発電量の増加につながる太陽光パネルを増設することも可能と思われる。

今回は、開発前段階から一体的な開発で検討が進んだことで、仕組みの構築が可能になった。今後、後付けで電力融通の検討をおこなうには、事前に電力会社と需要場所の考え方について十分に協議しておく必要がある。

まちづくりの視点で考えた場合、地域におけるエネルギー面での自立は、資金の地域外への流出を抑

(図表6) 万博スマートコミュニティのイメージ



(資料) 関西電力(株)



(写真3) 太陽光発電パネルと蓄電池
(筆者撮影) 右手前が太陽光発電パネル。その奥、観覧車の手前が蓄電池。

制することとなり、経済面での効果が大きい。地域におけるエネルギー効率を考え、単体施設ではなく複数施設の連携ならびにネットワークによる活用をおこなうためのエネルギーマネジメントについては、公共施設マネジメントと一緒に考えて良いテーマとなるだろう。

より広範なエリアでエネルギーを管理しようとする、スマートシティに向けた取組みも始まっているが、スマートシティと公共施設マネジメントとの連携については、これからの検討課題になりうるだろう。

Ⅲ. 今後に向けた検討

1. 公共施設の複合化とエネルギーマネジメント

地公体において、財政負担の削減は大きな課題であり、公共施設マネジメントを実施する大きな目的の一つとなっている。施設量の削減は分かりやすい方策ではあるが、機能の維持・更新という公共施設マネジメントのもうひとつの目的を考える上では、維持管理運営費も含むLCCによる削減効果の測定が重要になってくる。

今回ご紹介した事例において、LCC削減効果は十分測定できてはいない。しかし、このような削減

の試みを広げていくことは、将来に向けて重要なステップと考えられる。今後の公共施設整備については、財政制約が厳しいことは明らかである。しかし、ニーズのある機能については、長寿命化なども含めて施設整備は必要であり、その時、地域で負担が出来るLCCかどうかで、その事業を実施できるかどうかが決まってくる。

現在、各種データの把握には制約があるが、公会計が本格的に導入されることで、施設毎は勿論のこと、機能別の経費等の把握が可能となることが期待され、LCCについても把握することが容易になるものと考えられる。

LCCの削減により、より充実した機能整備の可能性を検討できるようになると考えると、施設の複合化を進めるに当たって、LCCは住民に対する説明材料となる。例えば、水道光熱費を利用者負担とするような場合、その計算根拠を示すことが出来るようになる。また、民間からの提案を受ける際にも、比較対象とすることが出来る。

今回ご紹介した事例はいずれも新設プロジェクトであるが、様々な取組みの実績が明らかになることで、データが蓄積され、爾後のプロジェクトへの活用が望まれる。2つの事例ともに、国からの各種補助事業として実施されているが、省エネ効果などの成果を出すことによって採算の取れる事業となることが、今後の普及のカギの一つとなる。

2. 具体化の課題

プロジェクトを考える場合に、施設整備費だけでなく、LCCで考える必要性があるといっても、単年度予算主義を原則としてきた公共側は、長期にわたるLCCの把握の必要性に十分な理解があるとは必ずしも言えない。LCCの把握が十分でない状態で、その削減を考えたとしても、十分なメリットが得られるとは限らない。

そのため、LCCを把握し、財政削減につなげていくためには、以下のような課題のクリアが求められる。

○データの管理

公会計の導入が進められているが、そのデータから既存の公共施設の維持管理運営コストが把握できるようにする必要がある。要するに、公共側の負担を増やすことなくLCCを把握するには、公会計と公共施設マネジメントが連動するような考え方の導入が望ましい。特に、長期的なシミュレーションや予算対比が可能なシステムの導入について検討が必要である⁵。

○民間の知恵を引きだす

民間企業にとって、収入を確保する一方経費を抑制して投資の回収を図ることは当然の行為である。民間への期待、あるいは、官民連携事業とする目的を明確化した上で、LCC削減のアイデアについて、民間のノウハウが活用できるようにするには、出来るだけ民間の発想に委ねることが望ましい。

しかし、公共施設マネジメントの出口として官民連携事業を実施する目的は、財政の削減だけではなく、公共機能／サービスを維持・更新することにもある。公共側の責任の範囲、すなわち達成したい公共サービスの水準と使うことの出来る資源を明示した上で、民間側が自由にアイデアを出すことの出来るような環境を整えることが求められる。

今回紹介した2つの事例については、関電がコンサルとして知恵出しに貢献しており、今後の官民連携事業には、公共側に、従来の枠組みにとらわれない民間の様々な知見を結集できるような取組みが求められる。

○地域を挙げた取組み

エネルギーマネジメントを可能にする技術面にお

けるアプローチをおこなっている民間企業は多い。大手企業だけでなく、地域の実情に即したエネルギーマネジメントのアイデアを持っている地場企業も存在する。寒冷地であったり、日照時間に特色があったりという地域の特色を把握し理解しているのは、地場企業であり、地公体は、サウンディング等を活用し、彼らの取組みを引き出す必要がある。

また、地域住民の協力も効果がある。LCCを明確にすることで、その施設の存続に必要な維持管理運営費が明らかになる。一人当たり利用者負担などの算出根拠が出てくることにより、住民の理解が得やすくなり、利用料金の設定もリーズナブルなものとなる可能性が高く、地域住民の費用負担やコスト削減に向けた協力などの地域の負担により、施設を存続出来る可能性も出てくる。

以上の3点は、第1回で示した3つの論点ともシンクロしている。

〈第1回で示した論点〉

論点1：目的の明確化と合理的な意思決定

論点2：地域における公共機能の維持と長期の利用

論点3：地域を挙げた取組み

公共施設を複合化しようとする、自ずと関係者が増えてくる。地公体の中では複数の所管課が関与することになるし、民間企業も関与する業種が多岐にわたることになる。結局、これら関係者が、まちづくりの方向性を共通項として、その中で求められる機能についての共通理解を持つことが良い事業を産むことになるのであろう。そのような視点から考えると、LCCの削減効果を見せてくれるエネルギーマネジメントについては、公共施設等複合化に際して、充分検討すべき事柄と考えられる。

⁵ (株)日本経済研究所では、コンシスト(株)と協働して公共施設マネジメント支援システムの開発をおこなっている。

3. まちづくりに向けた展望

万博スマートコミュニティの事例にみたとおりに、エネルギーマネジメントには、面的な繋がりを考慮し、複数施設を視野に入れることで、より大きな効率性を得られる可能性がある。特に都市防災などを考慮する場合は、災害時に地域内で自立できる施設が複数あることが望ましい。

いわゆるスマートシティでは、エネルギーだけでなく、情報、モビリティについても柔軟性の高いインフラとして整備することが求められる。まちづくりの中で、これらの拠点となるのは、公共施設であり、公共施設マネジメントにおいても、スマートシティ的な考え方が今後必要になってくるかもしれない。

第1回でも指摘しているとおりに、まちづくりと産業振興の両輪で地域の全体像を考えるとすると、その具体的なイメージのひとつとしてスマートシティも視野に入ってくる。

公共施設等複合化の効果を引き出すためのエネルギーマネジメントの取組みは、公共施設マネジメントを介して、より大きなまちづくりの取組みともつながっている。

(参考文献)

藤野研一「堺市鉄砲町地区における下水再生複合利用・万博スマートコミュニティでの取組み」(建築整備士2016年5月号) 2016