公共施設の有効利用に向けた整備・運営のあり方に関する研究
- 大田区の小学校における屋外プールに着目して -

A study on Consolidation and Operation of Public Facilities for Effective Use
- Case Study of Outdoor Swimming Pools at Primary Schools in Ota-ward -

泉あかり*・村木美貴**
Akari Izumi*, Miki Muraki**

Recently, effective use of public facilities within the limited financial resources are highly discussed amongst the local authorities in Japan, because most areas are facing to the declining population and deteriorating local finance. Even outdoor swimming pools can only be used in the limited season, most of primary schools have own ones, and their maintenance costs are negatively affected to the finance. Under this situation, swimming pools can possibly be consolidated to utilize to the indoor pool. However, how we can consolidate/operate pools is an issue. The purpose of this study is to clarify consolidation and operation method for effective use of swimming pools at primary schools. The paper consider the consolidation and operation utilized new indoor pool and existing indoor pool, and public and private partnership. From the analysis, it is possible to reduce expenditure pertaining to maintenance and updating of swimming pools. However we should consider future demand of use of swimming pools and update the time of existing pool renewals.

Keywords: Public Facilities, Optimal Location, Local Government Finance, Public and Private Partnership
公共施設, 最適配置, 都市財政, 官民連携

1．はじめに

我が国では、現在公共施設(1)の維持更新のあり方が大きな課題になっている[1)]。それは、高度経済成長期に集中的に整備された公共施設が一斉に更新時期を迎えるためである[2)]。一方、地方自治体は、生産年齢人口の減少と高齢化による社会保障関連費等の増大により、財政状況の悪化が懸念されており、公共施設の維持更新に対して十分な財源の確保が困難と予想されている[3)]。こうした課題に対処するため、地方自治体は、公共施設の総量を削減し、維持更新に係る費用負担を軽減しつつ、公共サービスの維持に向けて施設の有効利用を模索している[4)]。

ところで、現在全国の約 7 割の小学校施設で設置されている屋外プールは[5)]、その利用が夏季にとどまるため、維持更新に関わる非効率な財政支出が指摘されている[6)]。そのため、地方自治体によっては、年間利用可能な屋内プールの小学校施設への設置と複数校での共同利用を検討する動きもみられる[7)]。また、屋内プールは、授業時間外の開放により地域住民の利用も期待される[8)]。そのため、民間事業者への運営委託により更なるサービス向上と財政負担の軽減が可能とされ、学校プールの整備・運営に官民連携の導入が検討されている[9)]。

これまでのところ、学校施設の有効利用に向けては、小学生の歩行負担を考慮し学校統廃合の配置計画を検討したものや[10)]、小学校施設の余裕教室の活用実態から市民集会施設機能の複合化に向けた条件を論じた研究[11)]がある。しかし、学校施設の有効利用に向け、時間軸に沿った維持更新とそれに合わせた官民連携の導入を検討し、財政支出に対する効率的な整備・運営のあり方を論じたものはみられない。

そこで、本研究は小学校プールの有効利用に向けた整備・運営のあり方を明らかにすることを目的とする。具体的には、小学校プールの集約化に伴う整備・運営形態が維持更新費用に与える影響を評価し、学校プールの効率的な維持更新のあり方を検討するものである。本研究の成果が、今後、学校施設の整備・運営のあり方を検討する際の一助となることが望まれる。

尚、本研究は、学校施設の老朽化による公共の財政負担の増加が課題となっている東京都大田区を対象とする[12)]。

2．学校プールの整備・運営の方向性

ここでは、我が国における公共施設整備の方針を把握するとともに、大田区の現状から学校プールの有効利用に向けた方針を明らかにする。

2−1. 我が国における公共施設整備の実際

我が国の公共施設整備に関わる主な計画を見ると、老朽化が進む公共施設は、統廃合や適正配置の検討により維持更新費用の削減が求められることがわかる(表 1)。特に、国は各自治体に対し、将来の施設需要や保有量を考慮した学校施設の配置検討を推進している。そのため各自治体は、都市規模に関わらず、学校施設の維持更新を含む費用の削減が必要といえる。

表 1) 公共施設整備に係る主な計画

計画名	年次	策定主体	内容
インフラ長寿命化基本計画	2013	国土交通省	老朽化が進む公共施設の維持管理費用の縮減
公共施設等総合管理計画	2014	各自治体	公共施設の統廃合と官民連携の活用
インフラ長寿命化計画（行動計画）	2015	文部科学省	学校施設の老朽化を背景とした複合化や適正配置の検討
学校施設の長寿命化計画	2017	各自治体	将来の施設保有量や更新費用を考慮した配置検討

資料）参考文献 13)～16)

2−2. 大田区の学校プールの現状

大田区は、小学校 59 校すべてに屋外プールを設置している。大田区の小学校におけるプールの現状を把握するため、学校プールの築年数を見ると、耐用年数である 30 年[17)]を超えた学校プールは、全体の半数以上(2)を占めていることが明らかとなった。

ここで、大田区で定めた「大田区公共施設等マネジメント今

* ：学生会員　千葉大学大学院融合理工学府　(Graduate School of Science and Engineering, Chiba University)
**：正会員　千葉大学大学院工学研究院　(Graduate School of Engineering, Chiba University)

後の取り組み(2017)」より、公共施設の維持更新に向けた方針を見ると、公共施設全体の更新費用の増大が懸念される中、学校プールのように類似機能や小規模な施設が各所に存在する施設は、集約化による総量削減が必要と位置付けられる。また、公共施設の維持更新にあたり、施設の整備・運営に官民連携の導入促進を試みている。

以上より、老朽化が進む大田区の屋外プールは、集約化と官民連携の導入による有効利用の検討が必要といえる。

3．時間軸を考慮した学校プールの集約化とその配置

ここでは、更新年度を考慮した学校プールの集約化を検討し、学校プールの維持更新に係る公共の費用負担軽減に向けた段階的な利用形態を明らかにする。

3−1. 集約化に向けた将来のプールの利用需要

現在大田区の各小学校は、屋外プールの全ての利用可能日で水泳授業を計画している。一方、学校プールの集約化では、複数校での共同利用により、現状の水泳授業数の確保が困難となる場合も考えられる。そのため、各小学校の将来クラス数に応じた年間の必要水泳授業数を以下の手順で把握し、集約化において必要な水泳授業数の確保を検討する(図 1)。①将来人口推計を用いた年少人口の推計（表 2)、②年度ごと、小学校ごとのクラス数算出[4]、③年度ごと、小学校ごとの水泳授業回数の算出。

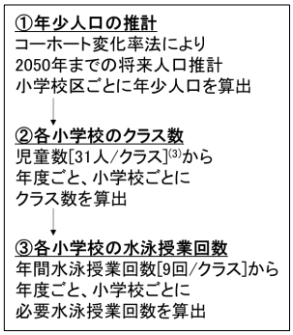


図 1)必要水泳授業回数算出のフロー

表 2) 将来人口推計に用いたデータ

名称	出典
男女・5歳階級別人口	2010年、2015年 国勢調査
年齢別コーホート変化率	男女・年齢別人口より算出
婦人子供比	2015年の15-49歳女性に対する男女別0-4歳人口
補正に利用した将来推計人口	大田区　18地区別人口推計結果(2010年基準)

3−2. 学校プールの集約パターン

学校プールの集約化は、小学校に新設する屋内プールと既存の区民屋内プールの利用を想定し、表 3 で示す 2 パターンを検討する。尚、プールを廃止しない学校は、自校の屋外プールを利用継続することとする。

表 3) 学校プールの集約パターン

集約パターン	屋外プールの廃止に伴い利用するプール
新設パターン	いずれかの小学校に新設する屋内プール
新設・区民パターン	いずれかの小学校に新設する屋内プールもしくは区民屋内プール

ここで、表 4 の設定条件を用いて、各屋内プールで年間受け入れ可能な水泳授業回数を把握する。

(1)新設屋内プール：どの小学校に設置しても同規模であり、その面積等は現在の屋外プールの平均値と同程度とする。

表 4) 水泳授業に係る設定条件

項目	設定条件
1日の平均授業時数	4.7時数/日
水泳授業1回分の時数	2時数/回
小学校の年間授業日数	200日/年
水泳授業1回の参加クラス数	2クラス/回

資料)文部科学省(2015)「小学校の標準授業時数について」より 1 日の平均授業時数、文部科学省(2003)「教育課程の基本的な枠組み」より年間授業日数を設定。他 2 項目は大田区へのヒアリングより設定。

①1 日の平均授業時数を水泳授業 1 回分の時数で除することで 1 日の水泳授業可能回数[2 回/日]を算出。②1 日の水泳授業可能回数に小学校の年間授業日数を乗ずることで年間の水泳授業可能回数[400 回/年]を算出。③水泳授業 1 回の参加は 2 クラスであることから、年間受け入れ可能な水泳授業回数は、1 クラスずつ授業を行う場合の 2 倍として換算。

(2)区民屋内プール：大田区内には区民屋内プールが 4 施設存在する。各施設の年間受け入れ可能な水泳授業回数は、プールの容量設定に取り組む先行自治体[5]を参考に以下の手順で示す。①各区民屋内プールの利用者実績[6]から、授業利用が想定される[平日・個人利用日]の現在利用者数を年間で合計。②利用者の 1 年に対する 1 日あたりの集中率を算出。③施設ごとに年間利用者数、平均集中率[2.5%]、同時滞在率[60%]を乗ずることで同時最大利用者数を算出。④同時最大利用者数に 1/5 を乗じ、最大の同時遊泳者数を算出。⑤1 人あたりの専有面積を[3.0 ㎡/人]とし、各プールの水面積から同時遊泳者の専有面積の合計を除くことで各施設の余剰水面積を算出。⑥クラス平均児童数[31 人]を用いて同時利用可能クラス数を算出。⑦各施設では 1 日 1 回の水泳授業が可能とし、同時利用可能クラス数に各施設の年間利用可能日数を乗じて年間受け入れ可能な水泳授業回数を算出。

以上より、新設屋内プール、区民屋内プールの年間受け入れ可能授業回数を表 5 のように設定する。そして、屋内プールを利用する小学校の需要の合計が、これらの受け入れ可能授業回数以下になるよう集約化を検討する。

表 5)各施設の年間受入可能授業回数

利用を想定する屋内プール		年間の受け入れ可能授業回数
(1)新設屋内プール		800
(2)区民屋内プール		
施設名	平和島公園プール	704
	東調布公園プール	388
	萩中公園プール	224
	矢口区民センター温水プール	264

3−3. 更新年度を考慮した学校プールの集約化

学校プールの集約化は、バスでの移動を想定するため、他の授業への影響を考慮し、休み時間内で移動可能な距離の条件設定を行う。移動距離の算出にあたり、休み時間は小学校の平均授業間隔[10 分][18]を採用し、以下の計算式を用いて移動可能な距離を設定する。

[授業間隔の時間内で移動可能な直線距離]
=[東京都の平均旅行速度[7]]×[10 分]×[道路直線比[8]]
=20.8[km/h]/60×10[分]×1.3 ≒ 2.67[km]

次に、集約化に向けた目的関数の設定を行う。集約化は、計画期間である 2020 年から 2050 年までの公共の費用負担の合計額が最小化するよう検討する。まず、新設パターンにおいて、公共が負担する費用を式(1)から(4)で示す。

$$c_{\text{const}} = \sum_{i\in I}\sum_{j\in J} \text{const}^i z^i_{j,t} \tag{1}$$

$$c_{\text{main}} = \sum_{i\in I}\sum_{j\in J} (\text{repair}^i q^i_{j,t} + \text{main}^i y^i_{j,t}) \tag{2}$$

$$c_{\text{abolish}} = \sum_{i\in I}\sum_{j\in J} \text{abolish}^i v^i_{j,t} \tag{3}$$

$$c_{\text{trans}} = \sum_{k\in K}\sum_{j\in J} (\text{trans}_{k,j} x_{k,j,t} + y^{\text{nai}}_{j,t}\text{bus}) \tag{4}$$

式(1)は、プールの規模毎の建設費を表す。新設屋内プールの場合は新設費、既存の屋外プールの場合は改築費がプール数に応じて発生する。式(2)は、プールの規模毎の維持管理費を表す。

維持管理費には、築年数に比例する修繕費と一定の維持費が含まれる。式(3)は、プールの規模毎の解体費を表す。尚、新設屋内プールの場合、計画期間内の改築は想定されず、既存の屋外プールの解体費のみ考慮する。式(4)には、新設屋内プールへの移動に伴うバス本体の購入費、維持費、そして移動距離に比例する燃料費が含まれる。

新設・区民パターンでは、式(4)に代わり、式(5)を適用する。これは、新設屋内プールに加え、区民屋内プールへの移動に係る費用を考慮したものである。さらに、新設・区民パターンでは式(6)を追加し、区民屋内プールを利用する小学校の児童数に応じた利用料金を含める。

$$c_{\text{trans}} = \sum_{k\in K}\sum_{j\in J}(\text{trans}_{k,j}x_{k,j,t} + y_{j,t}^{\text{nai}}\text{bus} + \text{transKumin}_k w_{k,t} + c_t\text{bus}) \quad (5)$$

$$c_{\text{kumin}} = \sum_{k\in K} w_{k,t}\text{usecost}_{k,t} \quad (6)$$

本研究では、以上の式をパターン毎に各年で合計し、社会的割引率4%[19]で現在価値化する。そして、新設パターンでは式(7)、新設・区民パターンでは式(8)の目的関数を最小化するような整数計画問題を考える[20]。

$$\min_{x_{k,j,t},y_{j,t}^i,q_{j,t}^i,v_{j,t}^i,z_{j,t}^i} \sum_{t\in T}\beta^t(c_{\text{const}} + c_{\text{main}} + c_{\text{abolish}} + c_{\text{trans}}) \quad (7)$$

$$\min_{x_{k,j,t},y_{j,t}^i,q_{j,t}^i,v_{j,t}^i,z_{j,t}^i,w_{k,t},c_t} \sum_{t\in T}\beta^t(c_{\text{const}} + c_{\text{main}} + c_{\text{abolish}} + c_{\text{trans}} + c_{\text{kumin}}) \quad (8)$$

尚、式(1)−(8)の目的式で用いる記号と意味を表 6 に示す。

表 6) 目的式で用いる記号と意味

	記号	意味
インデックス	i	利用するプールの規模 (新設屋内プール：nai、屋外プール：gai)
	t	計画期間(1〜30年)
	k	プールを利用する小学校(59校)
	j	プールを配置する小学校(59校)
変数	$x_{k,j,t}$	t期に小学校 kが 新設屋内プールのある小学校 jを利用するか ∈{0,1}
	$y_{j,t}^i$	t期に規模はjに存在するか ∈{0,1}
	$q_{j,t}^i$	t期の小学校 jの規模 iの築年数
	$v_{j,t}^i$	t期に小学校 jの規模iを廃止するか ∈{0,1}
	$z_{j,t}^i$	t期に小学校 jに規模 iを建設するか ∈{0,1}
	$w_{k,t}$	t期に小学校 kは区民屋内プールを利用するか ∈{0,1}
	c_t	t期に区民屋内プールは利用されるか ∈{0,1}
設定条件	$const^i$	規模iの建設費
	$repair^i$	規模iの修繕費
	$main^i$	規模iの維持費
	$ablish^i$	規模iの解体費
	$trans_{k,j}$	小学校 kから小学校 jまでの燃料費
	$transKumin_k$	小学校 kから区民屋内プールまでの燃料費
	$usecost_{k,t}$	t期に小学校 kが区民屋内プールを利用する場合の料金
	bus	移動用バスに必要な年間費用 (車両購入費/耐用年数＋人件費＋維持費)
	β	現在価値化のための係数(1/1.04)

以上の定式化した問題を IBM 社の CPLEX Optimization Studio を使用して最適化計算を行う。尚、本研究では既存の地区割を考慮し大田区の 4 地域別に集約化を検討した。

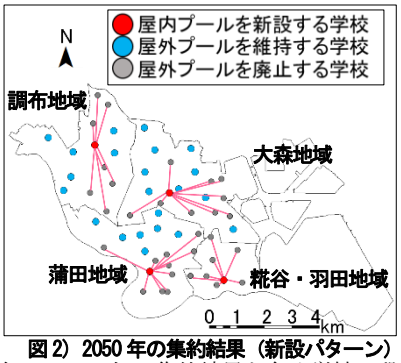


図 2) 2050 年の集約結果（新設パターン）

その結果、パターン毎に 2050 年の集約結果と各小学校の段階的な利用形態が明らかになった。ここでは、新設パターンの集約結果のうち 4 地域の結果（図 2）と大森地域の利用形態（表 7）を示す。結果より、屋内プールに近い小学校でも集約化されず、屋外プールを維持する学校が存在することが分かる。屋内プールに集約された小学校は、年間の必要水泳授業回数が少ない学校が多かったことから、費用負担軽減を目的とした集約化は、学校間の距離のみならず、将来の需要の考慮が重要であると明らかになった。また、各小学校の利用形態を見ると、一定数の小学校では、耐用年数の 30 年を待たず屋外プールが廃止され、屋内プールに集約されることが分かる。各小学校の屋外プールは、築年数が異なり、更新のタイミングによっては非効率な改築費、維持費が発生することから、地域全体の費用削減に向けては、集約化に併せた適切な更新時期の設定が重要と明らかになった。

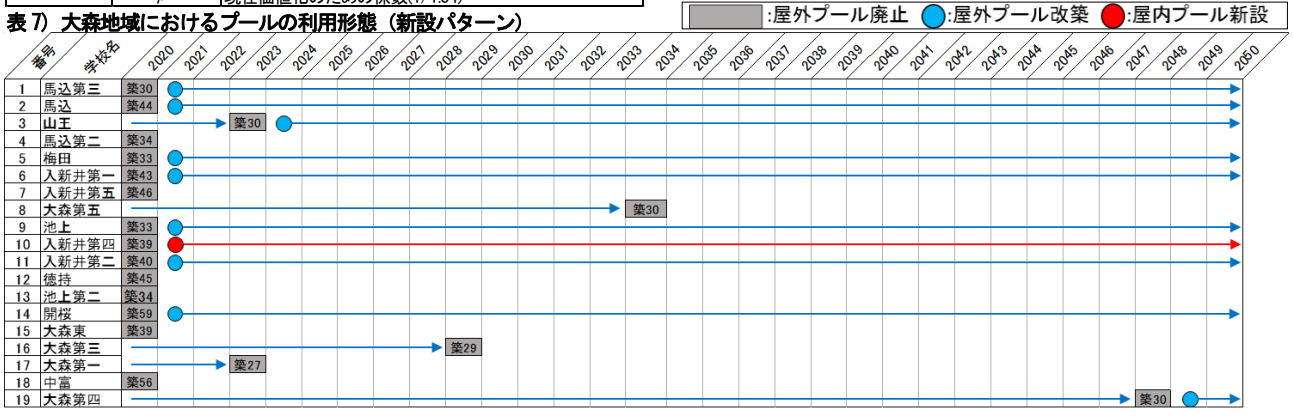
4．学校プールの有効利用に向けた整備・運営のあり方

ここでは、学校プールの集約化に伴い新設する屋内プールの整備・運営に官民連携の導入検討を行い、学校プールの集約化とそれに合わせた官民連携の導入が学校プールの維持更新費用に与える影響を評価する。

4−1. 新設屋内プールの整備・運営における官民連携

官民連携手法は、整備・運営各段階の主体を考慮した 4 パターンと、一般開放の有無を考慮した 2 パターンを組み合わせ、全 8 通りのシナリオを設定した。そして、整備・運営の両段階を公共が担い、一般開放しない基準のシナリオに対し、他 7 通りのシナリオの公共の費用負担を表 8 の設定条件を用いた簡易シミュレーション[9]で比較検討する。検討の結果、基準のシナリオに対し、屋内プールの整備・運営の両段階を民間に委託し、一般開放を行う場合、最も公共の費用負担が軽減されると明ら

表 7) 大森地域におけるプールの利用形態（新設パターン）



かになった(表 9)。

表 8) 官民連携の設定条件

項目	設定内容
整備費	従来型手法より10%削減
運営費	従来型手法より10%削減
一般開放による利用者料金収入	現在の区民屋内プールの日平均利用者数を新設屋内プールに面積換算し年間授業日数200日と区民屋内プールの利用料金実績値を乗ずる

表 9) 各整備・運営シナリオにおける公共の費用削減率

シナリオ	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
整備主体	公	公	公	民	民	民	民
運営主体	公	民	民	公	公	民	民
一般開放	あり	なし	あり	なし	あり	なし	あり
費用削減率(%)	17.263	-3.912	15.077	4.841	22.103	5.928	24.92

※費用削減率が最大となるシナリオに網掛け

4−2. 学校プールに係る公共の費用負担軽減効果

ここでは、学校プールの集約化とそれに合わせた官民連携の導入による公共の費用負担軽減効果を明らかにする。

まず、従来の維持更新手法により、計画期間内で発生する公共の費用負担を算出する。次に、学校プールを集約化する場合の維持更新費用を求めるため、集約結果で明らかになった維持更新費用を区全体で合計する。最後に、各集約パターンにおいて、新設する屋内プールの整備・運営に官民連携を適用し、維持更新に係る公共の費用負担を区全体で算出する。その際、官民連携手法には、最も公共の費用負担が軽減すると想定された、民設民営かつ一般開放の導入を想定する。

その結果、従来の維持更新手法と比較してどの維持更新方法でも公共の費用負担が軽減されることが明らかになった(図 3)。特に、集約化により費用負担は大きく軽減し、官民連携の導入により更なる費用負担の軽減が可能と明らかになった。したがって、学校プールの有効利用に向け、集約化とそれに合わせた官民連携の導入は、公共の費用負担軽減の点から効果的であり、従来型維持更新と比較し、最大で約 33%の費用削減が可能と明らかになった。

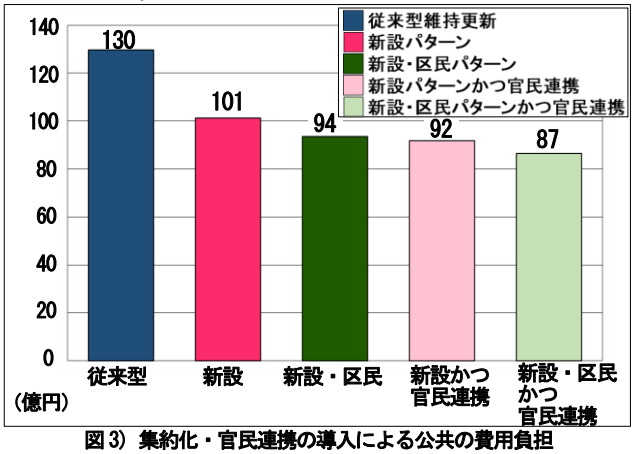


図 3) 集約化・官民連携の導入による公共の費用負担

5. おわりに

本研究より明らかになった点を踏まえ、今後、学校施設の有効利用に向けては以下の点が必要と考える。

(1) 学校施設機能の集約化における将来の利用需要や更新年度の考慮

本研究では、新設屋内プールや既存の区民屋内プールを活用することで、学校プールの集約化が可能であり、学校プールの維持更新費用は軽減すると示された。その際、集約化の結果には、学校間の位置関係だけではなく、各小学校の将来の児童数やプールの更新年度が影響を与えることが明らかとなった。したがって、学校施設の有効利用に向けては、将来の利用需要や施設の更新年度を考慮することで、より効率的な維持更新が期待でき、施設の総量削減による公共の費用負担軽減が可能といえる。

(2) 学校施設整備・運営における官民連携の導入検討

研究を通して、集約化と合わせた官民連携の導入は、民間の事業性を確保しつつ、プールの維持更新費用削減に寄与すると示された。したがって、今後学校施設の有効利用に向けては、民間と連携した施設整備に加え、一般開放等による柔軟な運営形態の検討が必要といえる。

ただし、実際の学校施設整備を想定すると、集約化による授業カリキュラムの再構築や一般開放による具体的な利用者予測などの検討が必要であり、これらの考慮は整備・運営の実施決定に大きな影響を与える。そのため、これらの詳細部分の検証については今後の課題としたい。

【補注】

(1) 本研究では公共施設再配置を扱うにあたって、道路や上下水道などのインフラを除く、公民館や小中学校など建物施設を対象とする。
(2) 大田区へのヒアリングにより小学校プールの築年数を把握。
(3) 大田区(2017)「大田区の教育概要」から 1 クラスの児童数平均を算出。
(4) 日進市等の自治体が小地域の人口推計を用いる同様の手法で将来のクラス数推計に取り組んでいる。
(5) 川越市が都市公園技術標準解説書に基づき、施設の規模や利用者数を考慮した同様の手法で温水プールの規模算定に取り組んでいる。
(6) 小学校の水泳授業の実施が想定される平日・個人利用日の利用者実績を採用。尚、実績年度は平和島公園プール:2015 年度、他 3 施設:2016 年度。
(7) 平成 27 年度全国道路・街路交通情勢調査より、東京都(特別区)の一般国道計, 昼間 12 時間, 時間平均旅行速度を採用。
(8) 森田匡俊・鈴木克哉・奥貫圭一(2014)「日本の主要都市における直線距離と道路距離との比に関する実証的研究」Theory and Applications of GIS, 2014, Vol. 22, No. 1, pp. 1-7 より主要都市の平均値を採用。
(9) 官民連携手法による公共の費用削減率比較のため、内閣府(2016)「PPP/PFI 手法導入優先的検討規程策定の手引き」を基に簡易シミュレーションを行う。

【参考文献】

1) 国土交通省(2013)「平成 25 年度国土交通白書」
2) 国土交通省(2013)「インフラ長寿命化基本計画」
3) 総務省(2012)「公共施設及びインフラ資産の将来の更新費用の比較分析に関する調査結果」
4) 総務省(2014)「公共施設等総合管理計画の策定にあたっての指針」
5) 文部科学省(2015)「体育・スポーツ施設現況調査」
6) 泉南市公共施設等最適化推進委員会(2016)「泉南市公共施設最適化検討　プール事業の整理・民営化」
7) 府中市(2017)「学校施設の更なる活用と地域プールの見直しに係る基本方針」
8) 文部科学省(2017)「学校施設の長寿命化計画策定に係る解説書」
9) 文部科学省(2015)「学習環境の向上に資する学校施設の複合化の在り方について」
10) 北村幸定(2007)「歩行負担と資産価値を考慮した学校再編計画に関する研究」都市計画論文集 No. 42-3, pp853-858
11) 川野紀江・村上心・恒川和久・柴田美里(2016)「市民集会施設機能の小学校施設での受入れに関する研究」日本建築学会計画系論文集第 81 巻第 726, pp1755-1763
12) 大田区(2017)「大田区公共施設等マネジメント今後の取り組み」
13) 前掲書 2, p1　14) 前掲書 4, p1
15) 文部科学省(2015)「インフラ長寿命化計画(行動計画)」, p10-11
16) 前掲書 8, p7, p43
17) 総務省(2007)「新地方公会計制度実務研究会報告書」p123
18) 文部科学省(2016)「小学校の教育課程に関する基礎資料」p45
19) 国土交通省(2009)「公共事業評価の費用便益分析に関する技術指針(共通編)」p5
20) 大窪和明・奥村誠・吾妻樹(2014)「更新・廃止計画のための多時点最適施設配置モデル」土木学会論文集 D3, Vol. 70, No. 5, I_211-I_220