多目的競技施設の洗面所における衛生器具適正個数算定法に関する研究

その2 器具数算定モデルによる野球およびサッカー競技開催時の適正個数算定

A STUDY ON THE ESTIMATION OF THE OPTIMUM NUMBER OF THE FIXTURES
IN THE LAVATORY OF THE MULTI-PURPOSE STADIUM

Part 2 Estimation of the optimum number of the fixtures and evaluation during events

浅野 良晴*, 岩田 仁**, 中野 民雄***

Yoshiharu ASANO, Hitoshi IWATA and Tamio NAKANO

The objective of this paper is to verify the fundamental theory of estimating the optimum number of fixtures when constructing lavatories in multi-purpose stadium and to show that it can be adapted effectively for multi-purpose stadium by calculating the appropriate number based on the past result of the investigation. Then the following conclusion was obtained.

1. In order to use a result of survey as a fundamental data, we have added men and women ratio of mother group and arrival rate to the statistics.
2. Using arrival rate, we have estimated the number of the fixtures by models. We have used arrival rate at 95% and 99.5% of a coefficient of trust. By using 99.5% estimation, there were too many fixtures needed. In this paper, we have used the 95% as the standard value.
3. After estimating the number of the fixtures with consideration of the moved range of the men and women ratio of the mother group, we could estimate then more accurately.

From the above, we have concluded that adapting neural network model enabled the estimation of the optimum number of the fixtures for lavatories in multi-purpose stadium.

Keywords : multi-purpose stadium, lavatory, arrival rate, mother group, men and women ratio

多目的競技施設, 洗面所, 到着率, 母集団, 男女比

1. 研究の背景と目的

これまで、事務所建築等の任意利用形態の洗面所に関しては、数多くの検討がなされ、幾つかの衛生器具適正個数算定法が提案されている。それに対して、使用者により集中利用が成される限定利用形態の洗面所に関しては、紀谷等^{(1)~(4)}、村川等^{(5)~(7)}によりいくつかの器具数算定法⁽⁸⁾が提案されてはいるものの未だ確立するには至っていない。特に多目的競技施設の洗面所の適正個数算定に関する研究は数少なく、その使用状況の変化は十分に明らかにされてこなかった。そのため、設計時において器具数の決定には困難を伴うのが現状である。

著者等は既報^{(8)~(11)}においていくつかの多目的競技場及び専用競技場でプロサッカー及びプロ野球の試合が行われた際の洗面所利用実測調査を行い、観客者による衛生器具の使用状況を明らかにしてきた。それにより多目的に競技施設が使用される場合、その開催内容により母集団の男女比が変化するため、集中利用が起こる発生回数や時間帯が変化したり、到着率が変動することを確認した。さらに、この集中利用時に発生した待ち行列が洗面所の外にまで拡張して、休憩時間に用を足せないことや、通行者の妨げになるなどして観戦者の本来の目的である試合観戦に影響を及ぼすこともあり施設利用

者の不便となっていることを明らかにした。また、従来想定されてきた男女比を大きく上回る女性観戦者の入場により、女子洗面所における器具不足は深刻な問題となっていた。こうした現象は比較的最近に施工された多目的競技施設においても、このように変化する使用状況に対応できない場合は、器具数不足が見込まれる。今後の競技施設の建築計画が、使用するように、多目的競技施設の適正器具数算定法を確立することは急務であると考えられる。

これらの問題を解決するためには、従来の最大待ち時間を尺度とするだけでなく、待ち行列が拡張していく場合において最大待ち人数を尺度とした器具数算定法を明らかにする必要がある。前報⁽¹²⁾では待ち行列が拡張していく場合における器具数算定法を確立することを目的とし、器具利用シミュレーションを実施することにより待ち行列が拡張していく状態を把握し、その結果に基づいて最大待ち人数を尺度とした適正器具数推定モデルをニューラルネットワークにより構築した。構築したモデルによる必要器具数の推定結果と実際の競技場における利用状況を対比させて検討した結果、モデルの適用の可能性を示した。

以上の結果を発展させ、本論文では、既往の調査^{(8)~(11)}により得られた基礎資料に対し統計処理を加え、これらを器具数算定の一般的

* 信州大学工学部社会開発工学科 教授・工博

** NTT ファシリティーズ 工修

*** 信州大学工学部社会開発工学科 大学院生

Assoc. Prof., Dept. of Architecture and Civil Engineering, Faculty of Eng., Univ. of Shinshu, Dr. Eng.

NTT Power and Building Facilities Inc., M. Eng.

Graduate Student, Dept. of Architecture and Civil Engineering, Faculty of Eng., Univ. of Shinshu

な問題に対して利用しうるものとする。また、前報で示した「待ち行列が拡張する場合」の器具数算定理論に基づき、これらの基礎資料を使って器具数算定モデルを構築し、多目的競技施設の適正個数算定方法を示す。これにより各競技内容毎の適正器具数算定を行うことが可能となり、今後の設計資料として重要な位置を成すものとする。

2. 「待ち行列が拡張する場合」の器具数算定法

多目的競技場の洗面所の利用の仕方の中で、最も大きな特徴は限られた時間に集中利用が起こるという点である。野球試合開催時には攻守交代時に、サッカー試合開催時には休憩時間に洗面所において大きな集中利用が行われる。この際、トラフィック密度が1以上、つまりサービス率よりも到着率が大きい状態になるため、発生する待ち行列は減少せずに拡張していくことになる。

通常の待ち行列理論における平均到着率は、ある程度長い時間内での平均であり、トラフィック密度が1より小さい。その場合であっても1人の利用時間がたまたま長くなるケースが連続すると待ち行列が発生する。しかし、長い時間内では平均利用時間に従って利用されることから、待ち行列は解消する。集中利用時の待ち行列が拡張する場合に待ち行列理論を適用して器具数算定を行うのには無理がある。こうした待ち行列が拡張する場合に適正器具数算定を行う方法としてはシミュレーションによる方法を発展させて使用することが指摘されている。^{①～④}

また、前報でも述べたが、器具数算定を行うに際しては、待ち人数の上限を設定する方法と、待ち時間の上限を設定する方法の2通りの方法がある。前者は発生した待ち行列から使用者が立ち去る事例が起こりにくい場合に適用できる。それに対して後者は、使用者が待ち行列から立ち去るという事例が考えられる場合に適用できる。既往の実測調査結果^{⑤～⑪}では、調査対象洗面所で待ち行列が発生した際、使用者が列から立ち去る現象は殆ど見られなかった。この要因としては、各洗面所でも同程度の待ち行列が発生していたため使用者が他の洗面所に移動することがなかったことに加えて、休憩時間中に洗面所を使用しなければ試合観戦の妨げになるからである。また、待ち行列が洗面所外部のコンコースにまで拡がり、通行者の邪魔になることから、待ち人数をどこまで許容するかを設計者は考えなければならない。これらのことを踏まえ、最大待ち人数を尺度とした器具数算定法を明確にする必要があると考える。そこで、前報¹²⁾ではモンテカルロ法を用いて洗面所に使用者が集中した時に発生する待ち行列の最大待ち人数を算出するシミュレーションを行い、その結果を基にニューラルネットワークによる器具数算定モデルを構築した。構築したモデル図を図1に示す。平均到着間隔は、観測時間内で洗面所を利用するために到着する人の総数を想定し、予め算定することができる。従って、設計者は最大待ち人数を変化させて入力し、その場合の器具数を得ることができる。モデルの学習の精度の良さは誤差関数が収束し小さくなれば良いことから、これをもって学習の終了としている。さらにシミュレーション結果とモデルの算定結果の比較、検討を行ったところ、推定した器具数と実際の器具数との誤差が0、もしくは+1に収まったものが98%に達したことによりモデルによる学習がうまく行われたものとする。このような方法により、これまで困難とされてきた待ち行列が拡張する

図1 ニューラルネットワーク図

場合に対して最大待ち人数を尺度とした器具数算定を行うことが可能なものとなる。

3. 実測調査結果の一般化

既報^{⑤～⑪}において筆者等は、多目的競技施設の洗面所での実測調査を実施した。野球試合開催時には3競技場5ヶ所の洗面所を、サッカー開催時には2競技場2ヶ所の洗面所を調査対象洗面所として行った。それにより、各競技開催時の観戦者による洗面所使用状況を明らかにした。これらの調査結果を設計時の基礎資料とし、構築した器具数算定モデルへ適用するために、本節ではこれらの調査結果に統計処理を加え、一般的なものとして扱えるようにしている。

3.1 男女比

調査結果より観客の男女比率は各競技場によって異なっていることが明らかである。それらをまとめて表1に示す。N球場では男女比が67:33と男子の比率が非常に高い。これは、従来より考えられていた野球時における平均的な男女比率（約2:1）であった。これに対して、Fドーム外野では男女比が48:52と女子の比率が男子の比率を上回っている。また、サッカー開催時の男女比は概ね女子の比率の高さが特徴的である。これは、これまで重要視されてこなかった女性の野球、サッカーなどスポーツに対する興味の高さを考慮して男女比を設定する必要があることを表している。そこで、本論文では信頼係数95%で男女比の母平均の区間推定を行った。その結果を表1に併せて示す。これにより、今回の解析対象では男子は51～64%、女子は36～49%の範囲を母平均が移動することが明らかになった。

表1 母集団男女比

開催内容	競技場	男 [%]	女 [%]
野球	Fドーム内野	57	43
	Fドーム外野	48	52
	N球場	67	33
	Tドーム内野	58	42
サッカー	Kスタジアム	55	45
	N競技場	58	42
信頼係数 95%		64	36
信頼係数 -95%		51	49

3.2 到着率分布

調査結果に基づき、各調査対象洗面所の到着率分布を検討する。ここで扱う到着者とは洗面所へ入った人のことである。到着の仕方

の例を図2、および図3に示す。これらは前報でも示しているがプロ野球開催時の各洗面所への到着の仕方であり、プロサッカー開催時の男女各洗面所への到着の仕方である。

野球試合開催中には全ての競技場において数回にわたって集中利用がみられた。これらの集中は主に攻守交代時に発生しており、更に裏の回の攻撃直後に大きな集中がみられた。これは調査対象洗面所が設置されている1塁側がホームチームの応援席である為にホームチームの攻撃終了と同時に席を離れる人が多いことによるものである。この集中時には洗面所内、もしくは洗面所外部にまで発生した待ち行列が及んでいるケースが見られた。このことから野球試合開催時の観戦者による洗面所使用は一部集中型利用であると考えられる。

サッカー試合も同様に使用者による集中利用が見られた。これらは主に試合開始前、休憩時間及び試合終了後の時間帯に発生している。特に休憩時間に発生する集中利用により男子洗面所の到着率は著しく増加している。また、女子洗面所に関しては長大な待ち行列が洗面所外部にまで及び、長時間解消することはなかった。このことからサッカー試合開催時の観戦者による洗面所使用は待時式の限定利用形態として考える必要があることを示している。このような集中利用時に適した器具数を算定するためには、到着率の分布を明確にしなければならない。

1) 野球開催時について

プロ野球試合において集中利用が発生した攻守交代時5分間の平均到着率を各回裏表毎にまとめたものを表2に示す。更にそれぞれを母集団に対して1000人単位で換算したものを表3に示す。競技場によって到着率の分布にばらつきがあるため、1000人単位に換算した到着率に対して分散分析を行い、それらが同一分布に属するかどうかの検定を行った。その結果、男子洗面所はN球場、女子洗面所はFドーム外野の洗面所の到着率分布が棄却された。この2洗面所の到着率が棄却された要因を考察する。本論文ではブロック別に分けられた観客席の利用者が特定の洗面所を利用することを想定して

図2 N競技場洗面所到着率（サッカー開催時）

図3 Fドーム洗面所到着率（野球開催時）

計画されることが望ましいものとする。しかしながら、分散分析結果により棄却された洗面所は、計測中の観察によっても、区分された観客席以外からの利用者の回り込みが多く見られた。これは実際の運用時には多くあることではあるが、本論文の解析には誤差が多くなることから除くことにした。

表2 野球開催時の攻守交代時到着率（実測結果）

	Fドーム 内野		Fドーム 外野		N球場		Tドーム 内野		Tドーム 外野	
	男子	女子	男子	女子	男子	女子	男子	女子	男子	女子
母集団	1,700	1,300	950	1,050	5,000	2,500	4,000	3,000	2,400	1,600
試合前	12.76	7.72			22.12	11.28	30.92	15.84	25.36	11.76
1回表	—	2.76			—	—	—	—	—	—
裏	8.32	—			9.72	4.68	—	7.72	8.00	4.16
2回表	—	3.60			11.12	6.00	—	—	—	—
裏	10.84	3.24			17.40	5.92	20.12	9.84	15.16	4.64
3回表	—	—			19.76	9.56	—	—	—	—
裏	14.88	4.92			31.28	13.52	23.08	13.12	17.96	6.16
4回表	11.04	7.00	—	—	21.72	9.48	—	—	—	—
裏	26.36	8.84	9.40	11.72	35.08	11.04	25.00	12.68	14.84	7.36
5回表	—	—	—	—	28.68	9.16	20.20	—	—	—
裏	18.40	7.64	11.00	6.76	39.60	18.24	45.36	14.56	26.44	8.96
6回表	12.32	5.48	4.80	—	28.28	16.28	—	—	—	—
裏	18.16	7.76	9.00	7.08	26.92	11.04	33.32	14.72	20.68	10.96
7回表	—	8.84	—	—	18.20	11.92	17.16	12.04	—	—
裏	20.60	13.76	11.48	15.80	34.72	20.00	46.16	20.60	23.92	11.64
8回表	15.80	10.96	—	8.76	—	—	—	—	—	—
裏	21.76	11.04	9.12	9.60	26.24	14.56	34.68	19.44	14.44	7.16
9回表	—	6.36	—	—	—	—	18.84	—	—	—
裏	21.44	15.76	—	—	24.04	9.68	47.88	19.40	20.44	12.96
平均	16.36	7.86	9.13	9.95	24.68	11.40	30.23	14.54	18.72	8.58

空白は欠測 ーは集中利用なし 単位：[人/分]

表3 野球開催時の攻守交代時到着率（1000人単位）

	Fドーム 内野		Fドーム 外野		N球場		Tドーム 内野		Tドーム 外野	
	男子	女子	男子	女子	男子	女子	男子	女子	男子	女子
試合前	7.51	5.94			4.42	4.51	7.73	5.28	10.57	7.35
1回表	—	2.12			—	—	—	—	—	—
裏	4.89	—			1.94	1.87	—	2.57	3.33	2.60
2回表	—	2.77			2.22	2.40	—	—	—	—
裏	6.38	2.49			3.48	2.37	5.03	3.28	6.32	2.90
3回表	—	—			3.95	3.82	—	—	—	—
裏	8.75	3.78			6.26	5.41	5.77	4.37	7.48	3.85
4回表	6.49	5.38	—	—	4.34	3.79	—	—	—	—
裏	15.51	6.80	9.89	11.16	7.02	4.42	6.25	4.23	6.18	4.60
5回表	—	—	—	—	5.74	3.66	5.05	—	—	—
裏	10.82	5.88	11.58	6.44	7.92	7.30	11.34	4.85	11.02	5.60
6回表	7.25	4.22	5.05	—	5.66	6.51	—	—	—	—
裏	10.68	5.97	9.47	6.74	5.38	4.42	8.33	4.91	8.62	6.85
7回表	—	6.80	—	—	3.64	4.77	4.29	4.01	—	—
裏	12.12	10.58	12.08	15.05	6.94	8.00	11.54	6.87	9.97	7.28
8回表	9.29	8.43	—	8.34	—	—	—	—	—	—
裏	12.80	8.49	9.60	9.14	5.25	5.82	8.67	6.48	6.02	4.48
9回表	—	4.89	—	—	—	—	4.71	—	—	—
裏	12.61	12.12	—	—	4.81	3.87	11.97	6.47	8.52	8.10
平均	9.62	6.04	9.61	9.48	4.94	4.56	7.56	4.85	7.80	5.36

空白は欠測 ーは集中利用なし 単位：[人/分]

それ以外の洗面所では、到着の仕方は同一分布に属するとみなすことができた。同一分布に属するとみなされた到着率のデータについて正規分布により近似させた。この到着率推定分布を男子洗面所の場合について図4に示し、女子洗面所の場合について図5に示す。更に信頼係数95%～99.5%の範囲での最大値を野球開催時の最大到着率の範囲とみなし、その結果、男子洗面所は13.2～15.8人(分・1000人)、女子洗面所は8.7～10.7人(分・1000人)となった。設計者は、この中から野球時の到着率を設定すれば良いと考える。

2)サッカー開催時について

プロサッカー試合について集中利用が発生したのは試合前半と後半との間にある15分間の休憩時である。実測調査結果^{⑨-⑪)}より男子洗面所の15分平均最高到着率はKスタジアムが25.84人/分、N競技場で26.91人/分であった。同様に女子洗面所ではKスタジアムが12.01人/分、N競技場で6.75人/分であった。サッカーは野球と異なり集中利用が休憩時の一回のみであることやデータの数が十分でないことを考慮し、プロサッカー開催時の洗面所の到着率については分布をとらず、数値の高いKスタジアムの15分平均最高到着率を母集団に対して1000人単位に換算したものを基準値として用いた。その結果、男子洗面所では20.7人(分・1000人)、女子洗面所では10.0人(分・1000人)となった。

3.3 待ち行列の許容範囲

大量の器具を限られたスペースに設置することが難しいため、集中利用時には、洗面所にて発生する待ち行列を完全になくすことは困難である。そこで、ある程度の待ち行列を許容して計画し、運用

図4 男子洗面所到着率分布（野球開催時）

図5 女子洗面所到着率分布（野球開催時）

表4 サービスレベル

レベル	レベルⅠ	レベルⅡ	レベルⅢ
最大待ち人数	器具数×0.5	器具数×1	器具数×2

しなければならない。

洗面所において集中利用時に発生する待ち行列の許容範囲を決定するため、既報^{⑨-⑪)}ではN競技場でのプロサッカー試合及びFドームでのプロ野球試合開催時の到着率に対し、男子小便器と女子便器について器具数算定モデルを構築した。それを用いた算定結果に対して空気調和・衛生工学会で定められているサービスレベル（表4）を適用した。すなわち、プロ野球試合開催時にはサービスレベルⅠ、プロサッカー試合開催時にはサービスレベルⅡとして検討をすすめることとした。

4. 多目的競技施設の適正器具数算定

前節で決定した男女比、到着率、サービスレベルを構築した器具数算定モデルに適用した結果について述べる。野球開催時について表5に示し、サッカー開催時について表6にそれぞれ示す。また、併せて実測調査結果を基にした算定結果を示す。

4.1 野球開催時の必要器具数の算定

野球開催時については、信頼係数95%での推定到着率をそれぞれの母集団に換算した値（以下95%値）を用いた。この場合、Fドーム内野男女、および外野女子の計3ヶ所の洗面所でそれぞれ実測値

表5 野球開催時の適正器具数算定結果

		開催 内容	総母集団 [人]	母集団 [人]	設置 器具数 [個]	到着率 [人/分]	適正 器具数 [個]	観測 時間 [分]	
Fドーム	内野	男	3000	1700	10	26.36	17	5	
						22.44	14		
		女		1300	14	26.86	16		
						15.76	21		
	外野	男		2000	950	27	11.31		14
							13.91		18
		女		1050	28	11.48	6		
						13.20	9		
N球場	内野	男	7500	5000	40	15.80	10		
						15.80	17		
		女		2500	28	9.57	13		
						11.77	15		
	外野	男		7000	4000	28	39.60		19
							66.00		33
		女			3000	23	79.00		39
							20.00		23
Tドーム	内野	男	4000		2400	22	21.75		26
							26.75		36
		女			1600	13	47.88		25
							52.80		27
	外野	男		4000	22	63.20	32		
						20.60	25		
		女		1600	13	26.10	30		
						32.10	36		
Tドーム	内野	男	4000	2400	22	26.44	14		
						31.68	18		
		女		1600	13	37.92	21		
						12.96	17		
	外野	男		4000	2400	22	13.92	18	
							17.12	21	
		女			1600	13	13.92	18	
							17.12	21	

到着率 上段：実測値
中段：95%での推定到着率
下段：99.5%での推定到着率

の5分平均到着率の最大値を下回っていた。そのため、95%値に対するモデルの算定結果は、実測された到着率による算定結果を最大で7個下回った。これ以外の7ヶ所の洗面所では95%値が実測結果の到着率より大きくなり、算定器具数も多くなった。

それに対して信頼係数99.5%での推定到着率（以下99.5%値）を用いた場合は、95%値を用いた場合と同様に3ヶ所の洗面所で実測された到着率より小さくなり、器具数算定結果は最大で3個少なくなった。設計の際には限られたスペースに器具を配置しなければならないことから、設定する器具数の必要最小値を把握する必要がある。野球の場合、試合開始時、終了時、および毎攻守交代時に洗面所において集中利用が発生した場合に合計19回の集中が起こる。これに95%の推定到着率を用いると、1試合につき1回程度サービスレベルⅠを越えてしまうこととなる。実際に算定を行ったところ、器具数が少なめに算定された3ヶ所の洗面所でも、試合時間中の1回のみサービスレベルⅠを越えていた。本論文ではこれを容認する。

実際の設計では信頼係数を95%～99.5%の間でどの程度に設定するかは、設計者の判断に委ねられるべきであると考えられる。

4.2 サッカー開催時の必要器具数の算定

3.2節で示したサッカー開催時の到着率の最小値すなわち95%値を用い、適正器具数を算定した結果を表6に示す。

実測された到着率に対する器具数算定値と比べて、2競技場とも同程度の値となった。違いが最も多く算定されていたのは、N競技場男子洗面所の小便器数で4個であった。サッカー試合は野球試合と異なり集中利用が1回の休憩時間において発生するが、この時間帯に器具が不足なく対応できた点から、設定した基準到着率の適用が可能であるものと考えられる。

4.3 男女比を考慮した必要器具数の算定

入場者の男女比率は3.1節により、男子は51～64%、女子は36～49%の範囲を母平均が移動することが明らかとなった。それぞれの最大値を考慮し、野球開催時およびサッカー開催時には、95%値を用いて器具数算定を行った。野球開催時の結果を表7に示し、サッカー開催時の結果を表8に示す。

これらを表5および表6に示す母集団の範囲を考慮しなかった場合と比較すると、野球開催時に不足していた3ヶ所の洗面所で、実測された到着率による適正器具数の値に近づいていることがわかった。しかし、それでも実測された到着率に対して95%値が下回っているため器具数が少なく算定された。これは、先にも述べたように、本論文では、この場合に発生する待ち行列を容認している。

5. 結論

本論文により多目的競技場の洗面所を設計する際に必要となる適正器具数算定に関して、次のことが明らかになった。

- (1) 既報^{9)・10)}で明らかになっている多目的競技場の洗面所使用状況に関する調査結果を設計時の基礎資料として使用するため、母集団の男女比、到着率に統計処理を加え、一般化を行った。その結果、到着率分布は信頼係数95%～99.5%値の範囲で選べば良い事がわかった。
- (2) 本論文では、野球試合開催中にサービスレベルⅠを越える状況が1～2回発生するのを許容して95%～99.5%値の範囲で定めた。その中のどの値を用いて、どの程度の待ち行列を許容するかという点

に関しては設計者の判断に委ねられるべきだと考える。

- (3) 母集団の男女比の変動範囲を考慮して器具数算定を行ったところ、適用可能な結果を得ることが出来た。

以上のことから、ニューラルネットワークによるモデルの適用が、多目的競技場の洗面所の適正器具数を算定することを可能にしたものと考えられる。

今後の課題としては、競技場で開催される競技種目によって、用意すべき器具数が変化することに、どのように対応すべきかという点がある。すなわち、競技内容によって変化する洗面所の利用形態や男女比に対応した器具数を用意する方法として、「男子大便器を

表6 サッカー開催時の適正器具数算定結果

		開催 内容	総 母集団 〔人〕	母集団 〔人〕	設置 器具数 〔個〕	到着率 〔人/分〕	適正 器具数 〔個〕	観測 時間 〔分〕
Kスタジアム	男	サッカー	2000	1300	10	26.91	16	15
	26.9					15		
	女			700	8	6.75	10	
						7.0	10	
N競技場	男	2800	1600	14	25.84	14		
	33.1				18			
	女		1200	9	12.01	18		
					12.0	16		

上段:実測値

表7 母集団を考慮した適正器具数算定結果（野球開催時）

	開催内容	総母集団 [人]	母集団の範囲 [人]	設置 器具数 [個]	適正器具 数の範囲 [個]	観測 時間 [分]
Fドーム	内野	3000	1500～1900	10	12～14	5
			1100～1500	14	13～17	
	外野	2000	1000～1300	27	9～10	
			700～1000	28	9～11	
N球場	内野	7500	3800～4800	40	26～32	
			2700～3700	28	28～37	
Tドーム	内野	7000	3600～4500	28	25～30	
			2500～3400	23	26～34	
	外野	4000	2000～2600	22	15～19	
			1400～2000	13	15～22	

表8 母集団を考慮した適正器具数算定結果（サッカー開催時）

	開催内容	総母集団 [人]	母集団の範囲 [人]	設置 器具数 [個]	適正 器具数 の範囲 [個]	観測 時間 [分]
Kスタジアム	男	2000	1000～1300	10	12～15	15
	女		700～1000	8	10～13	
N競技場	男	2800	1400～1800	14	16～20	
	女		1000～1400	9	13～18	

小便器または女子便器として使用する」、「男子洗面所を女子洗面所として使用する」、など競技場全体での洗面所の利用の仕方をどのように変えていくかを検討する必要があると考える。これらのことを洗面所、および器具の配置計画を踏まえて考慮していくことにより、多目的競技場の洗面所の合理的設計に近づくものとする。

参考文献

- (1) 紀谷文樹、松原信敏；待時式利用形態の器具利用シミュレーション その1、定常状態の解析、空気調和・衛生工学会学術講演会論文集、pp.297～300、1978年10月
- (2) 紀谷文樹、西田純康、三木暁；待時式利用形態の器具利用シミュレーション その2 行列間の移動を許容する場合、空気調和・衛生工学会学術論文集、pp.413～416、1981年10月
- (3) 紀谷文樹、西田純康；待時式利用形態の器具利用シミュレーション その3 必要器具数の算定、空気調和・衛生工学会学術論文集、pp.121～124、1982年10月
- (4) 紀谷文樹、西田純康；劇場における適正器具数算定法、空気調和・衛生工学会論文集、No.25、pp.61～67、1984年6月
- (5) 村川三郎、金崎登士巳；事務所における衛生器具利用者の待ち時間評価と適正器具数の検討、日本建築学会論文報告集、第328号、pp.83～93、1983年
- (6) 村川三郎、金崎登士巳、飯尾昭彦、西田勝；児童・生徒の生活行動と施設評価の分析 学校における衛生器具の適正個数算定法に関する研究 その1、日本建築学会論文報告集、第340号、pp.61～70、昭和59年6月
- (7) 村川三郎、金崎登士巳、飯尾昭彦、園児・児童の衛生器具利用実態と適正個数の検討 学校における衛生器具の適正個数算定法に関する研究 その2、日本建築学会論文報告集、第346号、pp.132～141、昭和59年12月
- (8) 浅野良晴他；多目的競技施設における衛生器具使用に関する基礎的研究 その1、N競技場におけるサッカー観戦者による洗面所使用の実態調査、日本建築学会計画系論文報告集、第490号、pp.47～54、1996年12月
- (9) 岩田仁他；多目的競技施設における衛生器具使用に関する基礎的研究 その2、多目的競技場および専用球場におけるプロ野球観戦者による洗面所使用の基礎的研究、日本建築学会計画系論文報告集、第501号、pp.69～76、1997年11月
- (10) 有吉淳他；多目的競技施設における衛生器具使用に関する基礎的研究 その3、プロ野球およびコンサート開催時における洗面所使用の実態調査、日本建築学会計画系論文報告集、第509号、pp.57～64、1998年7月
- (11) 浅野良晴他；サッカー専用競技場におけるプロサッカー観戦者による洗面所使用、日本建築学会計画系論文報告集、第504号、pp.79～86、1998年2月
- (12) 浅野良晴他；多目的競技施設の洗面所における衛生器具適正個数算定法に関する研究 その1、ニューラルネットワークを用いた衛生器具適正個数算定、日本建築学会計画系論文報告集、第526号、pp.67～74、1999年12月
- (13) 森村英典、大前義次；応用待ち行列理論、日科技連出版社、1975年
- (14) 空気調和・衛生工学会規格給排水設備規準・同解説、2000.3
- (15) 浅野良晴他；器具数算定法に関する基礎的研究 空気調和・衛生工学会学術論文集 pp.405～408 1980.10
- (16) 浅野良晴他；器具数算定法に関する基礎的研究（その2） 空気調和・衛生工学会学術論文集 pp.409～412 1981.10
- (17) 国沢清典他；オペレーションズリサーチ入門 廣川書店、1978.12

(2002年3月10日原稿受理、2002年7月26日採用決定)