

施設利用者の流動シミュレーション適用事例

株式会社ベクトル総研

1. 目的と対象施設

- **【目的】**：様々な条件下で施設利用者全体の流動を検証することにより、計画プランの評価（規模算定）を行い、改善内容を計画案にフィードバックすること。
- **【対象施設】**：混雑（滞留）や待ちの発生が懸念される施設全般の評価が可能（適用事例：空港、劇場、トイレ、駅改札など）

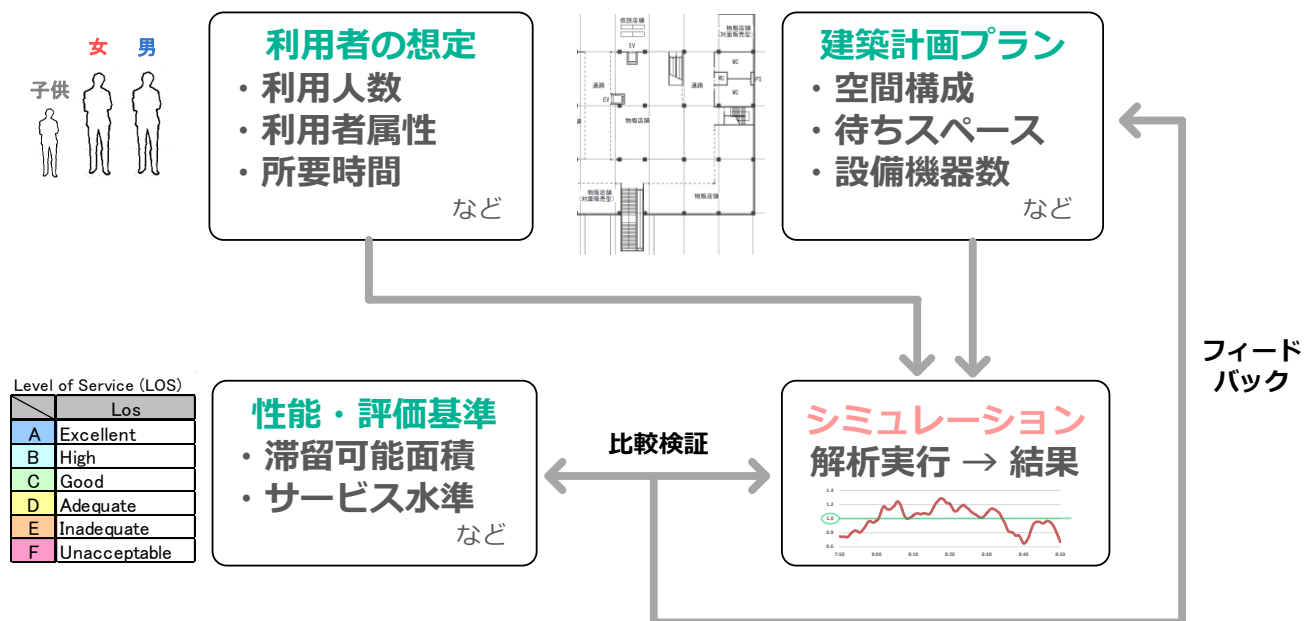


図 シミュレーションによる建築規模算定支援のイメージ



図 混雑状況のイメージ



図 待ち状況のイメージ

● 【シミュレーション実施の有用性が高い要件】

本シミュレーションを適用する有用性が高い要件は下記の通りです。

- 計画の初期段階で計画 または 設計の変更が可能な場合
- 利用人数が多い施設 または 利用が集中する施設
- 広範囲な平面空間を有する または 施設のプランが多層階の場合
- 様々な条件設定による検証が必要なケース

2. シミュレーションモデルの概要

利用者の発生地点や待ちスペースといった基本的な空間構成要素を組み合わせ、階段やエスカレータ、扉、トイレなどの要素を作成します。これらの要素を組み合わせることにより、計画プランの空間構成を表現し、利用者の流動シミュレーションを行います。

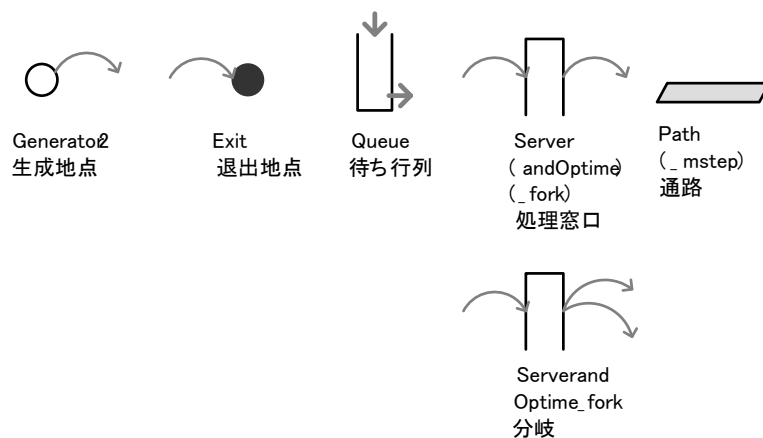
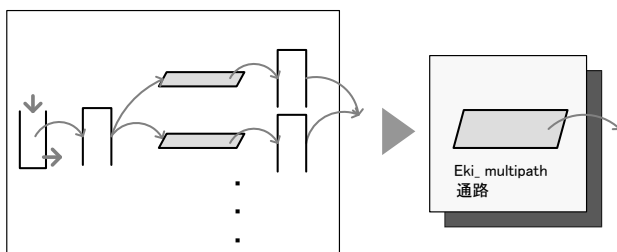


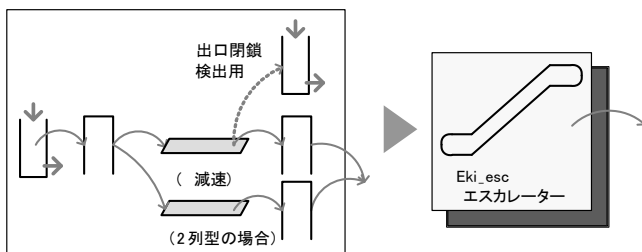
図 空間構成要素



対象空間例：



図 通路



対象空間例：

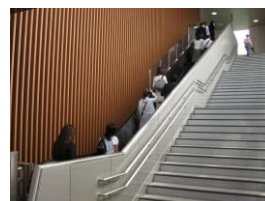


図 エスカレータ

3. シミュレーションの適用事例 1：空港のチェックイン、入出国審査

● 【利用者の想定】

- ・ 利用者属性：国内線 or 国際線、利用する航空会社、チェックイン方法
- ・ 利用時間帯：属性とフライトスケジュールを対応付ける
- ・ 利用者の到着分布：チェックイン締切までの空港到着分布
- ・ 所要時間：チェックインや入出国審査の所要時間

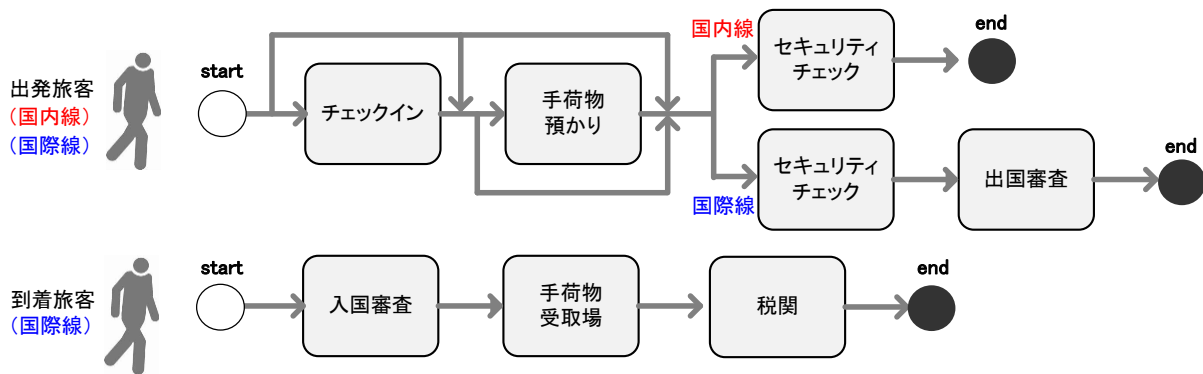


図 対象旅客の種類と流動範囲

● 【解析結果の一例】

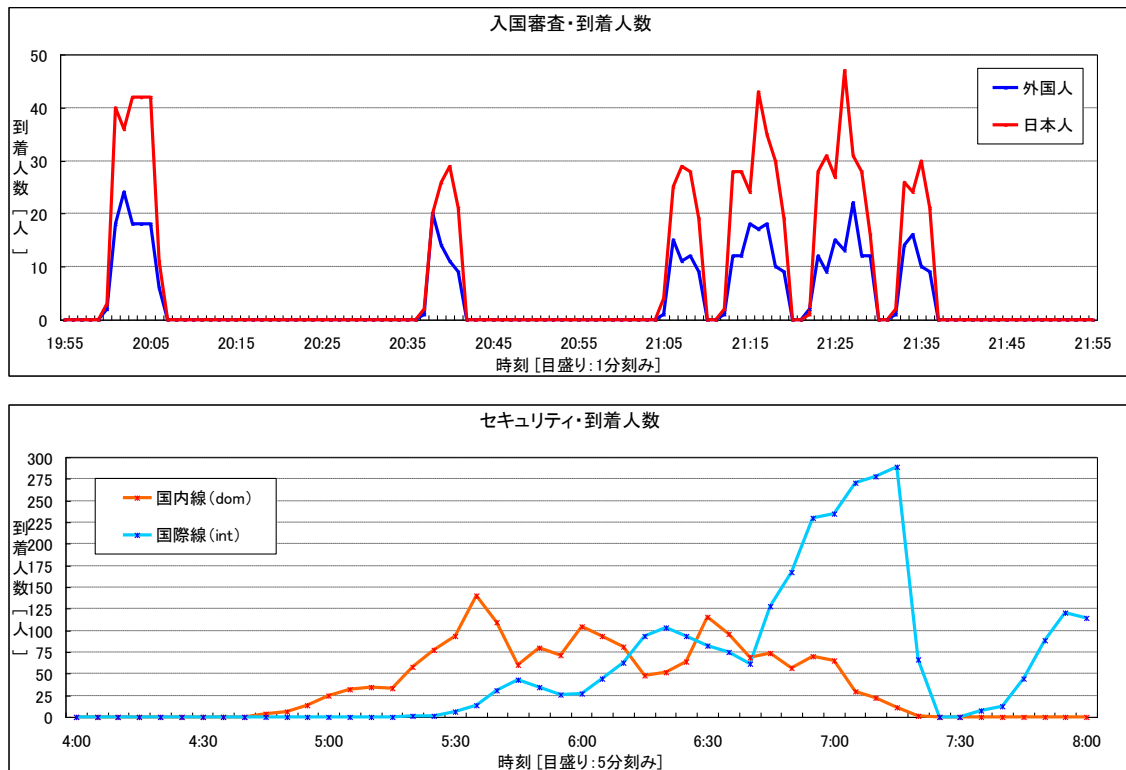


図 利用者属性別の到着人数の時系列変化

4. シミュレーションの適用事例2：劇場

● 【利用者の想定】

- ・利用者属性：男女比、トイレ・ビュッフェ等の利用率
- ・対象時間：最混雑が予想される演目

● 【検証の着眼点】

- ・幕間時、終演時の一斉利用（一斉退出）による混雑状況の把握
- ・利用率の違いによる混雑と待ち状況の変化
- ・プラン内で分散設置されるトイレ・ビュッフェの利用状況の偏り
- ・退出経路の安全性

● 【解析結果の一例】

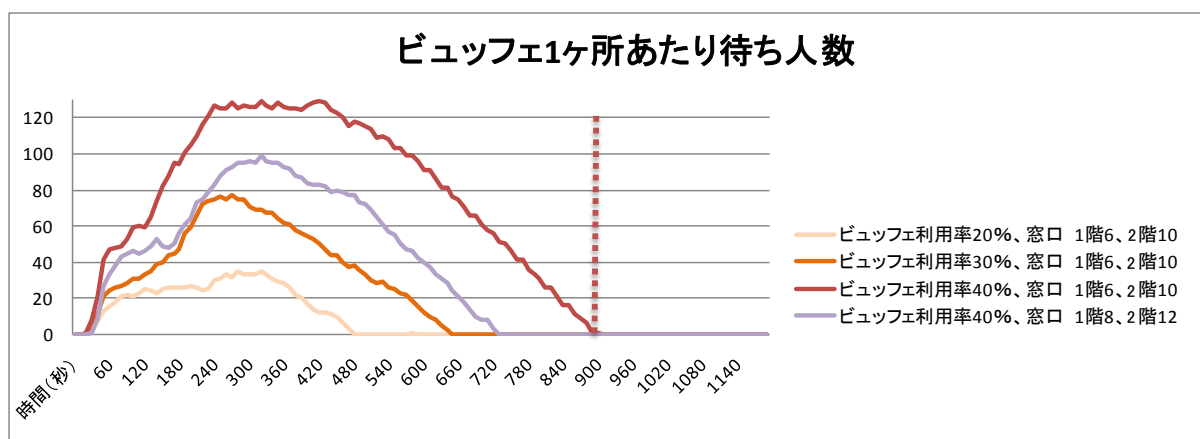


図 ビュッフェ1ヶ所あたりの待ち人数（利用率と窓口数の異なるケースの比較検証）

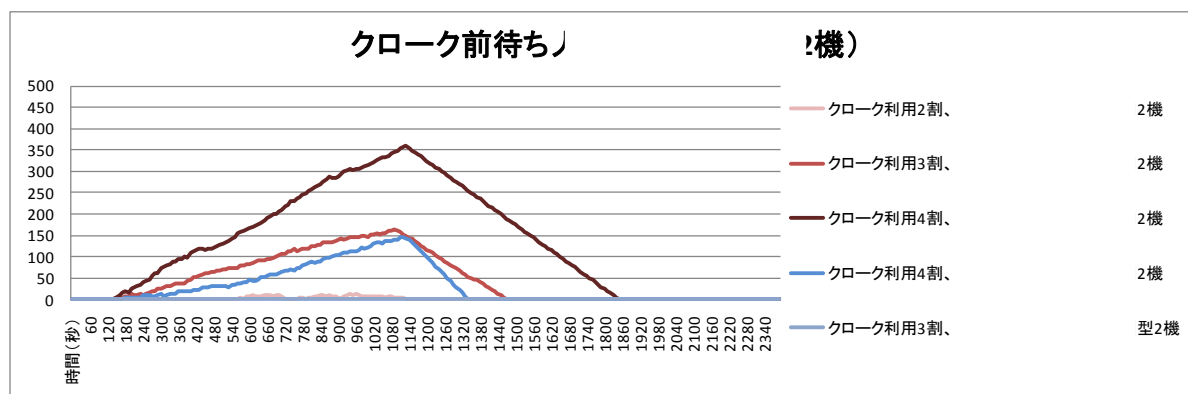


図 クローク前の待ち人数（利用率と窓口数の異なるケースの比較検証）

5. シミュレーションの適用事例3：トイレ（鉄道駅：改札内）

● 【利用者の想定】

- ・利用者属性：集中型到着（主に降車客）とランダム型到着（主に乗車客）
- ・利用者の到着分布：現地調査の結果および列車ダイヤを考慮

● 【検証の着眼点】

- ・集中型到着による最大待ち人数の変化

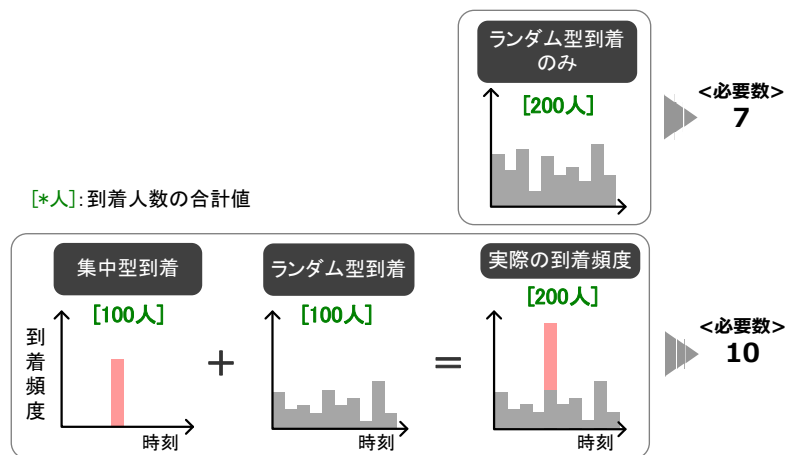


図 集中型到着とランダム型到着による必要ブース数の違い

● 【解析結果の一例】

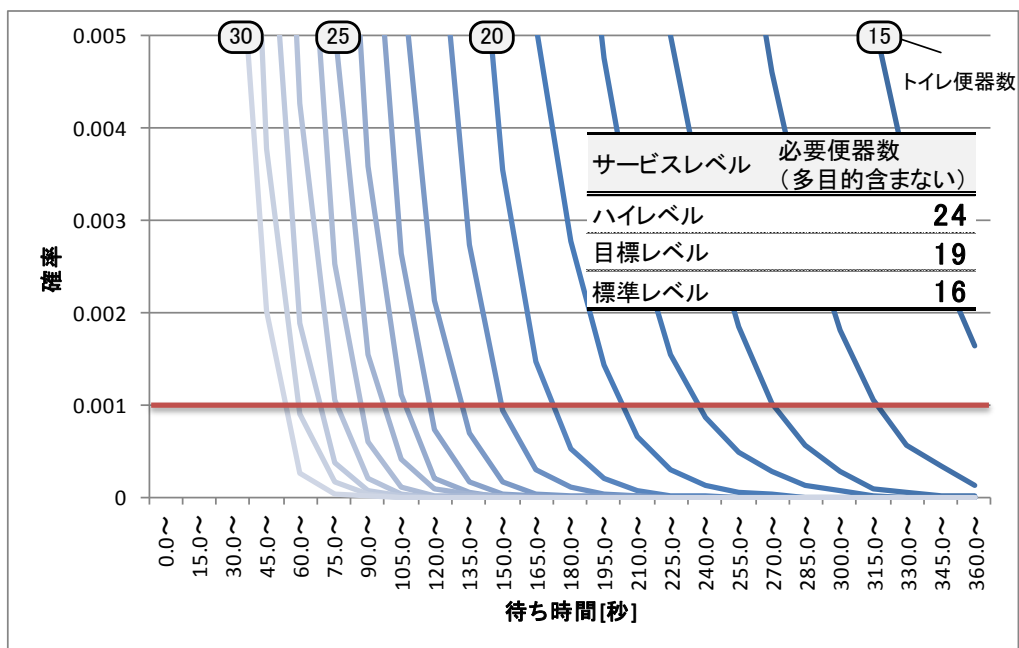


図 評価基準と必要便器数

6. シミュレーションの適用事例 4：駅改札、切符窓口

● 【利用者の想定】

- ・ 利用者属性：乗車客と降車客、乗車客の切符購入方法（窓口、自動券売機ほか）
- ・ 利用者の到着分布：朝ラッシュ時の列車ダイヤを考慮
- ・ 利用者の行動：改札に最も負荷の掛かる階段 ESC の利用状況を想定

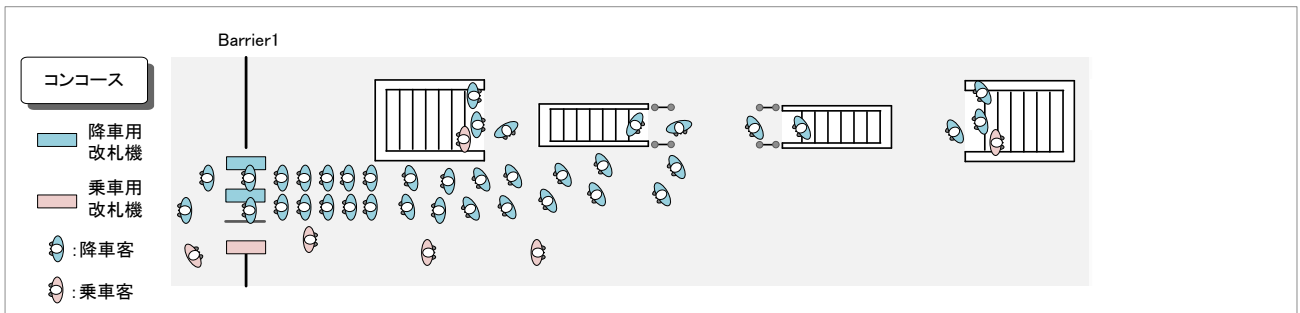


図 降車客流動イメージ

● 【解析結果の一例】

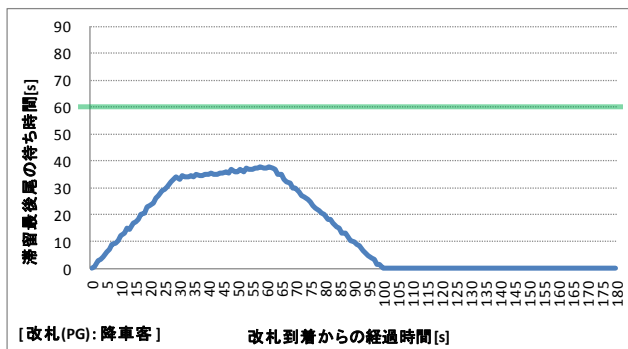


図 改札における待ち時間の変化
(降車客)

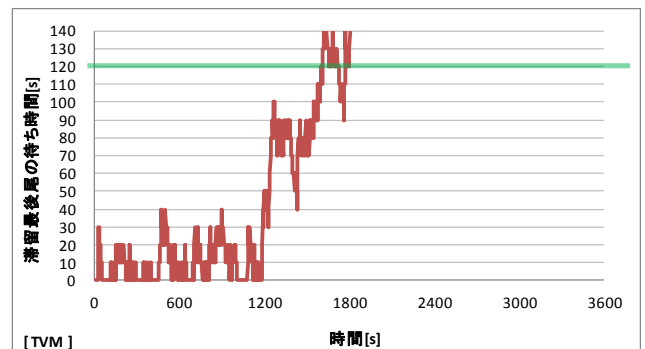


図 切符購入窓口前における待ち時間の変化
(乗車客)

補足資料（評価指標の一例）

[待ち行列以外の評価指標]

・ジョン・J. フルーイン,長島正充訳,歩行者の空間：理論とデザイン,鹿島出版会,1974

● 通路空間

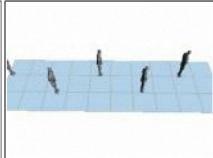
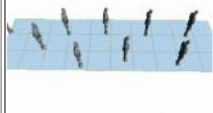
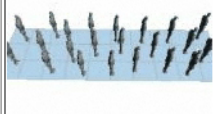
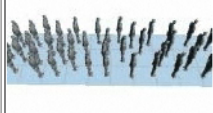
サービス水準	歩行空間モジュール	流動係数	概要	適用空間	状況
A	3.5m ² /人以上	20人/m・min	好きな歩行速度を自由に選択できるだけの十分な空間がある。	ピークや空間的制約のない公共建築や広場	
B	2.5m ² /人～3.5m ² /人	20～30人/m・min	正常な歩行速度歩くことができる。対抗流や交差流のあるところでは、衝突の可能性がわずかなからある。	交通ターミナルやあまり厳しくない程度のピークが時々発生する建物	
C	1.5m ² /人～2.5m ² /人	30～45人/m・min	歩行者が各自の歩行速度を選択したり、追い抜いたりする自由度は制限される。他方向の歩行者流動の交錯する地点では、かなりの摩擦や相互干渉が歩行者相互に生じがち。	厳し、ピークの生じる交通ターミナル、公共建築、オープンスペース	
D	1.0m ² /人～1.5m ² /人	45～60人/m・min	動きは極度に制約を受ける。絶えず歩幅や方向の修正をしなければならぬ。流れが一瞬停止してしまうこともある。	最も混雑する公共空間	
E	0.5m ² /人～1.0m ² /人	60～80人/m・min	自分の通常の歩行速度では歩けず、足取りも頻繁に変えなければならぬ。	最も混雑するところでのごく短いピーク時に適用されるべき	
F	0.5m ² /人以下	80人/m・min以下で変化	全ての歩行者の歩行速度は極度に制約を受け、前進はすり足でしかできなくなる。	歩行路の設計に適用すべきではない	

図 空間構成要素の評価基準（通路空間）

● 待ち空間

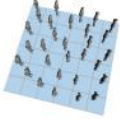
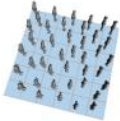
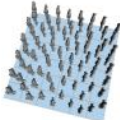
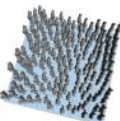
サービス水準	歩行空間モジュール	平均間隔	概要	適用空間	状況
A	1.3m ² /人以上	1.2m以上	周囲の人に迷惑をかけずに自由に通り抜けられる空間が与えられる。	質のよいコンコースや空港の荷物引渡所	
B	1.0m ² /人～1.3m ² /人	1.05～1.2m	不自由ではあるが迷惑をかけずに間をすり抜けられるだけの面積がある。	鉄道駅のプラットフォームやコンコース	
C	0.7m ² /人～1.0m ² /人	0.9～1.05m	立って待つ人々の中をすり抜けることは、周囲の人々に迷惑をかけずには行えない。	秩序のある待ち行列のできる場所や、エレベータロビー	
D	0.3m ² /人～0.7m ² /人	0.6～0.9m	他人と接触することなしに立って待つことはできるが、その間をすり抜けることはきわめて困難。	エスカレータの導入部、横断歩道前の歩道拡幅部、長時間の待ちに適用されるべきではない。	
E	0.2m ² /人～0.3m ² /人	0.6m以下	周囲の人との接触は避けられない。待ちの中をすり抜けることは不可能。	エレベータのような短時間の場合	
F	0.2m ² /人以下	すし詰め状態	立っていることはできるが、周囲の人との密着した状態が避けられない。		

図 空間構成要素の評価基準（待ち空間）