

全体（マクロ）シミュレーションモデル説明資料

株式会社ベクトル総研

1. 概要

弊社で開発した全体（マクロ）シミュレーションは、計画の初期段階や広範囲な空間に対して、歩行者全体の流動を効率的に表現・評価するためのシミュレーションシステムです。歩行者の発生地点や待ち行列といった基本的な空間構成要素を組み合わせることで階段やエスカレータ、扉、トイレなどの要素を作成し、これらを構成して空間を表現し、歩行者の流動シミュレーションを行います。

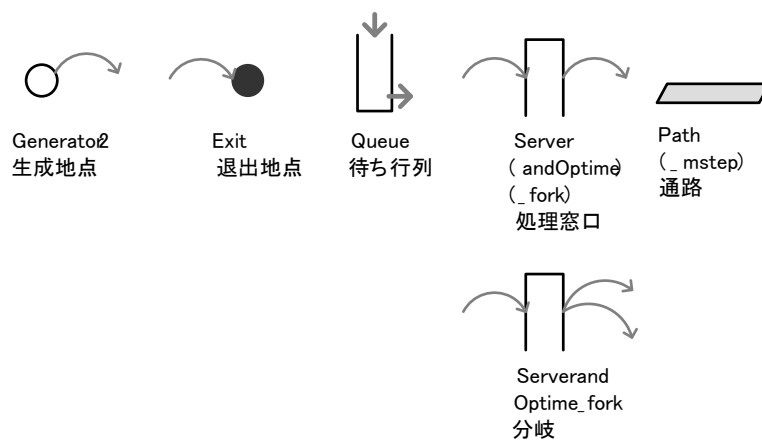


図 空間構成要素

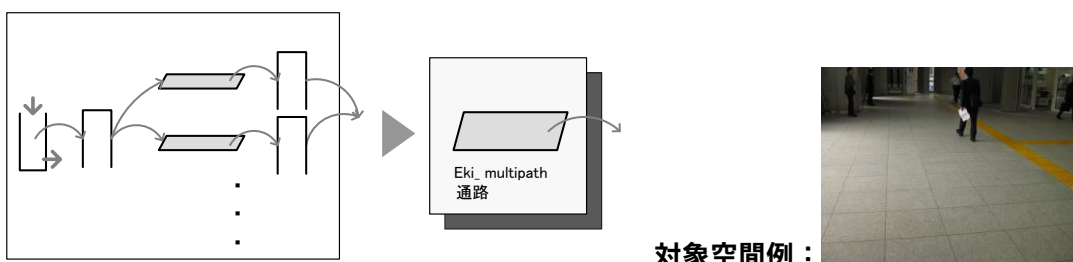


図 通路

対象空間例：

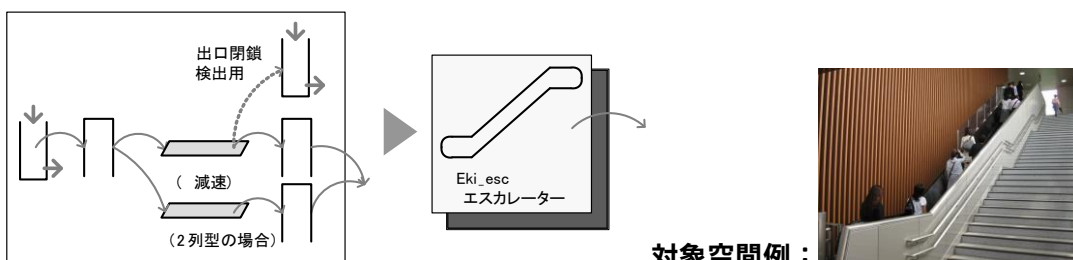


図 エスカレータ

対象空間例：

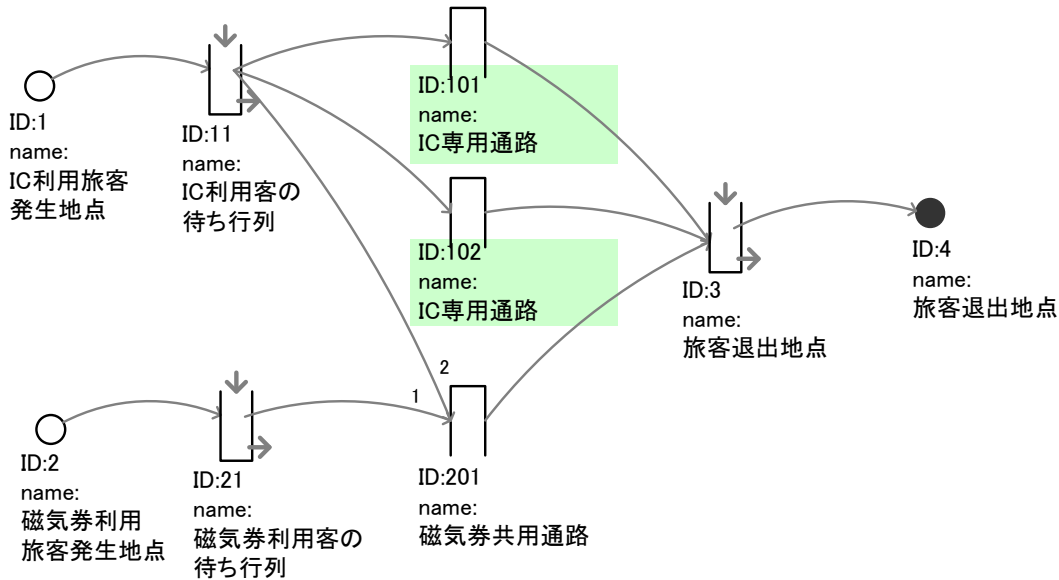
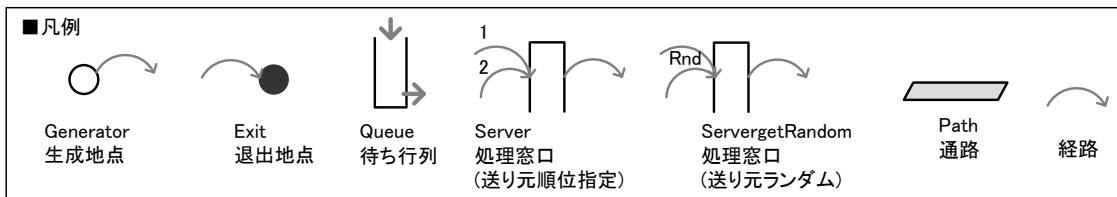
2. 分析例（駅改札の適正数評価）

IC カード専用改札機と磁気券共用機の台数配分を検討した例を以下に示します。

- ケース 1：IC カード専用改札が多いケース
- ケース 2：IC カード専用改札が少ないケース
- ケース 3：全て磁気券共用機のケース



ケース1



■IC専用通路数 2(通路総数3)

■旅客平均流動数

IC利用客 70[人/min] (0.85[s/人])

磁気券利用客 40[人/min] (1.50[s/人])

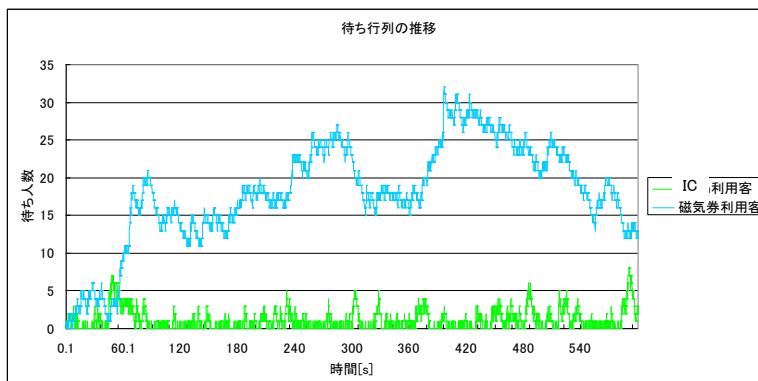
一般的な乗車客を想定し、到着はばらつき(指数分布)をあたえる

■改札機処理時間 IC利用客 1.2[s/人] 磁気券利用客 1.3[s/人] ばらつきなし

■結果

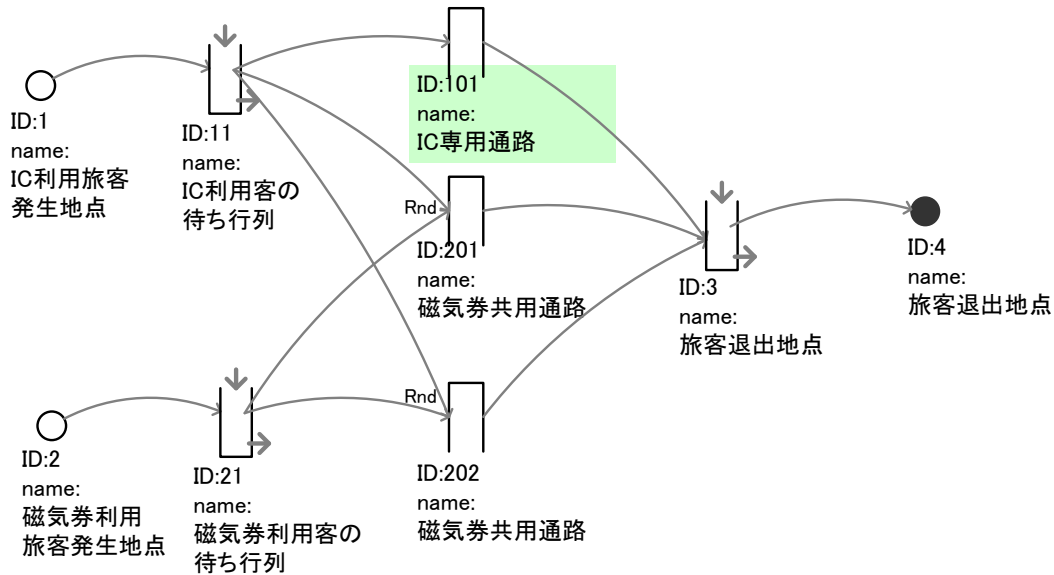
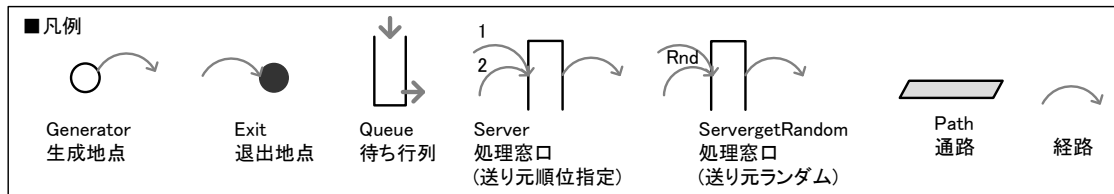
IC利用客 平均待ち人数 1.04[人] 待ち確率 0.45

磁気券利用客 平均待ち人数 18.03[人] 待ち確率 0.99



磁気券共用通路が滞留しやすい状況に近い設定として、共用磁気券共用通路は磁気券利用者が優先的に利用し、待ち行列がない場合のみIC利用客が利用する設定とした。

ケース2



■IC専用通路数 1(通路総数3)

■旅客平均流動数

IC利用客 70[人/min] (0.85[s/人])

磁気券利用客 40[人/min] (1.50[s/人])

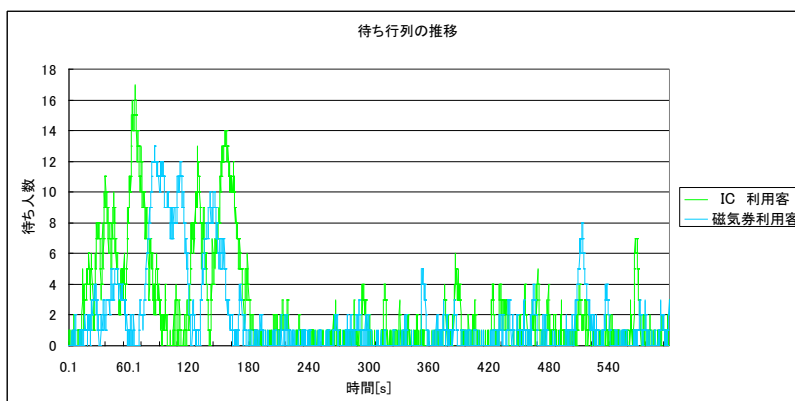
一般的な乗車客を想定し、到着はばらつき(指数分布)をあたえる

■改札機処理時間 IC利用客 1.2[s/人] 磁気券利用客 1.3[s/人] ばらつきなし

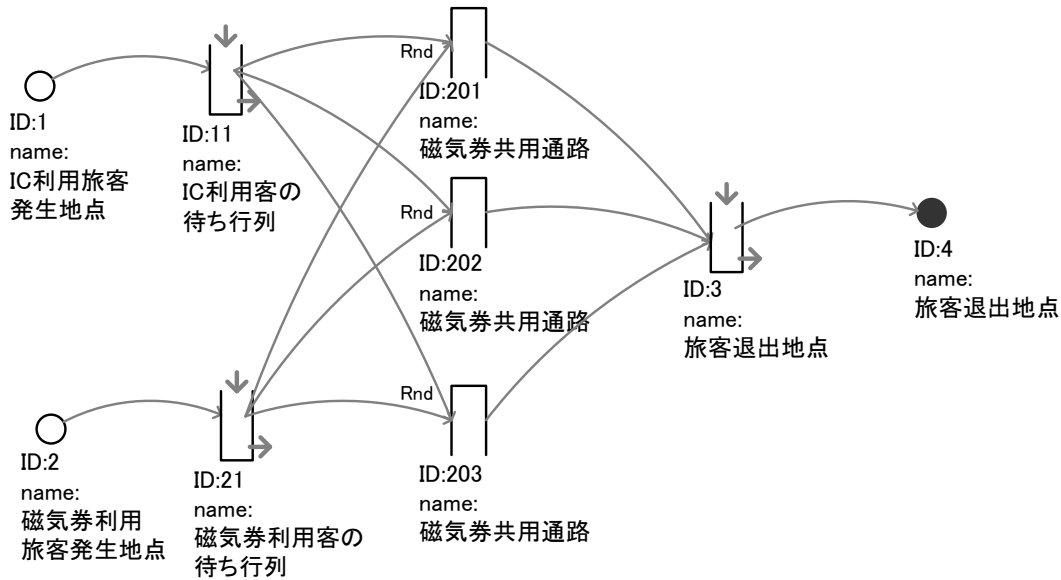
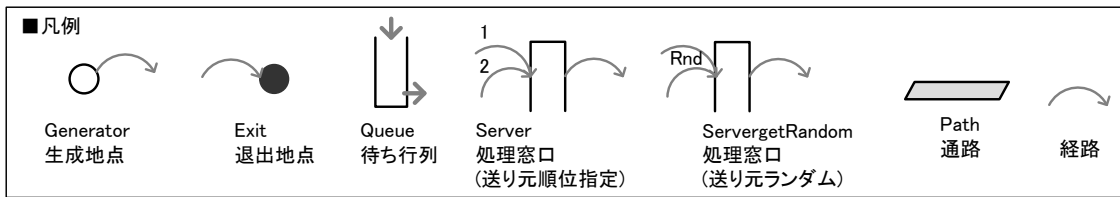
■結果

IC利用客 平均待ち人数 2.21[人] 待ち確率 0.54

磁気券利用客 平均待ち人数 1.74[人] 待ち確率 0.48



ケース3



■IC専用通路数 0(通路総数3)

■旅客平均流動数

IC利用客 70[人/min] (0.85[s/人])

磁気券利用客 40[人/min] (1.50[s/人])

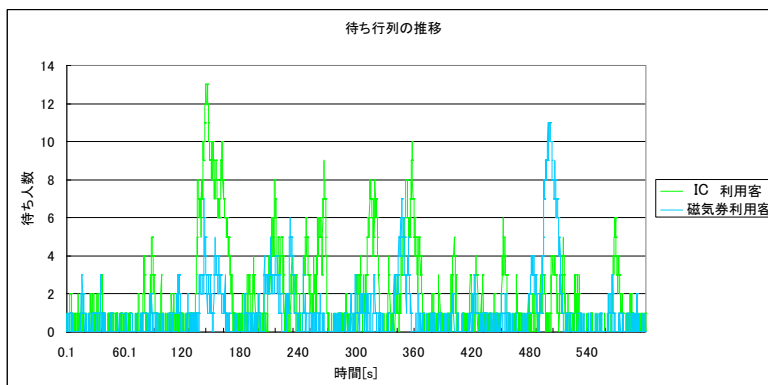
一般的な乗車客を想定し、到着はばらつき(指数分布)をあたえる

■改札機処理時間 IC利用客 1.2[s/人] 磁気券利用客 1.3[s/人] ばらつきなし

■結果

IC利用客 平均待ち人数 1.69[人] 待ち確率 0.48

磁気券利用客 平均待ち人数 0.92[人] 待ち確率 0.38



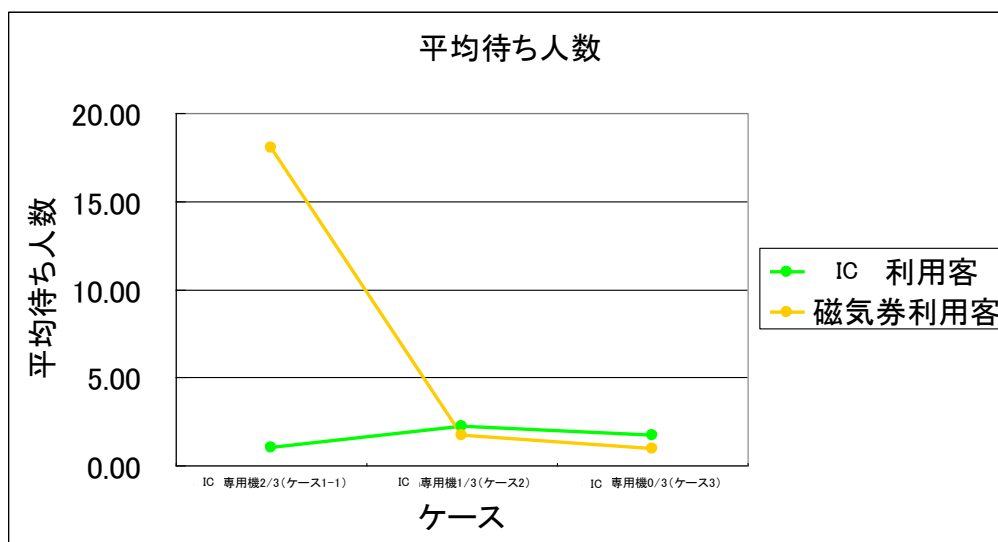
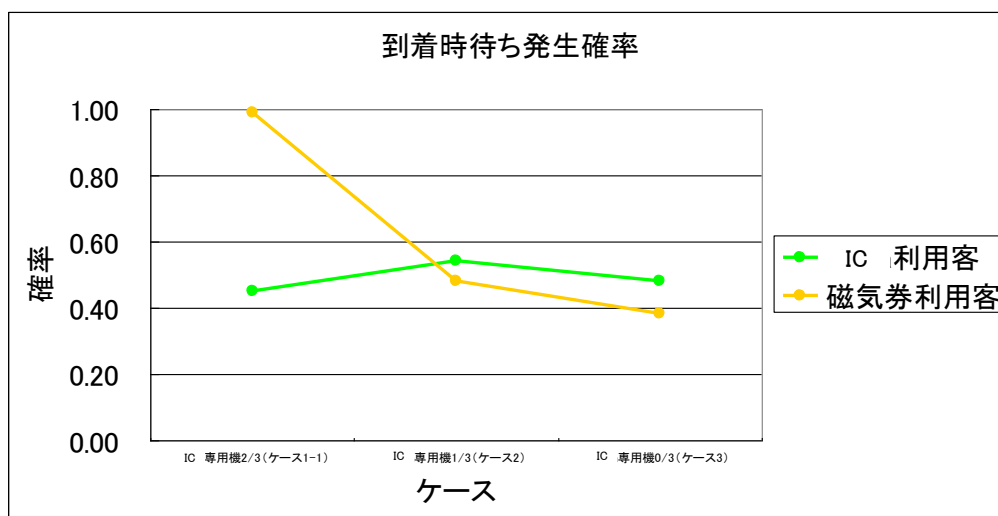
3. まとめ

IC利用客の利便性は3ケースとも大きな変化はない

磁気券利用客の利便性（待ち発生確率、平均待ち行列人数）からみて、

- IC専用通路を0から1台に増やすことによる利便性低下は少ない
- IC専用通路を1台から2台に増やすことによる利便性低下は著しく、待ち発生が常態となる

よって、設定条件の下ではIC専用通路は1台がおおむね妥当であるといえる。



出力される結果は待ち人数や密度といった数値データですが、以下の指標などを用いて評価を行います。

また、類似した状況の画像を参照することで数値のイメージを把握することができます。

4. 補足資料（待ち行列以外の評価指標）

[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

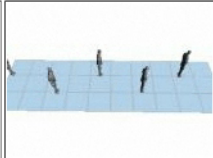
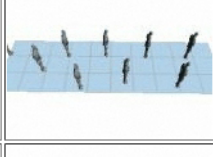
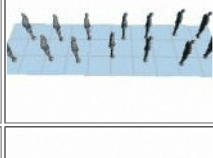
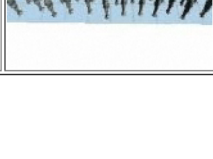
サービス水準	歩行空間モジュール	流動係数	概要	適用空間	状況
A	3.5m ² /人以上	20人/m・min	好きな歩行速度を自由に選択できるだけの十分な空間がある。	ピークや空間的制約のない公共建築や広場	
B	2.5m ² /人～3.5m ² /人	20～30人/m・min	正常な歩行速度歩くことができる。対抗流や交差流のあるところでは、衝突の可能性がわずかなからある。	交通ターミナルやあまり厳しくない程度のピークが時々発生する建物	
C	1.5m ² /人～2.5m ² /人	30～45人/m・min	歩行者が各自の歩行速度を選択したり、追いついたりする自由度は制限される。他方向の歩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）

● 階段・エスカレータ空間

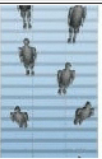
サービス水準	歩行空間モジュール	流動係数	概要	適用空間	状況
A	2.0m ² /人以上	15人/m・min	対交流があってもなんら問題は生じない。	ピークや空間的制約のない公共建築や広場	
B	1.5m ² /人～2.0m ² /人	15～20人/m・min	前後が約5段間隔、左右0.9～1.2mの空間が得られ自由に速度を選択できる。しかし対交流は多少の混乱を引き起こす。	周期的にピークが発生し、面積の制限が厳しくないような交通ターミナルや公共施設	
C	1.0m ² /人～1.5m ² /人	20～30人/m・min	前後4.5段、左右0.9mの空間があり、追い越すことが困難となるため速度は制約されてくる。対向する二次的流動は、ある程度の困難をこうむることになる。	周期的なピークがあり、ある程度の面積の制約を受ける交通ターミナルや公共建築	
D	0.7m ² /人～1.0m ² /人	30～40人/m・min	前後4.5段、左右0.6～0.9mの空間となり、前後にゆとりがないことや、他人を追い越せないため、ほとんどの人が速度の制約を受ける。対交流は非常に困難と交通混乱を受けることとなる。	厳しい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	
E	0.4m ² /人～0.7m ² /人	40～55人/m・min	前後が2～4段、左右0.6mの空間。階段の登行動作としては最低限値。流れが停止してしまうことも起こり得る。	スポーツスタジアムや鉄道駅施設のようにコントロールのきかないほど大量に、短時間のうちに人の出入りがあるところ	
F	0.4m ² /人以下	60人/m・minまでの範囲で変化	前後が1.2段間隔、左右0.6mの空間となり、交通はほとんどマヒ状態になってしまう。	設計として採用してはならない	

図 空間構成要素の評価基準（階段・エスカレータ空間）

● 待ち空間

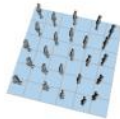
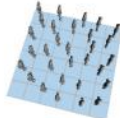
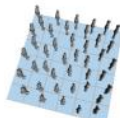
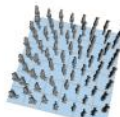
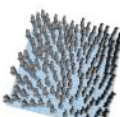
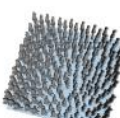
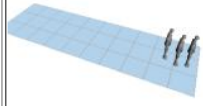
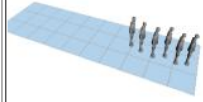
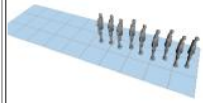
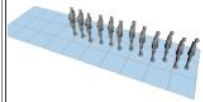
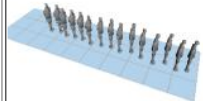
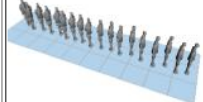
サービス水準	歩行空間モジュール	平均間隔	概要	適用空間	状況
A	1.3m ² /人以上	1.2m以上	周囲の人に迷惑をかけずに自由に通り抜けられる空間が与えられる。	質のよいコンコースや空港の荷物引渡所	
B	1.0m ² /人～1.3m ² /人	1.05～1.2m	不自由ではあるが迷惑をかけずに間をすり抜けられるだけの面積がある。	鉄道駅のプラットフォームやコンコース	
C	0.7m ² /人～1.0m ² /人	0.9～1.05m	立って待つ人々の中をすり抜けることは、周囲の人々に迷惑をかけずには行えない。	秩序のある待ち行列のできる場所や、エレベータロビー	
D	0.3m ² /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）

● 待ち行列

サービス水準	待ち行列人数	概要	適用空間	状況
A	3人以下			
B	4人～6人			
C	7人～9人			
D	10人～12人			
E	13人～15人			
F	16人以上			

待ち行列のサービス水準は仮に設定したものである

図 空間構成要素の評価基準（待ち行列）