

コミックマーケットにおける群集行動のMASによる分析

薬師寺 将光 (鳥取大学)

1 背景・目的

日本最大規模の同人誌即売会であるコミックマーケットには、サークル参加者三万五千スペースに加え、現在では三日間に延べ50万人から60万人という一般来場者が訪れる¹⁾。近年のコミックマーケットは日本最大のコンベンションセンターである東京ビッグサイト(東京国際展示場)で開催されているが、3万5千サークルもの展示者に加えて一日あたり20万人弱という莫大な一般参加者は施設の収容能力の限界に近く、群衆事故を回避するため準備会スタッフが尽力しており、また一般参加者にも整然とした行動が求められている。



図1. C93 三日目東3ホールでの過密状態

この「人間の流動をコントロールする」という問題について、コミックマーケットにおいてはスタッフの手による誘導・列整理のほか、「島中」「誕席」「壁」「シャッター前」「偽壁」といったサークル配置の工夫によって混雑を避ける工夫がなされている。こういったノウハウの上で成り立つコミックマーケットの群集行動は、通常の交通ネットワーク流におけるネットワークフロー問題とは異なる性質を持つと考えられる。このことから、MASを利用した分析を試みた。

既存の歩行者シミュレーション、群衆シミュレーションとして、避難行動において群衆事故の発生を予防しスムーズな避難を実現させるための研究や、大規模商業施設、テーマパーク等の内部での行動を分析し適切な誘導やテナントの効率的運用に結び付けるものが多数あるが、コミックマーケットのような「環境の広さに対してきわめて多数の歩行者全てが、環境内にそれぞれ異なる多数の通過目標点を持つ」というケースについて分析したものは無かった。

コミックマーケットに限らず、イベントを開催するにあたって十分な広さを持つ適切な会場が見当たらないという会場不足は、日本において深刻な問題となりつつある。群集行動のコントロールによって、現状のコミックマーケットほどの人口密度でも十分に安全なイベント運営が行えるようになるとすれば、日本における展示会会場不足を解決するための一助になると考える。

2 モデル

本研究では、コミックマーケットにおける群集行動を分析するため、特に東1~3ホールのサークルと一般参加者の挙動をシミュレーションする。

2.1 ホール

シミュレーションする東1~3ホールを、実際の距離1mに対して長さ1とおき、幅270高さ90の二次元空間とする。

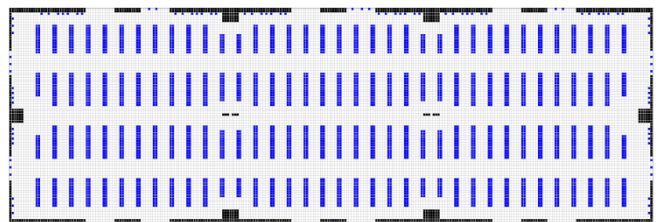


図2.東1~3ホール

これは270×90個の正方形セルを配列することによって形成された空間であり、黒いセルは通行不可能な領域、白いセルは通行可能な通路、青いセルは頒布を行うサークルを示す。青いセルに関しては1セルがそれぞれ1サークルに対応している。なお、実際の会場においては幅1mの長机を2サークルで共有する形式である。

画面上の外周上部及び下部に存在する開口部の通路セルは出入り口として設定されている。

2.2 サークル

青色のセルで表現された各サークルは、その配置位置によって島中、誕席、壁、シャッター前に分類される。

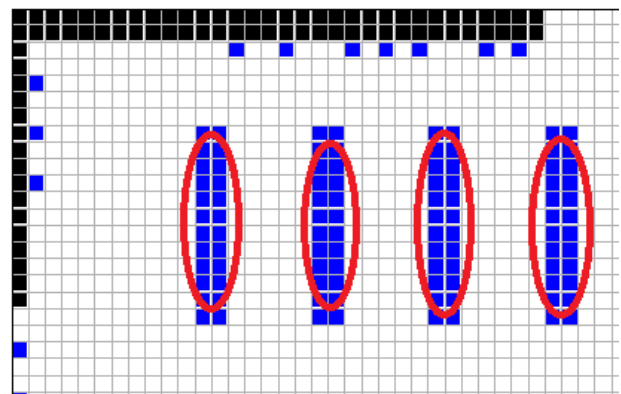


図3.島中サークル

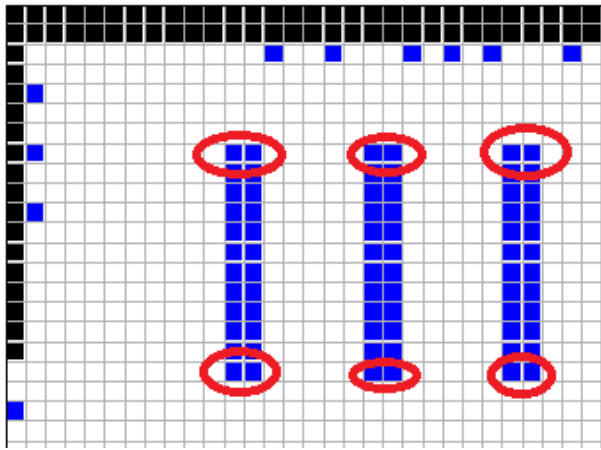


図 4. 誕生席サークル

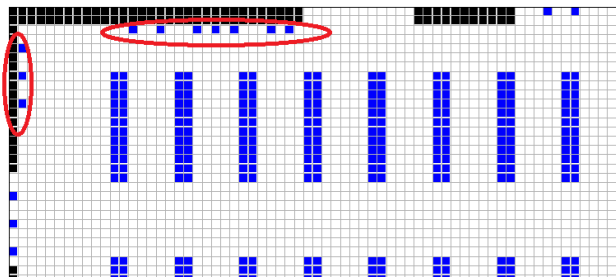


図 5. 壁サークル

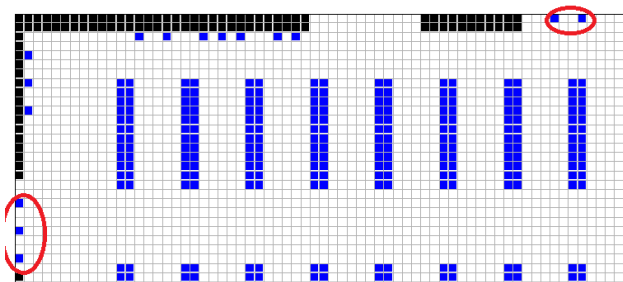


図 6. シャッター前サークル

一般に、需要が高く混雑が予期されるサークルは壁やシャッター前、比較的需要の小さいサークルは島中に配置されると言われている。これはシミュレーション上では後述する各一般参加者エージェントの訪れるサークル設定、および頒布時の挙動に関する。

2.3 一般参加者

サークルを訪れ頒布物を受け取る一般参加者の行動モデルについて記述する。

一般参加者は1ステップごとに一定数が生成され、前述の出入り口セルに出現する。同時に、巡回し頒布物を受け取るサークル数、及びどのサークルを巡回するか(目的サークルリスト)が決定される。これらの具体的な数値の算出については後述する。

実時間の1秒をシミュレーションの1ステップとし、人間の歩行速度から隣接する8マスのいずれにも移動

し得るとする。

生成された一般参加者エージェントは、目的サークルリストのうち距離が最も近いものを目標として移動する。曲がり角ごとにいずれの通路に行くかを選択し、各通路の代表座標に向かうことを繰り返す。

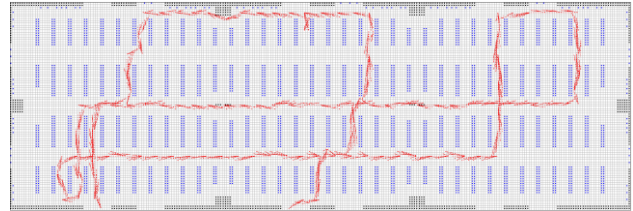


図 7. 移動経路の生成

移動可能なセルの中から代表座標に対して接近し得るものをランダムに選び、そこに移動する。

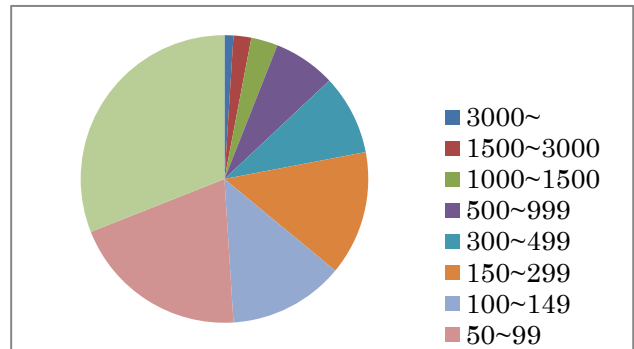
ただし、既に一定以上の人数が存在するセルには移動できないものとする。閾値は雑踏密度 8 人/m^2 以上では割り込みが困難である²⁾ことから設定する。

目標サークルと同一の通路に到達し、当該サークルの待機座標(サークルセルに隣接する)に侵入した参加者エージェントは、サークル側の持つ待ち行列に追加され、サークル側はそれを一定間隔で処理してゆく。この処理をもって頒布・受け取りがなされたとみなす。

目的サークルすべてについて受け取りを終えた参加者エージェントは、出入り口セルのいずれかをランダムに選択し、そこを目指して移動、到達後消滅する。

2.4 数値設定

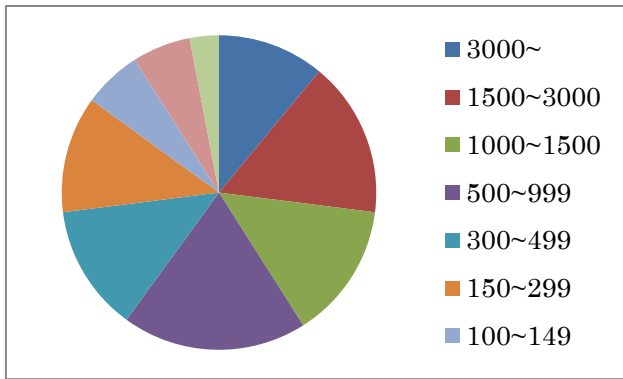
具体的な数値設定について、資料³⁾から以下のような情報が得られた。



頒布部数	割合[%]
3000~	1
1500~3000	2
1000~1500	3
500~999	7
300~499	9
150~299	14
100~149	13
50~99	20
0~49	31

図 8. 表 1. 頒布部数分布

頒布部数 100 部未満のサークルが約半数を占めている。各サークルの頒布数を各区間の階級値に等しいと仮定して全頒布数に対する割合を計算すると以下のようになる。



頒布部数	割合[%]
3000~	11
1500~3000	16
1000~1500	14
500~999	19
300~499	13
150~299	12
100~149	6
50~99	6
0~49	3

図 9.表 2.総頒布部数に対する分布

1000 部以上を頒布する上位 6%のサークルによる頒布が総頒布数の 41%を占めているという結果が出た。

一般参加者エージェントが目的サークルリストを形成する際、まずこの割合に基づいて「どの区間のサークルを目的とするか」を決定し、更に「シミュレーションされる東 1~3 ホール内のサークルは、頒布数が多い順にシャッター前、壁、誕席、島中に配置される」という仮定によって以下の表ができる。

	シャッター前	壁	誕席	島中	合計
	19	70	576	3040	3705
3000~	19	18			37
1500~3000		52	22		74
1000~1500			111		111
500~999			259		259
300~499			184	149	333
150~299				518	518
100~149				481	481
50~99				740	740
0~49				1152	1152

表 3. 東 1~3 配置・頒布数内訳

ここから、例えば 16%で 1500~3000 部区間と決定されたのち、52/74 で壁、22/74 で誕席という割り振りが行われることとなる。

一般参加者が幾つのサークルを訪れるかについては、以下の情報から推定する。

支出額[円]	割合[%]
0	3
2500	17
7500	17
20000	32
40000	17
75000	12
100000	2

表 4.支出額分布

頒布物の平均価格を 800 円とし、この分布から参加者の購入数分布を決定する。また、平均支出額が 25000 円であることと総頒布部数の推定値から、東 1~3 ホールへの一般参加者の来場者数も推定可能である。

表 3 から計算すると、東 1~3 ホールの一日の総頒布部数は 100 万部程度である。このことから、来場者数は約 3 万人。開場 4 時間後まで一定ペースで入場があると仮定すると、1 秒間つまり 1 ステップあたり 2 名の入場があると推定できる。

なお、緒元は 2010 年夏のコミックマーケット 78 における調査結果³⁾によるものであるが、参加サークル数・来場者数ともに当時から大きな変化はないため、現在にも適用可能と考える。

3 シミュレーション結果

2節まで紹介したモデル及び数値をartisocに実装し、実験を行った。

2.4節で決定した数値に基づいたシミュレーションaでは、図1の写真のような過密状態は生じず、また全体として実際の様子より極めて閑散としていた。

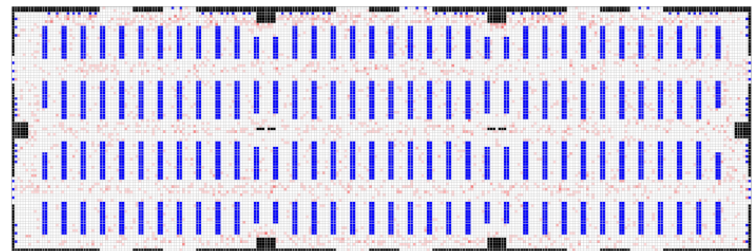


図10.シミュレーションa

島中の各通路にいるのが数人程度というのは、実際にはまず見られない状況である。

このことから数値の見直しを行った結果として、支出額から算出した「頒布物を購入したサークル数」は「巡回を行ったサークルの中で、購入を行ったもの」であり、「全ての参加者は同程度に巡回を行っているが、支出額が最大の者はその全てで購入を行っている」仮定を導入することとした。

この仮定によるシミュレーションが図11に示すシミュレーションbである。

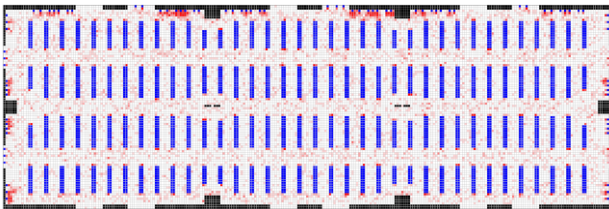


図11.シミュレーションb

壁、誕席サークルまわりで若干の混雑があり、島中の通路に十数人以上がいるという、実際の混雑状況に近いシミュレーションとなった。

しかしながら、図1の写真のような島中の通路が完全に埋まるほどの混雑状況は起きなかった。シミュレーションcにおいては来場者数を増やすという試みを行ったが、人が詰まるのは主に上部の壁サークルまわりで、島中が先に詰まるということは起きなかった。

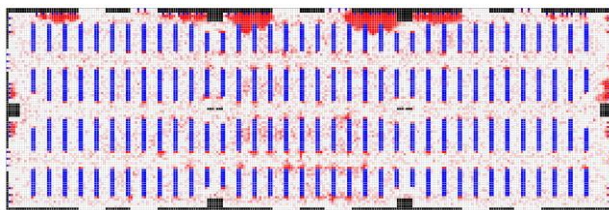


図12.シミュレーションc

そこで、図1の過密状態の発生場所の特性について着目した。

実際のコミックマーケットにおいて、サークルの配置は特定のジャンルによって固められている。参加サークルは受理された応募の中から抽選によって決まっているため、参加サークルのジャンル数分布は応募サークルの分布に等しく、従って一般参加者の需要分布もそれに等しいため、これによって人口密度の偏りが生じることはない。

しかしながら、ジャンル数の過去からの推移に着目すると、それとは異なる現象が起きている可能性が生じた。

	C88	C89	C90	C91	C92	C93
A	306	294	336	572	930	1498
B	1846	2062	2062	2153	1802	1460
C	332	360	342	343	408	458
D	944	970	1,110	1,024	1,080	1,175

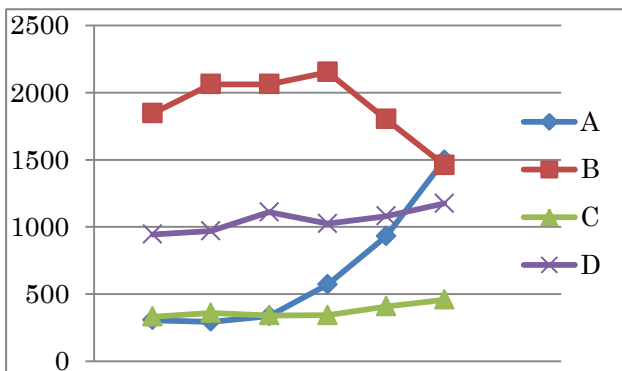


図 13.表 5.ジャンル数推移

A,B,C,Dいずれも同ホールに配置されていたジャンルであるが、過密状態の発生した場所に配置されていたのはこのうち急激に伸びているジャンルAである。

コミックマーケットは応募から実際の開催まで半年のタイムラグがある。つまり、配置による空間的余裕量は応募時の需要に比例するが、実際に空間的余裕に負荷をかける需要はその半年後のものである。

仮にここ二年間と同様のペースで需要が伸びていたと仮定すれば、配置数に対して1.7倍の需要が生じていたこととなる。それを設定に組み込んで行ったのがシミュレーションdである。

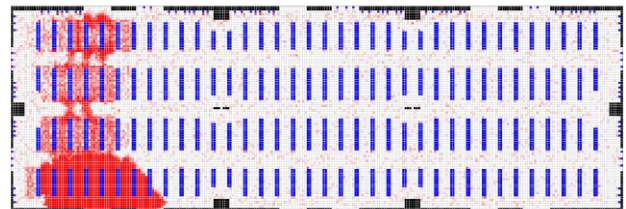
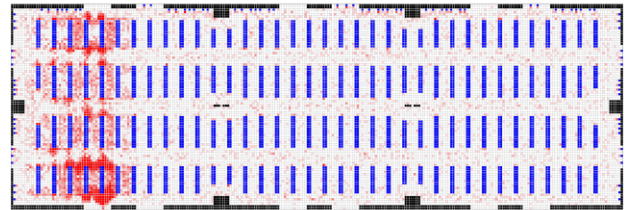


図14.シミュレーションd

下部の島の端から詰まりはじめ、放っておくと際限なく過密状態を広げていくという、実際に遭遇したのと近い現象が確認できた。

5 おわりに

今回は得られたデータの解釈を行う行動モデルの構築・数値設定の検討の段階に留まったが、今後は本来の目的である多様な配置の検討を行っていきたい。

また、上部の壁サークルが明らかなボトルネックとなる傾向がある点について、モデルの不備なのか実際にそのような性質が生じる点なのか未解明のままであるので、より広範な調査の必要がある。

参考文献

- 1) コミックマーケット公式サイト:コミックマーケット年表(2018)
- 2) 兵庫県警察:雑踏警備の手引き(2002)
- 3) コミックマーケット準備会・コンテンツ研究チーム:コミックマーケット 35 周年調査報告(2011)