# Biham-Middleton-Levine (BML) モデルにおける交通流の時間変化

名大・工　　　石橋　善弘

## 1．序

交通流のセル・オートマトン・モデルには、BMLモデルを基礎にした、いろいろの変型がある。いずれにしろある濃度以下では自己組織化したパターンができ、車は自由に流れ、車の濃度を増すにつれて、部分渋滞を経て完全渋滞に至る。いうまでもなく、完全渋滞は、局所的な濃度の揺ぎが引き金になって生ずる。本稿では、揺ぎの効果を知るために、むしろ濃度揺ぎがないとして、平均場的な考え方に立って交通流の時間変化を議論してみる。

## 2．速度の時間変化

BMLモデルでは、あるセルの時刻t＋1における状態は、関係のある近隣のセルの時刻tにおける状態で一意的に決まる。しかし、近隣を含めた特定の状態の発生は、車の濃度に依存して確率的である。

ある時刻tにおける東行き、北行きの車の平均速度を$v_{x,t}$、$v_{y,t}$とすると、第1図に示すような車配列と各々の発生確率が得られる。

これを元に、時刻t＋1における東行き、北行きの速度をきめる車配列の発生確率を列挙すると、第2図が得られる。さらに、これを使って$v_{x,t+1}$は、

$$(p_x v_{x,t} + p_x)\{p_x(1 - v_{x,t}) + p_y(1 - v_{y,t})p_y/p$$

$$p_x p_y(1 - v_{x,t}) + p_x v_{x,t} p_y\} + p_x v_{x,t} p_y v_{y,t}$$

$$= p_x(1 - v_{x,t+1}) \qquad (1)$$

と書かれる。北行きに関しては、上式で置換$p_x \rightarrow p_y$、$v_{x,t}$

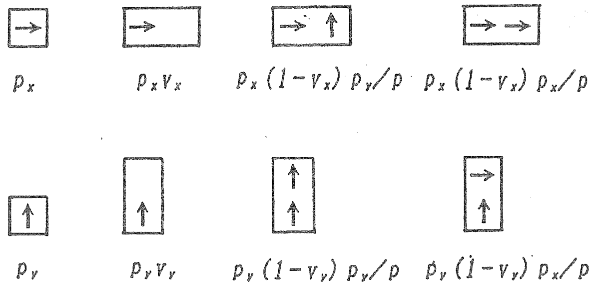
$\to v_{y,t}$、$v_{y,t} \to v_{x,t+1}$を行って式が得られる。

1次元の場合は$p_x = p$, $p_y = 0$とすると最終速度は
$v = \frac{1}{p} - 1 \leq 1$と得られる。これはまさに厳密解である。

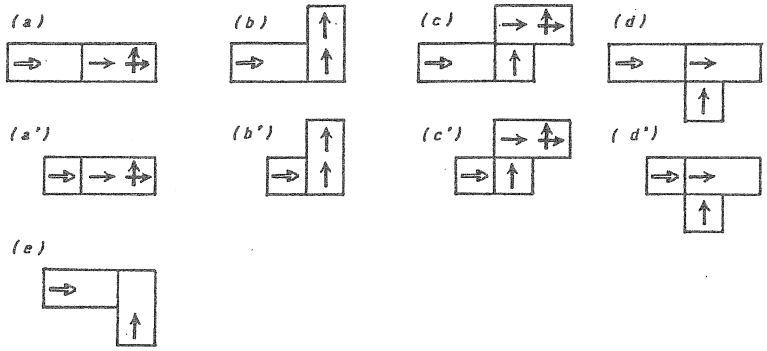
2次元の場合の最終速度は$v_{x,t} = v_{x,t+1} = v_x$、$v_{y,t} = v_{y,t+1} = v_y$とおき、上式（省略されている北行きに関する式を含めて）を解くことによって得られる（第3図）。1次元のとき、厳密解が得られていることから考えて、2次元で得られた解は、$p_y \ll p_x$の場合には比較的良い解になっているであろう。もちろん、それ以外の場合、たとえば$p_y = p_x$のような場合の解は、ミシュレーションから得られているものとは著しく異なる。

## 3．結語

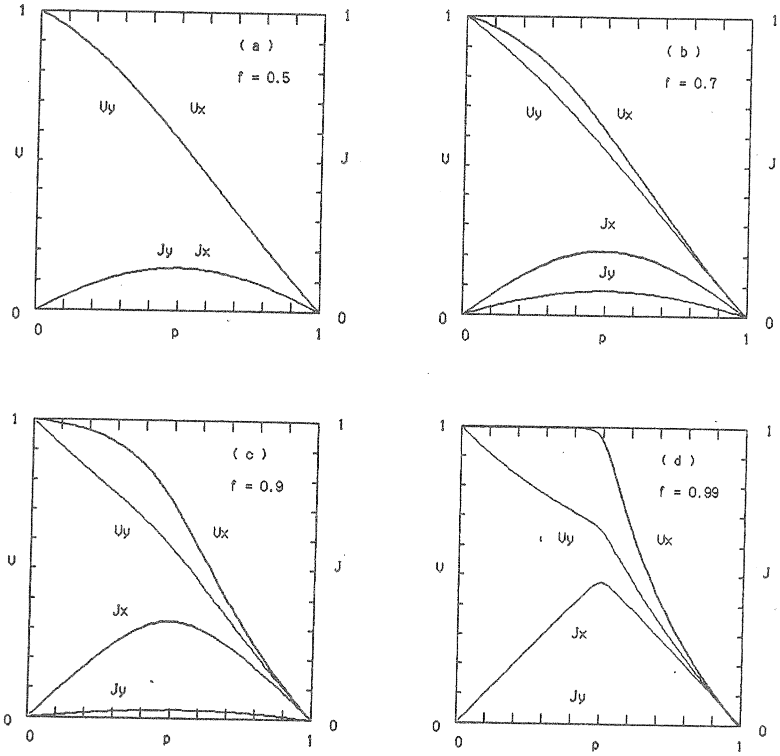
本稿では、BMLモデルにおける交通流の時間変化を、無限系を念頭において平均場的な立場から解析した結果について述べた。勿論、完全渋滞は濃度揺ぎの成長の結果起るものであり、本稿での取扱いそのままのものとは、もともと相容れないものがある。しかし、（1）式を有限系に応用できるように書き直したり、（1）式に濃度揺ぎの効果をつけ加えるような修正することは可能であろう。




第1図




第2図




第3図