

21

エージェントベースモデルを用いた保健所における天然痘テロ対策の評価

方法に関する検討

京都大学大学院 工学研究科 都市環境工学専攻 奥村光 内山巖雄 村山留美子

A Study on Provision of Public Health Centers against Smallpox Terrorism by an Agent Based Model

Kyoto Univ. Urban Environmental Engineering Hikaru Okumura Uchiyama Iwao
Murayama Rumiko

1. はじめに

近年、米国の炭そ菌テロを契機にわが国においても生物テロ対策が進められてきているが、欧米と比較すると対策が遅れているのが現状であり、今後、迅速な対策の整備が求められている。生物テロの中でも最も危険性が高く生物テロに使用される可能性が高いのが一類感染症に指定されている天然痘である。国内の天然痘予防接種が行われなくなった現在では、30歳以下の若者で天然痘の免疫を持たない人口は4000万人にも上り、仮に天然痘ウイルスがテロリストの手に渡り、生物テロに用いられた場合には、非常に大きなリスクが生じ、大きな被害が予想される。こうした生物テロへの対策において、地域レベルでは保健所が中心となって動いていくことになるが、今まで発生したことのないような状況に対応できるのかという危惧がある。天然痘対応マニュアルが整備されていなかったり実際に対応する準備が整っていなかったりする自治体や保健所がまだ残されているのが現状である。このような背景のもとで、近畿圏の指定都市の保健所における生物テロ対策の現状を把握し、改善策を分析・検討すると共に、天然痘テロリズムが実際に起こった場合に第一に必要な保健所の接触者調査の問題点について検討を行った。

2. 方法

- ・SOARSというエージェントベースシミュレーションソフトを用いて、エージェントベースで天然痘患者の拡大と接触者数の増加の様子をシミュレートした。
- ・実際に行ったアンケート調査によって行動のパターンを23種類用意してランダムに当てはめ、感染率や発症率等の必要なパラメータを設定してシミュレートした。
- ・現時点で接触者調査に動員可能な人数で拡大を抑えられるのかどうか、また、天然痘テロへの対応の流れにおいて各対応までにかかる時間を変化させ、それによって感染者の隔離や天然痘テロの終息までの時期にどのような影響が出るかを調べた。これにより、保健所の接触者調査における人員が実際に足りるのか、テロの終息に効果的なファクターについて検討した。
- ・接触者調査動員可能な人数については、近畿圏の3つの保健所にインタビュー調査を行い、同時に各保健所の対策準備状況や意識についても調査した。

2.1 アンケート調査

本シミュレーションでは、種痘による免疫がなく活発に行動を行う可能性の高い学生が天然痘テロの標的となった場合を仮定し、最初の感染者を著者と設定した。ここでは、著者から直接接触する可

能性のある人を中心にアンケートを依頼し、タイムテーブルに沿って7日間分の行動と各行動における接触者の数、接触距離、接触時間、年齢を各接触者について記入してもらい、データを集計した。このデータを元に、最初の感染者以外の行動パターンと接触者の増やし方を各日について設定した。

2.2 シナリオ

本シミュレーションでは感染者を大学生と設定し、主に学校やアルバイト先、移動中や外食において周囲の人間と接触し、接触者や感染者を増やしていくものとする。接触者は大学の教授や大学生、アルバイト先のスタッフ、その他公共の交通機関で接触する面識の無い人が考えられる。本シミュレーションでは、天然痘に感染した患者は初めに1人と設定した。これは、シミュレーションを大規模にすることによって不確定要素が増え、正確な結果を得られない場合を懸念し、アンケート調査による実際の動きを基にして、具体的な状況を知ingことを目的とするためである。

最初の感染者に症状が現れ、病院に行き診察を受け、医師により天然痘の疑いがあると診断されると、保健所や厚生労働省を通じて、国立感染症研究所へ検体の調査を依頼する。検体の調査によって天然痘と確定された時点から接触者調査が開始される。水疱等の天然痘特有の症状が出るのが、感染力を持った時点から約1日であるので、ここでは最初の感染者が発症してから、発疹が現れ初めに病院に行くまでに1日と設定した。国が活動制限のアナウンスを行い、接触者調査が進み、隔離される人数が増えていくことによって天然痘テロは終息へと向かうと考えられるため、この時点でシミュレーションを終了とした。

2.3 パラメータ

各々のパラメータの数値に関しては、これまでに判明している天然痘に関する情報や、これまで行われてきた天然痘の拡大シミュレーションモデルで使われている数値を参考にして、感染率(接触頻度や接触時間に応じて18%, 38%, 58%)²⁾、発症率(95%)³⁾、接触距離(2m以内の接触に感染可能性を与えた)⁴⁾、感染力を持つ期間(二度目の発熱、発疹が口蓋咽頭にできる頃から最後の痂皮が落屑するまでの間)⁴⁾を決定した。

2.4 シミュレーションの実行

条件を変えてシミュレーションを複数回行った。変化させる条件は、天然痘テロの拡大リスク軽減のファクターとなり得るものとして、以下のa)~c)を設定した。

- a) 最初の感染者が初めに病院に行ってから何度かの診療の後、医師に天然痘の疑い例と診断され隔離されるまでの日数: x (日)
 - b) 最初の感染者が隔離され、検体が国立感染症研究所に運ばれ天然痘であると確定されるまでの日数: y (日)
→保健所による接触者調査開始までの日数: y (日)
 - c) 検体が国立感染症研究所に運ばれ天然痘であると確定された後、国が活動制限のアナウンスを行うまでの日数: z (日)
- a)~c)のいずれの場合においても最初の感染者が発症してから、発疹が現れ初めに病院に行くまでに1日と設定した。ここでは、 $2 \leq x \leq 3$, $y=2$, $2 \leq z \leq 6$, と設定し、 x と y の最大値と最小値を各々抽出してシミュレーションを行った。

3 結果

3.1 a)による接触者数・感染者への影響

$z=2$ と固定し, x の値を変化させ, アナウンスが行われるまでの接触者数をカウントし, その増加の様子を図 1 と表 1 に示した。最初の感染者が初めに病院に行ってから医師に天然痘の疑い例と診断され隔離されるまでの日数が 1 日遅くなることによって, アナウンスまでに接触者調査の対象人数は約 2 倍に増え, 感染者数も増加することが分かった。

$x=2$ の場合, 接触者調査の開始時期は 5 日目であり接触者数は 97 名, $x=3$ の場合, 接触者調査の開始時期は 6 日目であり接触者数は 189 名であるため, いずれの場合においても 1 日での対応は困難であろうと考えられる。接触者のうち一次接触者数に限定すれば 1 日での対応も可能であると考えられる。

3.2 c)による接触者数・感染者への影響

$x=2$ と固定し, z の値を変化させて, アナウンスが行われるまでの接触者数をカウントし, その増加の様子を図 2 と表 2 に示した。検体が国立感染症研究所に運ばれ天然痘であると確定された後, 国が活動制限のアナウンスを行うまでの日数が 4 日遅くなることによって, 接触者調査の対象人数は約 2 倍に増えた。

また, 一次接触者数のうち, 知人以外であり隔離された直後に連絡が取れず捕捉不可能な人数がアナウンスまでに増やす二次接触者数についてはアナウンスが遅れる $z=6$ の場合の方が大幅に多く, 新たな発症者が生じることが分かった。

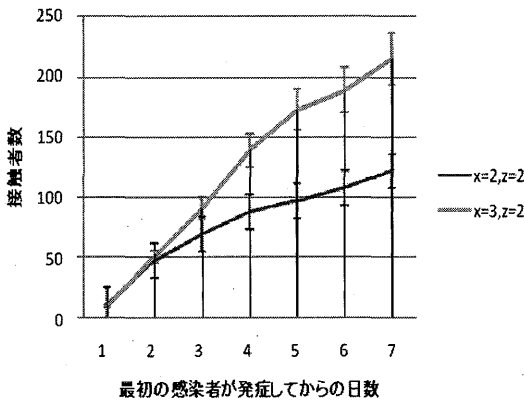


図 1 a)による接触者数増加の様子の比較

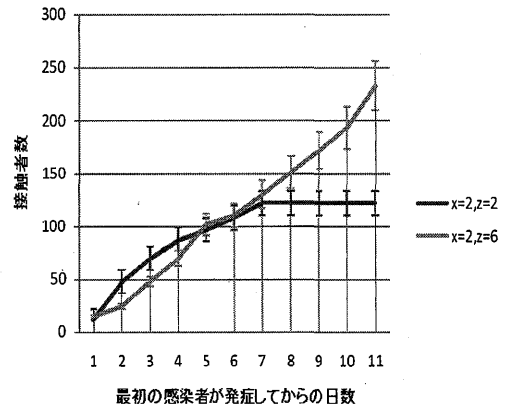


図 2 c)による接触者数増加の様子の比較

表 1 a)による接触者数の増加の様子

	1	2	3	4	5	6	7
$x=2, z=2$	11	48	70	88	97	108	122
$x=3, z=2$	10	51	91	139	173	189	215

表 2 c)による接触者数の増加の様子

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
x=2, z=2	11	48	70	88	97	108	122	122	122	122	122
x=2, z=6	15	25	48	70	102	110	130	151	172	193	233

4.結論

- (1) 接触者調査に関しては今回の調査対象とした保健所の現状からすると、一次接触者までの調査であれば対応可能であろうと考えられる。本研究における小規模な場合でさえ、天然痘対応指針により求められている二次接触者までの調査は1日では対応が難しいと考えられるが、実際にテロが発生する際は多数の感染源が同時に発生する可能性が高いため、より対応が困難になることが予想される。
- (2) アナウンスまでの迅速かつ慎重な対応によって新たな感染源となる発症者の発生を防ぎ、封じ込めに大きく寄与すると考えられる。最初の感染者が発症した日から7日以内にアナウンスを行えば、感染源の第2例目を出さなくて済み、天然痘テロの終息を格段に早めることが可能になると考えられる。
- (3) 各都市における感染症対策において、地域によって経験と意識に格差がある。
- (4) 種痘に対する知識の不足や種痘の方法に関するマニュアルが周知されていないために、十分な種痘技術を持った医師がほとんどいない。
- (5) 臨床診断において正確かつ迅速に天然痘と診断することが出来る知識を持った医師の育成が天然痘テロの封じ込めに大きく影響を及ぼすことが分かり、早急な対策が必要であることが示唆された。

参考文献

- 1) アンジェロ・アクィスタ, “生物・化学・核テロから身を守る方法”, 1-11, p.84
- 2) 国立感染症研究所, 全国感染症対策担当者会議資料, (2003)
<http://idsc.nih.go.jp/disease/smallpox/1smallpox.pdf>
- 3) 川村純一, “病いの克服, 日本痘瘡史”, p.114-118
- 4) 厚生労働省健康局結核感染症課, 天然痘対応指針(第5版), 13-II, (2004)

キーワード: 天然痘, 生物テロリズム, 保健所, 接触者調査, シミュレーション

Key Words : smallpox, bioterrorism, public health center, epidemiology, simulation