

厚生労働科学研究 研究費補助金

特別研究事業 (H16-特別-005)

危機管理における備蓄の経済学に関する研究

平成16年度 総括研究報告書

主任研究者 安川文朗 (同志社大学)

平成17年(2005)年 4月

目 次

総括研究報告

バイオテロにおける備蓄の経済分析：基本概念と分析モデル 主任研究者 安川文朗	1
---	---

資料 1

バイオテロ対策に関するこれまでの日本語文献と要約	35
--------------------------	----

資料 2

CDC（米国疾病管理・予防センター）による天然痘への対応計画とガイドラインの抄訳	53
--	----

資料 3

学会発表論文：「バイオテロの水際対策」 勝田英紀（研究協力者） 安川文朗（主任研究者）	99
---	----

総括研究報告（本文）

バイオテロにおける備蓄の経済分析：基本概念と分析モデル

主任研究者 安川文朗（同志社大学研究開発推進機構専任フェロー）

研究要旨

バイオテロの脅威が認識されるなか、生物兵器の特徴や症状、医療機関や行政の対応のあり方について多数の論述がなされてきた。しかし、バイオテロに対する備蓄の実態や、経済的な合理性、可能性に関する議論はこれまでほとんどおこなわれていない。

バイオテロに関する備蓄の経済合理性を議論するために、従来は Risk Analysis の手法を使って被害予測やワクチンの費用対効果などがアメリカで試みられてきた。しかし、Risk Analysis ではリスクの動学的な変化の分析が難しく、またテロリストと政府との間の戦略的対応も十分考慮されていない。そこで近年、合理的選択理論やゲーム理論によるテロへの対応を分析する経済モデルが登場している。これらのモデルは直接費用効果の分析を志向するものではないが、テロにおける備蓄の基本的なスタンスを検討するうえで、不可欠の理論的根拠を提示するものと期待される。

はじめに

本稿の目的は、文献調査を通じてバイオテロの備蓄に関する経済分析に必要な基本的概念と分析モデルを提示し、今後の研究の進展に資することである。

2001年9月11日の米国同時多発テロ以後、テロの脅威が現実のものとして認識され、国家レベルでのテロ対策が進められている。日本においても、9.11以前のオウム真理教による松本サリン事件および地下鉄サリン事件を契機に、生物化学テロ（BCテロ）に対する具体的な警戒と対応マニュアルが、国レベルで取りまとめられてきた。

しかし、本稿の対象であるバイオテロに関していえば、これまでの議論は、テロの脅威に関する一般的な認識と、テロが発生した場合の関係機関の連絡協力体制のあり方を列挙したもの、もしくは医学的見地からのサーベイランスの必要性やワクチン接種の是非、医療機関における患者への対応のあり方、連絡通報経路などを概念的に整理したものが中心であり、実際にテロが発生した場合の初動体制をだれがどのように指揮するのか、いつまで、どれくらいの要員で対応にあたるべきなのかといったことが明示されていない。その理由は、幸か不幸かわれわれがまだ現実のバイオテロに遭遇したことがなく、具体的な被害想定や備蓄のレベルについてのリアリティを持ち得ないからであり、それゆえにテロ対策に必要な予算や資源配分の決定をおこなう経済的な裏づけを持っていないからでもある。

本稿では、これまでに幾人かの論者や研究者によって提示されてきたバイオテロの経済学的分析に関する仮説やモデルを検討しながら、バイオテロへの具体的な対応の根拠としての「備蓄の経済分析」について、①経済分析のための基本的な概念枠組み、②それをふまえた分析モデルの提示、③分析上の検討課題、といった観点から議論する。なお本稿では議論の対象をバイオテロに限定するとともに、分析の実例はおもに文献の紹介をもってかえ、本稿独自の分析は別稿に譲ることとする。

1. バイオテロ研究のこれまでの蓄積

1-1. バイオテロ研究のトピックスと研究概要

はじめに、これまでのバイオテロに関する研究蓄積を概観しておきたい。テロリズムが現代の技術革新の進んだ社会にとって大きなリスクとなりうるという認識は、特にアメリカでは同時多発テロ以前から存在し、主としてリスク分析の分野から研究がおこなわれてきた（たとえば Marts & Johnson, 1987、Cox, 1990、Bier, 1997、Haime et al., 1998、Bier et al., 1999 など）。バイオテロの脅威にかかわる研究も、1990年代後半から米国を中心に始められたが、その数が飛躍的に増えたのはやはり、2001年の炭疽菌事件以降であるといえるだろう。なお、天然痘や炭疽菌などの感染症に関する研究はそれ以前から多数存在するが、ここでは本稿の目的にしたがって、バイオテロに直接関係する研究に限定して概観する。

バイオテロに関するこれまでの研究を5つのトピックで整理すれば、

- 1) テロに使用される可能性のある生物剤の特徴と臨床像、効果に関する議論
- 2) バイオテロに対する医療機関の対応、関係機関の連携および公衆衛生の役割に関する議論
- 3) 天然痘の場合にけるワクチン接種の効果と副作用、およびワクチン接種政策の是非に関する議論
- 4) 生物テロ発生時の感染拡大と被害に関する数理モデルおよびリスクアセスメントの理論を援用したテロのリスク測定の議論
- 5) シナリオにもとづく被害想定シミュレーション（実験および理論的検討）

などである。

1) 2) の議論はここ数年日本でも盛んになってきた。1) では公衆衛生や感染症の専門家を中心に解説やバイオテロモデルが数多く紹介されている（蟻田, 2002、倉田, 2002、岩田, 2002、加來, 2003、Blendon R. et al. 2003, Lupatkin H. et al. 2004, McKenzie E. 2004、

Henderson D. et al.1999 他) いっぽう、2) に関しては、厚生労働省の事務連絡「国内における生物テロ事件発生を想定した対応について」が出されて以後、多くの報告や提言が公にされてきた(佐藤,2002、倉田,2002、岡部,2002 嶋津,2002,2003、嶋津ら,2002、大西,2002、西野,嶋津,2003、ジリンスカス,2003、他)。これらの議論ではほぼ一致して、バイオテロの特徴として①テロによる感染症の発生と自然な流行との識別がつきにくいこと、②確定診断が遅れること、③診断がついた時点では医療機関の収容能力をはるかに上回る大量の患者が発生していること、④救急隊員や医療従事者などが最初の対応者となること、⑤二次感染、三次感染の危険が高いこと、などが指摘されており、これに対して、日ごろから感染症サーベイランスを緻密に実施すること、行政、自衛隊・警察、医療機関との連携強化をはかること、医療従事者の危機管理の万全と教育訓練の充実をはかること、そして住民のパニックを防ぐために適切な情報提供をおこなう体制を整えることが提言されている。

また 3)では、天然痘ワクチン接種の効果とリスクがいくつかの角度から比較検討されている(Kretzschmar et al.2004, Leissner K. et al.2004, Kuhles & Ackman 2003, Kaplan et al.2002,英国では Jefferson 2005 ほか)。たとえば Bozzette et al.では、第二次大戦後のヨーロッパと北米におけるこれまでの天然痘の発生記録と、専門家のエキスパートオピニオンをベースに、潜伏期間や発現期間、初期対応の場所(病院、地域)別の二次感染率などモデル化したうえで、テロ攻撃の発生確率と発生場所別のテロによる感染死亡者数とワクチン接種による死亡者数とを推計した。結果から、バイオテロ攻撃の可能性が低い場合には、医療従事者への事前のワクチン接種が総死亡者数を減らす効果をもつ(かつ接種ありの場合の総死亡者数<接種なしの死亡者数)が、テロ攻撃の可能性が高い場合には、一般市民への広範な接種が効果的であることが示唆されている(Bozzette et al.,2004)。いっぽう、バイオテロリスクの測定をおこなうことは、テロの背景に関する「総合的なフレームワーク」(大内、大山,2003)を理解することであるという認識のもとで、感染範囲や第一次感染者の数、予防の介入方法の違いをコントロールしたシミュレーションによって、テロ発

生後の二次感染リスクを評価している (Meltzer, Damon et al.,2001)。

さいごに5)では、バイオテロ攻撃が実行された場合の被害予測を、いくつかの病原体といくつかのシナリオによって試みている。たとえば Inglesby では、メリーランド州のフットボール場に上空から炭疽菌がばらまかれた場合の感染の仕方、感染者の数、パニックの状況などがシミュレーションされている(Inglesby,1999)。また、デンバーの町にペスト菌が散布されたことを想定した「トップオフ TOPOFF」と呼ばれるシミュレーション (Inglesby, et al.,2000) が存在する。さらに、2001年6月(9.11テロの3ヶ月前!)に、米国国際問題研究所(CSIS)をはじめとする4つのバイオテロ研究施設が、「ダークウインターDark Winter」と呼ばれる図上演習を実施し、米国における天然痘の発生から感染拡大までの経路のシミュレーションを通じて、米国の天然痘テロに対する備蓄量が緊急対応には不十分であることが示されている(O'Toole& Inglesby,2001)。これらのシミュレーション分析は、被害の予測や備蓄量の妥当性を検証するためだけでなく、テロ発生時における行政や公衆衛生、医療、企業や一般市民の直面する問題を提起して、テロへの対応について真剣に考えるための教育的側面をもっている。

1-2.バイオテロの経済分析はどの程度進んでいるか

アメリカでは同時多発テロ以前から、日本では同時多発テロ以降という違いはあるものの、上記5つのトピックのようなバイオテロへの脅威と対応のあり方に関わる研究がここ数年間で蓄積されてきているのに比べて、バイオテロの経済学的な分析に関する研究蓄積はあまり進んでいないように思われる。

因みに、バイオテロの経済分析には、次のようなトピックがふくまれるであろう。

- 1) バイオテロへの対応に必要な資源の備蓄に関する国家予算の配分とその妥当性
- 2) バイオテロ発生時の被害額の算定

3) バイオテロの備蓄におけるコスト・ベネフィット分析

まず、1) の国家予算のうち、アメリカの状況についてはいくつかのデータが公表されている。アメリカではバイオテロ対策として、2003 年度では総額約 60 億ドル(6,600 億円)が計上されており、この額は前年度予算 15 億ドルと比べ実に 3 倍以上に及んでいる。アメリカがいかにバイオテロの脅威を実感しその防御に真剣に取り組んでいるかがわかる(因みに 2004 年度の国家安全保障省全体への予算配分は 294 億ドルで、9.11 の同時多発テロ以来、アメリカでは国土安全保障のためにこれまでに 1,050 億ドル(約 12 兆円)を注ぎ込んでいる)(Doyle,2004)。また、2003 年度予算のうち、CDC(Center for Disease Control and Prevention)へ 16 億ドル、NIH(National Institute of Health)に 18 億ドルが配分されており、半分以上が医療・公衆衛生セクターにおけるアクティビティを考慮した予算となっている(Front Line Strategic Consulting, Inc.2003)。

いっぽう、予算の妥当性や執行の効率性に関しても、いくつかの調査研究がなされている。Bashir et al.では、2004 年 2 月に全米郡・市医療行政官協会 National Association of County and City Health Officials(NACCHO)が実施した、2002 年度予算のもとでの各州のバイオテロ対策進捗状況に関する調査が紹介されており、そこでは、米国のテロ対策予算増額政策が、州レベルでのバイオテロに対する公衆衛生的備蓄を進展させているという楽観的な結論が述べられている(Bashir et al.,2004)。これに対して、非営利の医療分野調査機関である Trust for American Health は、同じく 2002 年度に CDC を通じて各州に配分された公衆衛生部門におけるテロ対策予算が、各州でどの程度活用(執行)され、バイオテロへの備えが改善されたかを数値でアセスメントした。アセスメントは、予算執行の状況、人的・物的インフラ整備の達成度、危機対応プランの策定状況など 10 個の指標に対する「YES」「NO」でおこなわれ、「YES」と答えた場合に 1 点を与えて、総点数を州ごとに比較している。アセスメント結果は、州ごとの単純な点数比較だけでなく、アメリカの公衆衛生部門が全般的にどの程度バイオテロに対応できる態勢を整えつつあるかという観点

から提示され、1) 州レベルでの公衆衛生部門の予算は低下傾向にあること、2) 政府の予算増額にもかかわらず、必要な人的・物的資源の整備はなかなか進んでいないこと、3) 危機対応プログラムは各州が作成しているものの、必要な教育、連携の態勢は必ずしも十分ではない、といった点が指摘されている (Trust for American Health,2003)。

このような「予算配分とその効果」に関する活発な議論とくらべ、2) のバイオテロ発生時の被害額算定や 3) のコスト・ベネフィットの分析はきわめて乏しい状況にある。2) についていえば、対イラク戦争における細菌兵器による兵士の死亡者数予測 (米国自然資源防衛評議会防衛評議会(NRDC),2003) などの、ある意味で実践的なシミュレーション分析を別とすれば、コスト分析の進んでいるアメリカでさえ、公にされた研究成果は少ない。ここでは、Kaufmann et al.によるバイオテロ攻撃の直接・間接費用の計算 (試算)、および Abt et al.による、貨物輸送システムへの攻撃シナリオによる被害と予防効果の試算を紹介する。Kaufmann et al.は、バイオテロのインパクトを規定する要因として、使用する細菌の毒性や散布の方法、被曝者の数、彼らの免疫度、効果的な救援態勢の有無、二次感染の可能性などをあげ、また備蓄の最適コストを、初回のテロ攻撃で回避可能なロス (=初動介入の時点で確認されたすべてのロスから、初動時の効果的な介入でも回避不可能であったロスを差し引いたもの) として定義したうえで、人口 10 万人の都市がテロ攻撃の標的となった場合を想定して炭疽菌、野兔病などの作用菌別に曝露後の医療費、生産性のロス、死亡コスト (所得のロス) を計算した(Kaufmann et al.,1997)。その結果、ブルセラ菌の場合の 4800 万ドル/10 万人から、炭疽菌の場合の 260 億ドル/10 万人まで、50 倍以上のレンジでバイオテロの経済インパクトが計算されている。いっぽう、Abt et al.は、アメリカ経済が物流輸送システムに大きく依存している実態をふまえて、ニューヨーク、ワシントン DC、ロサンゼルスなどの大都市圏の空港、港湾、鉄道、地下鉄駅で、同時に天然痘とペスト菌が噴霧されたというシナリオを想定し、2003 年時点でのアメリカにおけるテロ備蓄の実態をベースラインに、テロが成功した場合の死亡者数、死亡の統計的価値、貿易の停滞

やさまざまな資産へのダメージなどを推定するとともに、米国政府がバイオディフェンスの改善のために年 100 億ドルを支出した場合、損失がどれだけ削減されるかを予測した (Abt et al.,2003)。彼らの試算では、100 億ドルをテロ対策整備に追加投下しても、テロ対応の総コストは280 億ドルから3800 億ドルもの幅で削減できると結論づけている。しかし彼ら自身もレポートのなかで表明しているように、「テロ対策の成果については、実際には正確な数値化は難しい」。したがってここでの計算は、必ずしも合理性のある備蓄量にもとづく備蓄の効果が推計されているわけではなく、「目安」以上の情報とはなっていない。

いっぽう、日本の文献は、大学における予防医学や環境衛生等の研究室ベースでのシミュレーションを除けば、バイオテロの被害予測や被害額の算定結果はほとんど公表されていないといつてよい。バイオテクノロジーのもつ危険性や生物兵器の技術的側面、バイオテロ災害に対する日本とアメリカの医療的対応の比較検討など、現時点におけるもっとも包括的なバイオテロ研究と思われる杉島らの研究でも、被害想定およびそれにもとづく経済的価値付けなどの作業はおこなわれていない (杉島編,2003)。

1-3.なぜバイオテロの経済研究が進まないのか

日本でバイオテロの損害額がほとんど予測されていない理由を考えることは、そのまま日本（政府）のバイオテロに対する基本的なスタンスを考えることと同じである。アメリカは 9.11 および首都での炭疽菌テロ以降、アフガン、イラクに対して次々と「テロとの戦い」という名目の武力行使をおこなった。政治的判断の妥当性や倫理的善悪はともかく、相手を「大量破壊兵器を使えるテロリスト」とであると認識することは、そのままアメリカ政府に「具体的なテロの脅威」を考慮させる結果となった。それゆえ、生物兵器によるテロに対抗すべく、「国土防衛」のための資源備蓄やテロ対策に関わるさまざまな分野での研究開発に必要な巨額の予算要求が議会を通過し、またテロの実行を想定したシミュレーシ

ョン分析や演習が行われてきたと考えられる。

対して日本では、1995年にサリン散布という化学テロを経験したことから、生物剤・化学剤を用いたテロに対する対処マニュアルの整備をすすめるとともに、感染症対策、ワクチン準備といった保健医療態勢の強化を進めるための予算を支出してきたといわれる。しかし、一連の対応経過をみると、バイオテロに対する日本の基本的なスタンスは、「テロとの戦い」や「テロからの防衛」というアグレッシブな対応というよりも、危機管理としての省庁間、関連機関間の「調整」に主眼をおいた対応であるように思われる。それゆえ、日本の都市や施設がテロの標的となり、何十万という人々が生物剤による感染症に罹患していくというシナリオを描き、それがどれくらいの人的社会的被害をもたらすのか、経済的なダメージを蒙るのかをイメージして、それに必要な備蓄を進めることよりも、いざというときの関係機関の行動指針や基準を定めて、いわば責任の所在を明確にしておくことを優先したといえるのではないか。もしそうだとすれば、バイオテロの被害額や備蓄のコストを計算しても、迅速な予算措置があまり期待できないから、行政担当者も研究者も民間企業も、真剣にシミュレーションやコスト分析をおこなうインセンティブは小さくなってしまおうと思われる。

しかしもちろん、理由はそれだけではない。Kaufmann らがまさに示しているように、使用される細菌の毒性や散布の方法、散布される地域住民の数や免疫度、効果的な救援態勢の有無、二次感染の可能性など、バイオテロのシミュレーションを規定する要因は複雑でかつ水準も無限に想定可能である。また、バイオテロは他の化学テロや核攻撃とことなり、誰がいつどこで攻撃を開始したかを特定することが限りなく困難で、かつ感染症の潜伏期間によって、攻撃がおこなわれてもすぐに被害が認知されず、バイオテロと認識されたときにはすでに二次感染のリスクが存在するなど、予防の面からも備蓄の面からもその基礎となるシナリオを作ることが大変難しい。こうしたバイオテロのテロとしての特徴も、被害や備蓄の経済学的評価のおおきな障害になってきたのは事実であろう。

そこで次節では、先行研究の成果をふまえながら、バイオテロの経済分析をおこなうための基本的な概念枠組みを検討し、それに基づく分析モデルを提案してみたい。

2. バイオテロの経済分析における基本的概念構成と分析モデル

2-1. バイオテロの基本特性と経済学的フレームによる理解

すでに触れたように、バイオテロに使用される生物剤は、テロリストにとってきわめて都合のよい、それゆえにテロの標的である市民や国家にとってはきわめてやっかいな特性を持っている。表1は、米国CDCによるバイオテロ使用可能剤の一般的な特性を列挙したものである。また表2は、ジリンスカス(2003)による、バイオテロ攻撃発生時に直面する状況特性である。

表1. バイオテロに使用される可能性のある生物剤の特性

- * 製造コストが小さい
- * 病原体の培養が容易で、短期間に大量の培養が可能
- * 輸送や散布が容易
- * 病原体を持ち歩いても探知機などによるチェックが不可能
- * 感染力が強い
- * 潜伏期間が長い
- * 国内での発生例がない、あるいは少ししかなく、大部分の医師が病原体感染に関する臨床経験をもたない
- * 診断・治療が困難で感染対策もとりにくく、死亡率も高い
- * 有病期間が長く、二次感染、三次感染のスピードも速い
- * 社会的心理的にパニックを引き起こす

表 2. バイオテロ攻撃発生時に人々が直面する状況

- *人為的な感染症の流行（すなわちバイオテロの実行）があったとしても、最初は
実行者以外、原因となる病原体、感染源が誰にもわからない
- *大規模な流行が発生した場合、ほとんどの救急医療関係者や医療機関の従事者、公
衆衛生の専門家は、それを自然発生的なものともみなす可能性が高い
- *国や地方自治体の緊急時の対応計画が、救急医療処置や医療機関の受け入れ態勢を
機能させることができるかどうか、初動の成否をにぎる

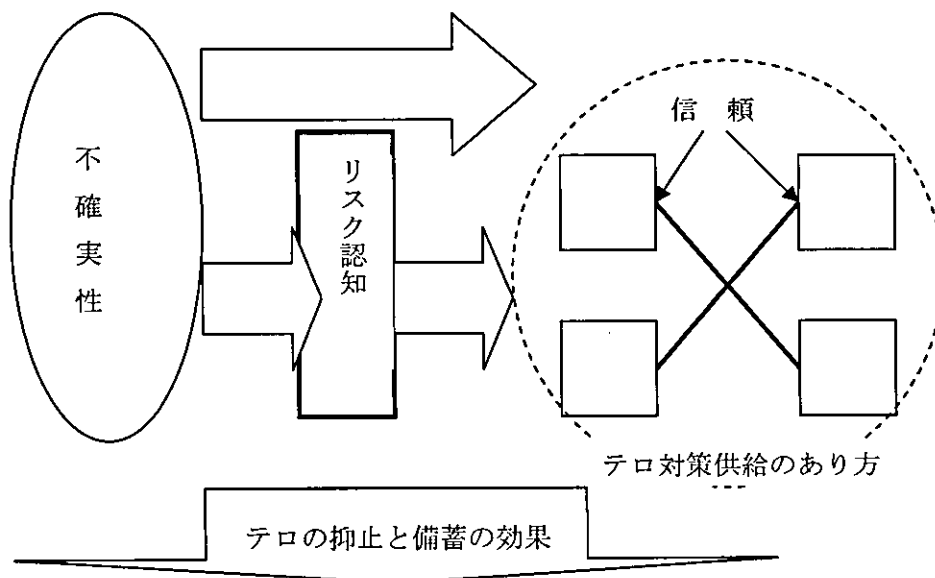
なお表 2 ではふれていないが、個人情報保護にもとづく個人の権利と、有事の際の公的機関による行動規制との関係をどう調整するかといった問題も、バイオテロにおいて直面する重要な課題であることはいうまでもない。

以上のような整理から、われわれはバイオテロという分析対象の経済学的な観点からの特性を理解することができる。ここでのキーワードは、「不確実性」「リスク認知の困難性」「テロ対応財の供給のあり方」「信頼」である。すなわち、生物剤は密にかつ安価に製造され、テロの実行サイトまで密かに運ばれる。そこで誰が、いつ、どのようにしてその生物剤を散布もしくは付着させたかは、少なくとも事前にはわからない。それゆえ、テロ対策そのものはたえず深刻な「不確実性」に直面することになる（どんな備蓄でも、それは明確な予測にもとづくものではないために、その効果に対する評価も“推測”の域を出ない）。また、感染症の著しい流行がおこっても、その初期症状が他の見慣れた感染症の症状と似ていれば、テロのリスクに対する日ごろの認識が低い場合には、テロ攻撃の事実と感染拡大のリスクを見過ごすか、あるいは不当に低く「認知」してしまう。さらに、テロへの対応は国家によって（公費を使って）提供される「公共財」と考えられるが、その提供を実質的に担うのは公的私的医療機関であり、医療従事者である。テロ対応の提供者がいかに有効に対策を実行できるかは、単に提供者の能力だけでなく、提供のしくみや提供の

財源に大きく影響される。仮に公共財であるテロへの対応が全く私的医療機関での私的供給に依存すると、必要な需要量に対して供給は過少にしかなされない（これを「公共財の私的供給問題」という。詳しくは Stiglitz(1988)ほかを参照のこと）。そして、緊急時の政府や行政の対応が効果的に機能するには、関係する医療機関等のあいだの連絡調整とともに、住民の協力が不可欠となるが、それを引き出せるかどうかは、日ごろから地域住民や国民が行政や政府に対してどのくらいの「信頼」をおいているかに依存するであろう。

以上を整理すると、バイオテロの経済分析における基本的概念図は図2のように描けるだろう。不確実性の高いテロと対峙する政府・一般市民にとって、的確にテロリスクの認知をおこない、必要な対応を迅速におこなえる態勢づくりと教育訓練が、実質的にテロを抑止し備蓄の効果を高める。バイオテロの経済分析は、一定の予算制約のもとで、テロの抑止と備蓄の効果が最大になるような資源配分のあり方を検討することにほかならない。

図2. バイオテロの経済分析の基本的概念図



ジリンスカスらにもとづき安川が作成

2-2.分析モデル化の要件と基本モデル

以上の基本概念を、実際の経済分析モデルに反映させるにはどうしたらよいだろうか。

仮にうえの概念をそのまま応用してテロ対策の効果を評価するためには、少なくとも

- 1) バイオテロの不確実性の程度 (=テロの不確実性尺度)
- 2) バイオテロリスクの認知度 (=テロをテロと認識する確率)
- 3) 生物剤そのものの総量や威力についての範囲の定式化 (=生物剤のタイプ)
- 4) テロに対する初動態勢の総量と、予想外の救急医療需要への対応可能性についての定式化 (=供給可能資源の量×質)
- 5) テロへの効果的な対応 (医療資源等を最大に活用することを含む) を阻害する要因の定式化 (=地域特性、パニックの発生可能性)

を考慮しなければならないだろう。

これらを考慮すると、バイオテロのごく基本的な経済分析におけるファクターの関係は、

$$\max E = E(\rho, \theta, N, t, \varepsilon) \quad (1)$$

とかけ、またその記述モデルは、

$$E = \theta \rho \cdot (1 - \theta)(1 - \rho) + N^t + \varepsilon \quad (2)$$

E : バイオテロの抑止と備蓄効果

ρ : バイオテロの実行確率

θ : バイオテロの実行を正しく認知する確率

N : バイオテロの被害を最小限にする資源供給のベクトル

t : バイオテロに対する資源供給に関する阻害係数

ε : その他の環境要因

とかけるであろう。

もちろん、上記の(1) (2) からただちにバイオテロの経済評価が導かれるわけではなく、この基本モデルによりリアリティをもたせて、実際に分析可能なモデルを作らなければならない。なお、上記のモデルはバイオテロに対する備蓄のあり方を検討するためのひとつ

のモデル例であり、その基本構造はいろいろなかたちで表現可能である。たとえば Blair et al.は、バイオテロのリスクを抑止し、テロ攻撃の結果 Consequences を最小にするような以下のような記述モデルを提案している (Blair et al.,2004)。

$$C=C\{H+P\cdot T\cdot(W\times M)+R\} \quad (3)$$

C: Limiting bioterrorism attack consequences

H: Homeland defense/security & counter terrorism

P: Organizational/systematic bioterrorism preparedness

T: Terrorist operational capacity & external support

W: Bioterrorism weapon or weapon cocktail

M: Use of bioterrorism force multipliers

R: Organizational & System response & adaptation to bioterrorism

2-3.バイオテロの経済分析モデル

1) Risk Analysis Model

上記 (2) および (3) の記述モデルにもとづく経済分析モデルとは、実質的には記述モデルの各項を計算可能なかたちに変換することに他ならない。ではどのような分析モデルが考えられるであろうか。

前節での文献的検討から、現時点ではまだバイオテロの経済分析モデルは確立していないことが理解されたが、Kaufmann ら (1997) が指摘したとおり、バイオテロの被害は使用された細菌の毒性や散布の方法 (=感染可能性)、被曝者の数や免疫度、そして対応の準備水準に大きく依存する。言い換えると、テロのリスクは「テロの脅威そのもの threat」と「攻撃対象の頑健さ (脆弱さ) vulnerability」というリスクに大きく分解することができる。ある事象おけるリスクの大きさが人々の健康や環境、社会に及ぼす影響を総合的に研究する学問領域として「リスク学」があり、すでに 30 年以上の歴史を有している。経済学とリスク学は近接領域のひとつとして相互に深い結びつきをもっており (酒井,2000)、

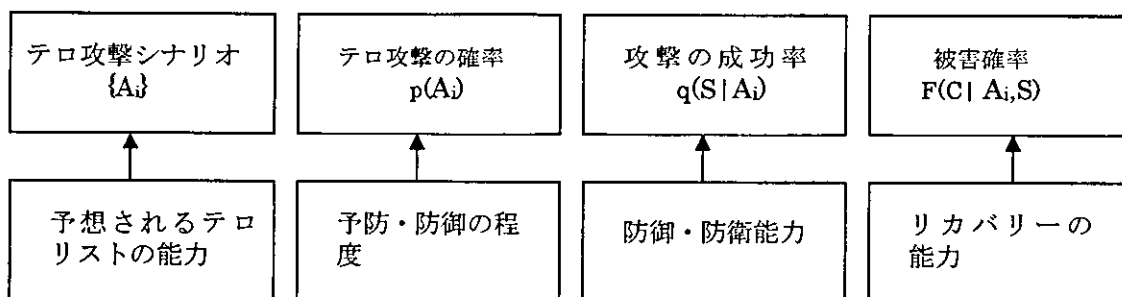
経済的意思決定のあるところにはかならずリスクの概念が登場する。その意味で、テロに関するリスクの分析 Risk Analysis から、われわれは直接間接に経済学的考察を得ることができる。

最近、南カリフォルニア大学の Winterfeldt と Rosoff を中心とする研究グループは、ロサンゼルス港の港湾施設に対する放射線物質によるテロ攻撃の脅威とその予想される結果を分析するモデルの構築に際して、上記の threat と vulnerability のというふたつのリスクに着目した Risk Analysis Model を提案した。彼らの分析モデルは、Consequences Assessment、Response Modeling、Economic Analysis という「モデルエリア」を加えた統合的な Risk Analysis であり、Threat Analysis、Vulnerability Analysis、Consequences Analysis という3つのサブモデルがこの分析を有機的につないでいる (Winterfeldt D. & Rosoff H.,2005)。そこで、彼らの Risk Analysis から、経済分析へのヒントを抽出してみたい。

はじめに、サブモデルである Threat Analysis と Vulnerability Analysis を簡単に説明する。まず Threat Analysis では、ある地域 i におけるテロ発生という「シナリオ」 $\{A_i\}$ を作成し、このシナリオに生起確率 p を与える $\{p(A_i)\}$ 。ここでは、テロ対象の環境状況や健康度などの要素は無視され、純粹にテロリストが想定したシナリオを実行するかどうかが問題となる。次に Vulnerability Analysis では、所与のテロ実行確率 $p(A_i)$ のもとで、その攻撃がテロリストの期待どおり成功する可能性 $q(S|A_i)$ を考える。こうすることで、テロが起きることと、それがうまくいく（損害が生じる）こととを独立に分析する。このモデルの利点は、きわめて不確実性が高い「テロの発生」を最悪のシナリオとして受け入れたとしても、その効果に影響を与える要因を独立に分析することで、テロの「結果」を、たとえばマキシマムなケースとミニマムなケースに分けて評価できることである。

そこでこのモデルに p 、 q を決定する諸要因を挿入していくことで、Risk Analysis は以下のように拡張される。

図2.拡張されたリスク分析モデル



Source: Detlof von Winterfeldt & Heather Rosoff, "Using Project Risk Analysis to Counter Terrorism" Symposium on Terrorism Risk Analysis, January 13-14, 2005 より抜粋して筆者が邦訳

テロ攻撃のシナリオ A_i は、テロリストのテロ実行能力如何によって大きく左右される。ここで実行能力とは、細菌を製造・増殖させる能力（技術）、保管する能力、運搬する能力、効果的な散布場所や付着媒体を選択する能力などが含まれる。テロリストがどんな手段で病原細菌を製造し、どのような経路で散布や付着を実施できるのかは、そのままテロ実行シナリオの設定バリエーションを決定する。また、テロリストの能力は、テロ攻撃を受ける側の予測や防御態勢のレベルによって相対的に評価されるべきである。たとえテロリストが病原細菌の入手が容易な環境にいるとしても、その殺傷能力を高めたりテロリスト自身の感染を防いだりする技術を持っていなければ、おのずからテロ実行確率 p は低くなる。

この拡張は、経済分析モデルの検討にとって重要なヒントを与える。テロリストの能力を評価するには、日ごろからテロ実行の動機をもつ組織や個人の情報を的確に収集・分析する必要がある。すなわち、情報収集や査察に投入される人的物的資源の質と量によって、テロリストの能力の測定がより精緻になり、それによってテロ攻撃シナリオ A_i が絞りこまれ、実行確率 $p(A_i)$ が低くなる。それゆえ、この分析モデルを通じて A_i および $p(A_i)$ を評価するとき、同時にその評価に必要な資源投入コストを算定することができる。このロジックは、攻撃の成功率 $q(S|A_i)$ にも適用できて、テロに対する備蓄の水準ごとに、その水準で可能なテロの成功確率の減退度を、比較的簡便に推定することができる（というのも、す