

複数インフラを対象としたテロリスク軽減情報
の開示戦略に関する研究

平成23年2月23日

京都大学工学部地球工学科土木工学コース

初山 嵩

要 旨

本研究では、複数の重要インフラを対象としたテロ行為の抑止戦略とその情報開示戦略を主観的ゲーム理論を用いて分析する。政府にとってはテロリストの存在自体が不確実である。テロリストは(仮に存在したとしても)テロ行為の意図を政府に覺られないように行動する。一方、政府もテロ対策に関する情報を公開せず、テロリストは政府がテロ攻撃に対して無防備であると想定している。このように、政府とテロリストの間に双方向の情報非対称性が存在する場合、両者が共通のゲームに参加せず、それぞれが想定する主観的ゲームを演じることになる。本研究では、このような無警戒政府の想定の下で、政府によるテロ行為の抑止戦略とその情報開示戦略の効果を分析する。複数のインフラの想定下では防御策実施の開示は標的の変更を促す可能性があり、リスクの移行性を踏まえた防御戦略の枠組みが求められる。

本研究では、政府の情報開示戦略について、テロリストの存在に関する信念、すなわち警戒水準の情報開示を行うことが社会的損失を減少させないこと、また防護策実施状況の開示が社会的損失を減少させうることを明らかにする。

目次

第1章	はじめに	1
第2章	本研究の基本的考え方	3
2.1	従来の研究概要と本研究の位置づけ	3
2.2	リスクの移行性と情報開示	4
2.3	無警戒政府と警戒政府の想定	6
第3章	基本ゲーム	8
3.1	基本ゲームの構造	8
3.2	分析の前提条件	9
3.3	テロリストの主観的ゲーム	11
3.4	政府の主観的ゲーム	12
3.5	主観的ゲームの均衡解	13
第4章	警戒水準の情報開示	15
4.1	モデルの概要	15
4.2	分析の前提条件	16
4.3	テロリストの主観的ゲーム	17
4.4	政府の主観的ゲーム	18
4.5	主観的ゲームの均衡解	19
第5章	防御策の実施に関する情報開示	21
5.1	モデルの概要	21
5.2	分析の前提条件	21
5.3	テロリストの主観的ゲーム	23
5.4	政府の主観的ゲーム	24
5.5	主観的ゲームの均衡解	27
5.6	情報開示戦略に関する政策的示唆	29

第6章 おわりに	30
参考文献	31
付録A 図・表	付-1
付録B 導出過程	付-6
B.1 4章の主観的ゲームの均衡解の導出	付-6
B.2 5章の主観的ゲームの均衡解の導出	付-12

第1章 はじめに

テロリストの攻撃対象は過去の経験からも様々である。テロリストは暴力的な方法を通じて無差別に、政府の主要施設や都市の象徴的な建造物、また空港や鉄道、公園などの公共空間においてテロ行為を行う。テロリストは、その対象を破壊することが直接的な目的ではなく、政治的・宗教的理念の達成のために無差別にテロ行為を行うことが多い。攻撃対象自体は重要ではなく、より社会的にインパクトがあり、テロ攻撃が成功しやすい対象をいかに狙うかが重要となる。一方、政府は、このような無差別なテロから社会を防御するため、あらゆる手段を講じてテロリスクを抑止、軽減する必要がある。特に、重要インフラは、一旦機能停止に陥った場合の社会的、経済的影響が甚大であるため、政府はそれらを防御するための十分な検討と対策が必要となる。しかし、テロ対象の無差別性の問題が、政府による適切な防御を困難にしていることは言うまでもない。例えば、政府があるインフラに対して十分な防御策を講じていたとしても、テロリストがその対策の実施を認識すれば、テロリストはテロ対象を変更することによって目的は達成可能である。そのため、テロリストの意思決定の変化を通じて、各重要インフラが抱える潜在的なテロリスクは変動することとなる。このため、政府は、このリスクの移行性(risk-shifting)を考慮して、適切なテロ防御策及び情報開示策を講じる必要がある。

わが国では、欧米各国のように重要インフラを対象としてテロリズム攻撃が発生したという歴史的事実を経験していない。政府と国民の間でテロリズムが現実的な脅威になっておらず、テロリズムに対する防護措置の必要性や防御水準に関して国民の間でコンセンサスが形成されているわけではない。すなわち、政府と国民の双方が、テロリズムの脅威を現実のリスクとして認知していない状態にある。いわば、政府がテロリズムを実質的な脅威として認知していないという想定(以下、無警戒政府(*naive government*)の想定と呼ぶ)を共有している。政府と国民が無警戒政府の想定を共有している場合、政府が仮にテロリズムに対する防御政策を検討し、テロ対策を実行に移したとしても、政府がテロ対策の実施に関する情報を開示しない限り(潜在的なテロリストも含めて)政府が無警戒であるという国民の信念は影響を受けない。本研究では、このような無警戒政府の想定の下で、政府

による最適なテロ対策の実施や情報開示政策に関して分析するとともに、これらの政策が持つ潜在的な重要インフラに対するテロ攻撃の抑止効果について分析することとする。当然のことながら、重要インフラに対するテロ対策に関する情報開示が常に最適であるという保証はない。ある重要インフラのテロ対策の実施に関する情報開示は、当該インフラの被害を軽減させる上では有効と考えられるが、社会全体としてのテロリスクを減少させる保証はどこにもない。リスクの移行性の問題を考慮すれば、あるインフラの情報開示がきっかけとなり、他のインフラのテロリスクを上昇させることも起こりうるだろう。このため、政府は、移行的なテロリスクを抑止しながら、社会全体のテロリスクを軽減するようなテロ防御策、情報開示策を講じることが求められる。すなわち、テロ防御策及び情報開示策を通じて、テロリストにテロ行為の対象を変更させるのではなく、テロ行為自体を躊躇わせるような対策を構築する必要がある。

以上の問題意識の下で、本研究では政府とテロリストの双方が、それぞれ相手の存在を仮想的に想定した主観ゲームを独立に演じているような状況を想定する。その上で、政府による重要インフラの防御戦略及び情報開示戦略がテロ攻撃の抑止効果に及ぼす影響について分析する。政府による情報開示は、それぞれが独立に演じている二つの主観的ゲームを部分的に連結させる役割を果たす。本研究では、このような部分的に連結された主観的ゲームを定式化し、政府による情報開示戦略がテロリストによるテロ攻撃選択行動に及ぼす影響を分析する。

以下、2.では、本研究の基本的な考え方を述べる。3.では、基本モデルを定式化し、無警戒政府の想定の下での主観的ゲームを用いて、政府、テロリストによる防御戦略、テロ攻撃戦略について分析する。政府が二つのインフラを所有している状況を仮定し、その社会的重要度が非対称の場合を想定する。4.では、政府がテロリストの存在に関する信念に関して情報開示を行う場合を想定し、部分的に連結された主観的ゲームを用いて、政府による信念の情報開示がテロ攻撃の抑止効果に及ぼす影響を分析する。さらに5.では、政府がテロ防御策の実施状況に関して情報開示を行う場合を想定し、部分的に連結された主観的ゲームを用いて、政府による防御戦略、情報開示戦略がテロ攻撃の抑止効果に及ぼす影響を4.で想定するモデルとの比較を交えて分析する。最後に、6.において、本研究で得られた知見をまとめる。

第2章 本研究の基本的考え方

2.1 従来の研究概要と本研究の位置づけ

重要インフラに対するテロリズムとその防止対策に関する既往の研究事例は、本研究と関連の深い領域に焦点を絞れば、1) テロリズムによる重要インフラの機能停止がもたらす社会経済損失に関する研究、2) テロや犯罪攻撃に対する抑止政策に関する研究、3) テロ対策に関する情報開示政策に関する研究に大別できる。重要インフラの機能停止がもたらす経済的損失を計測した事例に関しては既に研究の蓄積がある。たとえば朴¹⁾は大飯3号機を対象にその原子力事故の損害額の導出を試みている。また、Pamela²⁾らは、テロリストと防御者の相互作用を考慮した交通ネットワークのリスク評価の枠組みを提示し、その方法論を実際の都市に適用している。Koonceら³⁾はテロリスクを考慮した安定的な電力供給のためのリスク評価の枠組みを示している。これらはリスクを定量的に評価しようとする試みである。また、実際にテロ対策を効果的に実施するための分析枠組みに関する研究も進められている。例えば、Leungら⁴⁾は、テロから橋梁を防護するための優先順位付けの方法論を示している。また、テロや犯罪攻撃に対する抑止政策に関する研究についても理論的、実証的な観点から研究蓄積がある。例えば、Landes⁵⁾は、1961年から1976年に生じたスカイジャックを対象に、逮捕の確率と刑罰の重さがハイジャックを抑止する上で統計的に優位であることを示している。また、Endersら⁶⁾はテロ組織の行動に関して、攻撃的活動と非攻撃的活動に区別した上で、非攻撃的な活動の費用を下げること、例えば民主的な政治システムや情報統制の緩和が攻撃的なテロ活動を抑止する上で有効となることを示している。またFreyら⁷⁾も理論的な観点から、テロ組織を合法的な活動へシフトさせるための和平戦略の有効性について理論的な観点から示している。

勿論、こうしたテロリスクの定量化や効果的な対策立案のための分析枠組みの発展は、テロリスクを抑止、軽減するための効率的な対策を実施するために重要な研究である。しかし、これらの発展に対して、現在の重要インフラが抱えているリスク及びそのマネジメント方法に関する情報開示が果たす役割について分析し

た事例はそれほど多くない。Lotteら⁹⁾が示すように、これまで積極的な情報公開が行われていた米国では、9.11の同時多発テロ以降、重要インフラに関する情報が完全に秘匿情報として取り扱われるようになってきている。例えば米国環境保護庁では、環境被害に関する情報がバイオテロの引き金になりかねないとしてホームページから削除されている¹⁰⁾。また、我が国においても重要インフラに関するリスク管理情報はこれまで原則、機密情報として取り扱われており、原子力等の一部の分野を除いて^{11)–13)}、情報公開制度が科学的に議論された事例は少ない。しかし、テロリスクはテロ行為に及ぼうとする人物、組織の動機に依存する。重要インフラに関するリスクマネジメントに関する情報はテロの成功を左右するため、政府が開示する重要インフラに関する情報が、テロリストのテロ行為に影響を及ぼすと考えられる。そのため、政府は適切な情報開示戦略を構築し、テロリスクを抑止、軽減する必要がある。本研究ではこのような観点から、一つの思考実験として、主観的ゲームを用いて政府とテロリストの戦略的関係性をモデル化し、政策的知見を得ることも目的とする。

2.2 リスクの移行性と情報開示

攻撃対象の無差別性とリスクの移行性を議論した研究は、まだ歴史的には蓄積は少ないものの、近年盛んに行われている。例えば、Vickiら¹⁴⁾は、2つの防護対象を前提とした上で、対策実施に関して情報公開する場合を逐次手番ゲーム、情報公開しない場合を同時手番ゲームとしてモデル化し、常に情報公開を行う場合の方が政府の期待被害額が小さくなることを示している。また、Lakdawallaら¹⁵⁾は、リスクの移行性が内在する複数の攻撃対象が存在する状況下において、自発的な防護と保険の相互作用について分析を行い、保険購入の際の政府による補助金を導入することがリスクの移行性を抑止するために有効に機能することを示している。Harveyら¹⁶⁾は、複数の政府が攻撃対象となる状況において、攻撃対象の範囲が一国内に限定される場合にはテロ対策への投資に関して協力を行わない場合投資が過剰になる一方で、攻撃対象の範囲が複数の国にまたがる場合には過剰投資も過小投資も起こりえることを示している。さらに、両者がテロ対策において協力的に投資しない場合は、テロリストに関する追加的な情報が全体での投資効率を下げうることを示している。また、Siqueiraら¹⁷⁾は施設の防護に加え、テロリストに先んじて攻撃

を仕掛けるという戦略を考慮したとしても、両政府だけではリスクの移行性を抑止出来ないことを示している。また協力的な防護策に関する意思決定は、投資の効率性を上昇させるものの、テロリストの攻撃を抑止することは出来ないことを示している。さらに、国際的テロ組織に対する一国の対策水準は、当該国と他国のリスクに差異がない場合には過少投資が起こることを示している。Bernhardtら¹⁸⁾は、複数の攻撃対象が存在し、テロリストと政府の間に情報の対称性が成立している場合に、各施設への防護投資を行う状況を想定し分析を行っている。このとき、適切に防護資源を配分した上で防護対策に関する情報を秘匿することが、重要施設に多額の防護投資を行いその事実を公開する場合よりも好ましくなることを示している。

しかしながら、これらの研究においては、政府の戦略としての明示的な情報開示戦略が考慮されていない。リスクの移行性が生じるのは、政府がある施設に防御策を講じたときではない。テロリストが防御策が実施されたことを認知してはじめて、テロリストの攻撃対象に関する意思決定が変化しリスクの移行が生じる。そのため、リスクの移行性を抑止するための情報開示政策を分析する上で、情報開示戦略を明示的にモデルに考慮することは極めて重要である。また、上記で示したいずれの研究においてもゲームの要素(利得、戦略、情報構造など)は政府とテロリストの間の共有知識と仮定されている。政府とテロリストの戦略的関係性を捉える上で、この仮定は極めて厳しい仮定である。特に、政府にとってテロリストは「見えない相手」であり、政府はテロリストの存在に関して不確実性に直面している。また、政府は重要インフラに関するリスク情報を基本的に極秘情報として取り扱っており、またテロリストも自らの存在、攻撃対象、攻撃方法等を隠しながら、テロ攻撃を行う。そのため、政府とテロリストの間には相手の戦略や利得に関する情報が共有知識となっておらず、各自がそれぞれ主観的に戦略的関係性を想定し、それに基づき意思決定を行うと考えることが妥当だろう。このため、本研究ではゲームの要素が完全に政府とテロリストの間で共有知識となっているという仮定を採用せず、政府、テロリストがそれぞれ独立に戦略的関係性を想定し、意思決定を行う「主観的ゲーム」を用いて分析を行う。このとき、政府による情報開示は、政府とテロリストのそれぞれの主観的ゲームを部分的に連結させる役割を果たす。なお、情報開示に関する既往の文献において、リスクの移行性の問題を主観的ゲームを用いて分析した事例は筆者の知る限り見当たらない。本研究では、主観的ゲームを用いて、リスクの移行性を抑止しながら社会全体のテロリスクを軽減するような

インフラ防御策及び情報開示策について分析を行う。

2.3 無警戒政府と警戒政府の想定

9.11の米国同時多発テロ以降、米国ではテロを戦争と捉え¹⁹⁾、テロを実行しうる組織を情報公開し、それら組織の活動に対する徹底的な情報収集と活動の妨害工作を実施している。また、莫大な資金を投じて様々なテロ対策を実施している。例えば、米国では、出入国時の身分証明の強化、ペンタゴン周辺の航空機の飛行制限の強化、航空機の操縦室と旅客室との隔離などテロ対策が積極的に法制度化され、それらが実行に移されている。欧米社会ではテロを現実的な脅威として捉え、様々な対策が講じているのが現状である。一方、わが国のおかれている状況は、欧米諸国とは異なる。我が国では、地下鉄サリン事件など幾つかのテロ事件を経験してきたものの、政府とテロ組織の継続的な関係が成立している事例はきわめて少なく、テロ行為は単発的なものがほとんどである。加えて、政府も、原子力発電所等極一部のインフラ施設を除いて、テロに対する積極的な取り組みを実施してきたとは言い難い。このような状況から、国民は、我が国のテロリスクは非常に低く、また政府もテロ対策を実施していないという認識を形成していると考えられる。本研究では、政府と国民がテロ行為の脅威を現実のリスクとして認知していない状態を「無警戒な政府 (naive government)」と呼び、政府とテロリストが無警戒政府の想定を共有している状況を仮定する。我が国における重要インフラにテロ対策、情報開示戦略を検討する上では、このような政府像をstatus quoとして、テロリストの行動を理解することが妥当であると考えられる。

また、政府にとってテロリストは「見えない相手」であり、政府はテロリストの存在に関して不確実性に直面する。テロリストは無警戒な政府への突発的なテロ攻撃を意図するため、自らその存在をアピールしたり、テロ計画を外部に漏洩させたりする意図を持たない。そのため、政府はテロリストの存在を主観的に判断して、政策の意思決定をしなければならない。仮にテロリストが存在しない場合には、政府は仮想的なテロリストを想定した「ひとり相撲」を演じることとなる。本来、政府は、テロリスクを定量的に評価し、その対策の費用対効果を分析した上で効果的と考えられる対策を実施すべきである。しかし、テロ対策の費用便益分析は困難な場合が多い。Daniel G. Arceら²⁰⁾は、年々現れては消えるテロリストグループに対

して、政府がテロリスクを評価するということは際限のない課題であり、正確にテロリスクを予測することは出来ない、と論じている。テロリスクは時々に変化するものであり、歴史的・文化的背景、経済情勢、政治動向等に依存する。そのため、テロリスクの客観的な評価は極めて困難であり、テロ対策に関する政策決定は、政府の主観的な評価に依拠した判断にならざるを得ない。本研究では、このような状況を考慮するため、政府はテロリストの存在に関する信念形成し、その信念に基づきテロ対策の意思決定を行う状況を仮定する。

政府は、無警戒政府の想定を前提とした上で、テロリストの存在に関する信念に基づき、警戒水準や対策実施の有無に関する情報開示策の意思決定を行う。このとき、仮に政府が情報公開を行った場合、テロリストは無警戒政府の想定が誤りであったことに気づく。すなわち、情報開示によって、テロリストは政府が防御策や情報開示策について検討している「警戒政府」であることに気づく。このとき、テロリストは政府とテロリストの戦略的関係性の想定を再構築し、テロに関する意思決定を行う。本研究では、このような政府の開示情報によって生じるテロリストの戦略的関係性の見直し効果を、驚き効果 (surprise effect) と呼び、驚き効果が果たす役割についても分析を行う。情報公開による驚き効果は、政府とテロリストの戦略的関係の認識構造が違うことから生じる。すなわち、主観的ゲームを用いることではじめて分析可能となる。本研究では、このような観点から、主観的ゲームを用いて、無警戒政府の想定を status quo としたテロ防御策、情報開示策について分析を行う。

第3章 基本ゲーム

3.1 基本ゲームの構造

以下では、政府が2つのインフラを対象にテロ防御策を実施する場合を考える。政府は、テロリストの存在に関する不確実性に直面しており、主観的確率（信念） p でテロリストが存在すると考える。政府は信念 p に基づいて、二つのインフラのテロ防御策の実施に関する意思決定を行う。一方で、テロリストは、政府がテロ防御策の実施を公開しない限り、防御策の実施について認識することはないと仮定する。テロリストはテロ防御策の実施について観察出来ないものとする。さらに、初期時点において、テロリストは政府がテロ防御策を講じていないことを期待する。テロリストは政府がテロリストの存在を認知していないことを想定しており、政府は「テロリストが『政府がテロリストの存在を認知していない』と想定している」ことを想定している。言い換えれば、「政府がテロリストの存在を認知していない」ということが、国民をはじめとしてテロリストの間で共有知識となっている。吉田ら¹⁾はこのような想定を「無警戒政府 (*naive government*) の想定」と呼んでおり、本研究でもそれに従い、無警戒政府の想定を仮定する。無警戒政府の想定の下では、政府がテロ防御策を実施していることを情報開示しない限り、政府の行動を完全に秘匿することが可能となる。一方で、テロリストも自分の存在が、政府に知られていないことを確信しており、政府がテロ防御策を実施していないことを期待する。このように、政府は無警戒政府の想定の下で、テロリストがテロ攻撃を考えるという想定の下で、政府とテロリストの間の主観的ゲームを演じる。一方、テロリストは自分の存在が察知されていないという想定の下で、政府との主観的ゲームを演じる。したがって、政府が考える主観的ゲーム Γ_G とテロリストが考える主観的ゲーム Γ_T は一致するとは限らない。なお、無警戒政府の想定は、テロリストは「テロリストが自分の存在を秘匿できている」という信念 $q=0$ を形成しており、政府は「テロリストが自分の存在を秘匿できている」という信念を持っていると知っており、このような信念に基づいてテロリストが考える主観的ゲームの内容を理解する。

図-A.1及び図-A.2は，それぞれ政府及びテロリストの主観的ゲームの木を表す．政府にとってテロリストの存在は不確実であるが，テロリストにとってその存在は確定的である．また，無警戒政府の想定から，テロリストは，政府がテロリストの存在を認知していないという信念 $q=0$ のもとで意思決定を行うことを想定して，テロ攻撃戦略を決定する．政府とテロリストの間には，このような双方向の情報の非対称性が存在し，両者のコミュニケーションが遮断されている状況を想定する．政府，テロリストはそれぞれ独立に，戦略的關係に関する主観的ゲームを構築し，それぞれテロ防御戦略及びテロ攻撃戦略に関する意思決定を行う．

3.2 分析の前提条件

政府が二つのインフラ $j \in \{1, 2\}$ を所有している場合を考える．なお，インフラ j が機能停止に陥った場合に政府が受ける被害 $L_j(> 0)$ を用いて表す．ここでは，政府にとっては，インフラ2の重要度が1と比較して高く，インフラ2が機能停止に陥った場合の被害の方が大きくなる場合を想定する．また，政府，テロリストの意思決定は，共に無警戒政府の想定のもと，独立の主観的ゲームとして定式化する．政府は，テロリストの存在に関して不確実であるが，その存在確率を主観的確率 $p \in [0, 1]$ で評価している．1に近い信念 p を形成する政府は，テロリストの存在をより確信している政府であり，0に近い信念 p を形成する政府は，テロリストは存在を低く見込む政府である．なお，政府が形成する信念 p は政府の私的情報である．無警戒政府の仮定より，テロリストは，政府が信念 p を形成していることを知らないものとし，テロ対策について検討していることを知らないものとする．すなわち，テロリストは政府がテロに対して完全に無防備であることを想定して意思決定を行う．

テロリストによる攻撃戦略 $s = (s_1, s_2)$ に関して

$$s = (s_1, s_2) = \begin{cases} (1, 0) & : \text{インフラ 1 を攻撃する} \\ (0, 1) & : \text{インフラ 2 を攻撃する} \\ (0, 0) & : \text{テロ攻撃を行わない} \end{cases} \quad (3.1)$$

を定義する． $s_i = 1$ はインフラ i への攻撃実行を表し， $s_i = 0$ は攻撃不実行を表す．なお，テロリストの攻撃を回避するためのテロ防御策に分析の焦点を絞るため，テロリストによるインフラ1, 2の同時テロ攻撃は考慮しない．これはテロリストがテロ攻撃を行うために必要な予算や資源が限られている状況に相当する．インフラ

への攻撃に際してテロリストは費用 I_i を負担する。テロリストはインフラ i への攻撃が成功することにより利得 U_i を獲得する。また、テロが失敗した場合は費用 D_i を負担する。費用 D_i には、テロ行為を実施した組織に対する国際機関からの半永久的な監視、活動介入に伴う費用を含む。分析を簡易化するため、 $D_i = D, I_i = I$ を仮定する。

次に、政府の防護戦略を

$$\delta = (\delta_1, \delta_2) \in [0, 1]^2 \quad (3.2)$$

と定義する。 $\delta_i = 1$ はインフラ i を防護する戦略、 $\delta_i = 0$ はインフラ i を防護しない戦略を表す。さらに政府がテロ対策を講じる場合には、テロ対策費用 c を支出しなければならない。また、テロリストのインフラ i への攻撃の成功確率 κ に関して、政府の物理的防護戦略 δ_i に応じて

$$\kappa_i = \begin{cases} r & \delta_i = 1 \text{ の場合} \\ 1 & \delta_i = 0 \text{ の場合} \end{cases} \quad (3.3)$$

を定義する。なお、 r に関して $0 \leq r < 1$ を満たす。政府は物理的防護策を講じることによって、各インフラに対するテロの成功確率を1から r まで低下させることが出来るものとする。

ここで政府、テロリストの利得に関わるパラメータに関して

$$(1 - r)L_i \geq c \quad (3.4)$$

を仮定する。本仮定は、テロリストの存在が確実であり、さらにテロリストが攻撃することが確実な場合は、物理的防護策を講じることによる政府の期待利得が正であることを意味する。また、テロリストの効用に関して、

$$U_i > I \quad (3.5)$$

を仮定する。本仮定は、政府が物理的防護策を講じないとき、テロリストはインフラを攻撃することにより正の利得を獲得することを示している。すなわち、テロリストは政府が物理的防護策を講じていないことを確認すれば、テロ攻撃を確定的に実施する。さらに、

$$rU_i < \bar{r}D + I \quad (3.6)$$

を仮定する。本仮定は、政府が物理的防護策を講じるとき、テロリストのインフラ攻撃を行うことによる期待利得は負になることを示している。すなわち、政府が物理的防護策を講じるとき、テロリストは攻撃を控えることが望ましい。仮定(3.8), (3.9)は、テロリストが政府の選択した戦略を観察可能な場合に、テロリストが選択する戦略が変わることを意味する。ただし、基本モデルにおいては、テロリストは政府の選択した戦略を観察出来ないことを仮定する。また、

$$L_2 > L_1 \quad (3.7)$$

$$U_2 > U_1 \quad (3.8)$$

を仮定する。インフラ i が機能停止に陥ることにより政府が受ける被害 L_i とテロリストが獲得する効用 U_i には、正の相関があるものとし、政府、テロリスト共にインフラ2を重要視している状況を仮定する。最後に、

$$rL_2 < L_1 \quad (3.9)$$

を仮定する。仮に(3.9)が満たされない場合、政府にとって防御策の実施の有無に関わらず、常にインフラ2が重要である状況を表す。すなわち、政府は常にインフラ1を攻撃させるような誘因を持つ。そのため、リスクの移行性に焦点を当てた分析はを抑止するための情報開示戦略に着目するため、

以下の分析では、政府やテロリストの戦略、利得に関するパラメータ、さらに各条件について、政府とテロリストの間の共有知識であることを仮定する。なお、政府が想定する戦略集合とテロリストの想定する戦略集合が異なる場合や想定する利得パラメータが異なる場合を仮定することがより現実的ではあるが、本研究では無用な場合分けを避け、分析の焦点をリスクの移行性と情報開示の驚き(surprise)効果のトレードオフに絞るため設けることとする。

3.3 テロリストの主観的ゲーム

テロリストは主観的に政府とテロリストの関係性を予想した上で、テロ行為に関する最適戦略を決定する。テロリストの主観的ゲーム Γ_T における政府、テロリストの最適戦略をそれぞれ、 $\delta_T = (\delta_{1T}, \delta_{2T}) \in [0, 1]^2$, $s_T^* = (s_{1T}, s_{2T}) \in [0, 1]^2$ で表そう。下付添え字 T は、テロリストが想定する主観的ゲームにおける戦略であることを意味する。

テロリストは政府が無警戒であることを期待した上で、テロ行為に関する意思決定を行う。テロリストが期待する政府の意思決定は

$$\delta_T^* = (\delta_{1T}^*, \delta_{2T}^*) = \operatorname{argmax}_{\delta_{iT} \in [0,1]^2} \sum_{i=1}^2 -c\delta_{iT} \quad (3.10)$$

として定式化される。よって、

$$\delta_T^* = (\delta_{1T}^*, \delta_{2T}^*) = (0, 0) \quad (3.11)$$

が導出される。テロリストは、テロリストが期待する政府の意思決定を踏まえた上で、テロ行為に関する意思決定を行う。このとき、テロリストの意思決定は

$$s_T^* = (s_{1T}^*, s_{2T}^*) = \operatorname{argmax}_{s_{iT} \in [0,1]^2} \sum_{i=1}^2 s_{iT}(U_i - I) \quad (3.12)$$

として定式化される。ここで仮定(3.5)及び仮定(3.8)より、テロリストの最適戦略 s_T^* は

$$s_T^* = (s_{1T}^*, s_{2T}^*) = (0, 1) \quad (3.13)$$

となる。つまり、インフラ2を攻撃することがテロリストにとっての最適な戦略である。以上より、テロリストの主観的ゲームにおける均衡解は

$$(\delta_T^*, s_T^*) = ((0, 0), (0, 1)) \quad (3.14)$$

3.4 政府の主観的ゲーム

政府の意思決定について定式化を行う。政府は、無警戒政府の想定のもとでテロリストが意思決定を行うことを期待する。ここで、政府の主観的ゲームにおける政府の防御戦略を δ_G 、テロリストの攻撃戦略を s_G で表す。なお、下付添え字 G は、政府が想定する主観的ゲームにおける戦略であることを意味する。政府の主観的ゲームにおけるテロリストの最適戦略 s_G^* は

$$s_G^* = (s_{1G}^*, s_{2G}^*) = \operatorname{argmax}_{s_{iG} \in [0,1]^2} \sum_{i=1}^2 s_{iG}(U_i - I) \quad (3.15)$$

により導出される。そのため、仮定(3.7)より

$$s_G^* = (s_{1G}^*, s_{2G}^*) = (0, 1) \quad (3.16)$$

が導出される。すなわち，無警戒政府の想定のもとでは，政府は，テロリストがテロ成功時に獲得される効用のより大きなインフラに対してテロ行為に及ぶことを期待する。このとき，政府の最適な防御戦略 $\delta_G^* = (\delta_{1G}^*, \delta_{2G}^*)$ は，

$$\delta_G^* = \operatorname{argmax}_{\delta_{iG} \in [0,1]^2} \sum_{i=1}^2 \left\{ -\delta_{iG} s_{iG} p r L_i - \bar{\delta}_{iG} s_{iG} p L_i - \delta_{iG} c \right\} \quad (3.17)$$

より導出される。そのため，

$$\begin{aligned} & p\bar{r}L_2 \geq c \text{ のとき} \\ & \delta_G^* = (\delta_{1G}^*, \delta_{2G}^*) = (0, 1) \\ & p\bar{r}L_2 < c \text{ のとき} \\ & \delta_G^* = (\delta_{1G}^*, \delta_{2G}^*) = (0, 0) \end{aligned} \quad (3.18)$$

が導出される。したがって政府の主観的ゲームの均衡解は，

$$\begin{cases} p\bar{r}L_2 \geq c \text{ のとき} \\ \quad (\delta_G^*, s_G^*) = ((0, 1), (0, 1)) \\ p\bar{r}L_2 < c \text{ のとき} \\ \quad (\delta_G^*, s_G^*) = ((0, 0), (0, 1)) \end{cases} \quad (3.19)$$

なお，テロリストが期待する政府の最適戦略 δ_T^* と，政府にとっての最適戦略 δ_G^* が，政府が形成する信念 p によっては異なりうる点は留意する必要があるだろう。無警戒政府の想定より，政府は，仮にテロリストが存在するとき，テロリストは政府がテロ防御策を講じていないことを期待して，テロ攻撃に関する意思決定を行うことを期待する。政府はそれを踏まえて，テロ防御策に関する意思決定を行う。そのため，政府はテロリストの存在に関して比較的高い信念を形成し，テロ対策による期待被害減少額がテロ対策費用を上回るとき，政府は防御策を講じる。一方，比較的低い信念を形成する政府はテロ防御策を講じない。

3.5 主観的ゲームの均衡解

政府，テロリストそれぞれが想定する主観的ゲームに基づき，テロ防御戦略，攻撃戦略を決定する。このとき，主観的ゲームの均衡解 (δ_G^*, s_T^*) 及び信念 p で評価する政府の期待利得 $V_G(\delta_G^*, s_T^*)$ に関しては，下記の二通りの均衡解が導出される。

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Case1 : } c \leq p\bar{r}L_2 \text{ のとき} \\ \quad (\delta_G^*, s_T^*) = ((0, 1), (0, 1)) \\ \quad V_G((0, 1), (0, 1)) = -prL_2 - c \\ \text{Case2 : } c > p\bar{r}L_2 \text{ のとき} \\ \quad (\delta_G^*, s_T^*) = ((0, 0), (0, 1)) \\ \quad V_G((0, 0), (0, 1)) = -pL_2 \end{array} \right. \quad (3.20)$$

Case 1 は政府がテロリストの存在に関して比較的高い信念を形成する場合である。このとき、政府は攻撃が予想されるインフラを防護し、テロリストはテロ成功時に獲得する効用がより大きいインフラを攻撃する。Case 2 は政府がテロリストの存在に関して比較的低い信念を形成する場合である。このとき、政府はインフラを防護せず、テロリストは同様にテロ成功時に獲得する効用がより大きいインフラを攻撃する。主観的ゲームの均衡解では、政府が形成するテロリストの存在に関する信念 p に応じて政府が選択するインフラの防護戦略は変わりうるものの、テロリストの意思決定は不変であるという結果が導出される。

なお、本ゲームは、政府とテロリストの間の 1 回限りの戦略的関係性を表現しているモデルであることは留意が必要である。政府とテロリストが複数回にわたって、本ゲームをプレイするとき、実際に獲得する利得に基づいて、政府とテロリストがそれぞれどの戦略を選択したかを推測可能である。このとき、政府とテロリストの間で想定していた無警戒政府という政府像はもはや成立しない。例えば、政府がテロ防御策を講じ、政府がそのインフラを攻撃した場合、テロリストは政府が無警戒であるという想定が誤りであったことに気づき、複数のインフラの防御策について検討している政府であることを認識し、両者の戦略的関係性の想定を再構築するだろう。このような学習プロセスを分析することは、恒常的なテロ組織について分析する上では大変重要である。しかし、我が国のように歴史的にテロの経験が少なく、テロリストの存在自体が不確実な状況においては、無警戒政府の想定を前提とした上で、政府による望ましい防御策や情報開示策について分析することが妥当であろう。次章以降では、このような状況を想定した上で、政府による防御策の実施状況に関する情報開示策が果たす役割について分析する。

第4章 警戒水準の情報開示

4.1 モデルの概要

基本ゲームと同様に、政府が2つのインフラを管理し、政府とテロリストが無警戒政府の想定を共有している状況を *status quo* として分析を行う。政府は私的情報であるテロリストの存在に関する信念 p の情報開示戦略について検討する。図-A.3は、信念に関する情報開示戦略を考慮した主観的ゲーム Γ_G^B の木を表している。また、無警戒政府の想定より、テロリストは政府が信念に関する情報開示戦略を検討していることを知らないが、政府が信念に関する情報を開示した場合には、テロリストは戦略的関係性の想定を再構築する。そのため、政府が開示する情報 n^B に応じて、テロリストが主観的に構築するゲームは異なる。図-A.4及び図-A.5は、受け取るメッセージ n^B に応じたテロリストの主観的ゲーム $\Gamma_T^B(n^B)$ の木を表す。政府はメッセージ n^B を開示することを通じて、テロリストが演じる主観的ゲームを制御することが可能となる。

なお、本モデルは、信念 p に関するメッセージを公表するという非現実的な情報開示戦略を想定している。現実的には信念を情報開示する場合、「テロ防御策に関する検討を開始した」というメッセージを採用することが考えられる。このようなメッセージを受けて、テロリストは政府の信念 p に関する自分の信念 q を、様々な状況証拠に基づいてベイズ更新を試みる。本研究では、誠実政府の想定が共有情報になっているため、テロリストは政府のメッセージを信用し、テロリストの信念 q を p に変更すると仮定する。テロリストのメッセージに対する反応行動に関しては、テロリストの合理性のレベルに応じて多様なモデル化が可能である。たとえば、テロリストの主観的ゲームにおけるペイオフ・パラメータに関して、テロリストがメッセージを用いてベイズ更新するような情報ゲームをモデル化することも可能である。特に、政府の情報開示がテロリストの想定するテロ行為の成功確率に及ぼす効果を分析するためには、このような主観的ゲームの高度化が必要となるだろう。この問題に関しては今後の課題としたい。

4.2 分析の前提条件

政府はテロリストの存在に関して信念 $p \in (0, 1]$ を形成している。政府が形成する信念 p は政府の私的情報である。無警戒政府の想定の下で、政府が信念 p を開示する場合を考える。政府の情報開示戦略について、メッセージ

$$n^B = \begin{cases} n_p : \text{信念 } p \text{ を開示する} \\ n_\phi : \text{何も開示しない} \end{cases} \quad (4.1)$$

を用いて定義する。ここで、政府は誠実であり嘘はつかない（誠実政府の想定）を採用する。すなわち、信念 p を形成している政府が信念 $p' \neq p$ を情報開示することはない。さらに、誠実政府の想定が、政府とテロリストの間で共有情報になっている。政府が何も情報開示しない場合、テロリストはメッセージ n_ϕ を受け取ると考える。

テロリストは、政府がメッセージ n_p を開示する時、無警戒政府の想定、すなわち、 $q = 0$ であることが誤りであることに気づく。政府は信念を開示することで、テロリストの信念 q' は、

$$q' = \begin{cases} p : \text{メッセージが } n_p \text{ のとき} \\ 0 : \text{メッセージが } n_\phi \text{ のとき} \end{cases} \quad (4.2)$$

のように更新される。テロリストの主観的ゲーム $\Gamma_T^B(n^B)$ におけるテロリストの戦略を

$$s(n^B) = (s_{1T}^B(n^B), s_{2T}^B(n^B)) = \begin{cases} (1, 0) : \text{インフラ 1 を攻撃する} \\ (0, 1) : \text{インフラ 2 を攻撃する} \\ (0, 0) : \text{テロ攻撃を行わない} \end{cases} \quad (4.3)$$

と定義する。ただし、テロリストは、受け取るメッセージ n^B に応じて、政府との戦略的関係性を想定し、政府の戦略を予想した上で最適なテロ行為戦略 $s_T^{B*}(n^B)$ を選択する。

最後に、各ゲームの論理的順序について下記のように仮定する。政府の主観的ゲーム Γ_G^B において、政府が期待するゲームの手番を次のように表す。

- 1 $_G^B$) 政府がテロリストの存在に関する信念 $p \in (0, 1]$ を形成する。
- 2 $_G^B$) 政府がメッセージ n^B を選択する。
- 3 $_G^B$) 政府がテロ防御戦略 $\delta_B^M(n^B)$ を選択する。

4_G^B) テロリストがテロ攻撃戦略 $s_G^B(n^B)$ を選択する.

また, テロリストの主観的ゲーム $\Gamma_T^B(n^B)$ においてテロリストが期待する論理的順序を次のように表す.

1_T^B) テロリストが「自分の存在は秘匿できている」という信念 $q=0$ を形成する.

2_T^B) テロリストがメッセージ n^B を受け取り主観的ゲームを再構成する.

3_T^B) 政府がテロ防御戦略 $\delta_B^M(n^B)$ を選択する.

4_T^B) テロリストがテロ攻撃戦略 $s_T^B(n^B)$ を選択する.

4.3 テロリストの主観的ゲーム

まず, 政府が $n^B = n_\phi$ を選択した場合を考えよう. これはすなわち政府が信念を開示しない場合である. このとき, 基本ゲームと同様に, テロリストは無警戒な政府の想定に従い次のように最適戦略 $s_T^{B*}(n_\phi)$ を決定する.

$$s_T^{B*}(n_\phi) = \operatorname{argmax}_{s_{iT}^B(n_\phi) \in [0,1]^2} \sum_{i=1}^2 s_{iT}^B(n_\phi)(U_i - I) \quad (4.4)$$

ゆえに,

$$s_T^{B*}(n_\phi) = (0, 1) \quad (4.5)$$

が成立する. すなわち, テロリストは, 情報が何も開示されないとき, 政府が無警戒であるという想定に従い, 常にインフラ2を攻撃する. $n^B = n_\phi$ のときのテロリストの主観的ゲームの均衡解は次のようにまとめられる.

$$\left(s_T^{B*}(n_\phi), \delta_T^{B*}(n_\phi) \right) = \left((0, 1), (0, 0) \right) \quad (4.6)$$

次に, 政府がメッセージ n_p を選択し, 信念 $p \in (0, 1]$ を開示する場合を考えよう. このとき, テロリストは無警戒政府の想定が誤りであったことに気づき, テロリストが形成する信念 $q=0$ を q' に更新する. 誠実政府の想定が政府とテロリストの共有知識であることより, テロリストの更新された信念は $q' = p$ と表される.

このとき, テロリストの最適戦略は

$$s_T^{B*}(n_p) = \operatorname{argmax}_{s_{iT}^B(n_p) \in [0,1]^2} \sum_{i=1}^2 \left\{ \delta_{iT}^B(n_p) s_{iT}^B(n_p) (rU_i - \bar{r}D - I) + \bar{\delta}_{iT}^B(n_p) s_{iT}^B(n_p) (U_i - I) \right\} \quad (4.7)$$

また,テロリストが期待する政府の最適な防御戦略は,次のように定式化される.

$$\delta_T^{B*}(n_p) = \operatorname{argmax}_{\delta_{iT}^B(n_p) \in [0,1]^2} \sum_{i=1}^2 \left\{ -\delta_{iT}^B(n_p) \{s_{iT}^B(n_p)prL_i + c\} - \bar{\delta}_{iT}^B(n_p)s_{iT}^B(n_p)pL_i \right\} \quad (4.8)$$

以上より,テロリストの主観的ゲーム $\Gamma_T(n_p)$ における均衡解 $\delta_T^B(n_p), s_T^B(n_p)$ は

$$\left\{ \begin{array}{l} p\bar{r}L_1 \geq c, p\bar{r}L_2 \geq c \text{ のとき} \\ \quad \left(\delta_T^{B*}(n_p), s_T^{B*}(n_p) \right) = \left(\left(\frac{U_1 - rU_2 + \bar{r}D}{\bar{r}(U_1 + U_2 + 2D)}, \frac{U_2 - rU_1 + \bar{r}D}{\bar{r}(U_1 + U_2 + 2D)} \right), \left(\frac{L_2}{L_1 + L_2}, \frac{L_1}{L_1 + L_2} \right) \right) \\ p\bar{r}L_1 < c, p\bar{r}L_2 \geq c \text{ のとき} \\ \quad \left(\delta_T^{B*}(n_p), s_T^{B*}(n_p) \right) = \left(\left(0, \frac{U_2 - U_1}{\bar{r}(U_2 + D)} \right), \left(\frac{p\bar{r}L_2 - c}{p\bar{r}L_2}, \frac{c}{p\bar{r}L_2} \right) \right) \\ p\bar{r}L_1 < c, p\bar{r}L_2 < c \text{ のとき} \\ \quad \left(\delta_T^{B*}(n_p), s_T^{B*}(n_p) \right) = \left((0, 0), (0, 1) \right) \end{array} \right. \quad (4.9)$$

のように導出される.

4.4 政府の主観的ゲーム

政府が開示する最適メッセージ n^{B*} を導出しよう. 政府の戦略を n^B の関数として $\delta_G^B(n^B)$ で表す. 政府は,テロリストがメッセージ $n^B \in \{n_p, n_\phi\}$ を受け取り,テロ行為に関する意思決定を行うと期待する.

政府がメッセージ n_ϕ を選択するとき,テロリストの信念は更新されず,テロリストは無警戒政府の想定に従い意思決定を行うことを期待する. このとき,基本ゲームと同様に,政府,テロリストの最適戦略 $\delta_G^{B*}(n_\phi), s_G^{B*}(n_\phi)$ 及び政府の期待利得 $V_G^B(\delta_G^{B*}(n_\phi), s_G^{B*}(n_\phi))$ は.

$$\left\{ \begin{array}{l} c \leq p\bar{r}L_2 \text{ のとき} \\ \quad \left(\delta_G^{B*}(n_\phi), s_G^{B*}(n_\phi) \right) = \left((0, 1), (0, 1) \right) \\ \quad V_G^B(\delta_G^{B*}(n_\phi), s_G^{B*}(n_\phi)) = -c - prL_2 \\ c > p\bar{r}L_2 \text{ のとき} \\ \quad \left(\delta_G^{B*}(n_\phi), s_G^{B*}(n_\phi) \right) = \left((0, 0), (0, 1) \right) \\ \quad V_G^B(\delta_G^{B*}(n_\phi), s_G^{B*}(n_\phi)) = -pL_2 \end{array} \right. \quad (4.10)$$

が導出される.

次に, 政府がメッセージ n_p を選択する場合について考える. このとき, 政府はテロリストが信念を更新した上で, 次のように最適な戦略を選択することを期待する.

$$s_G^{B*}(n_p) = \operatorname{argmax}_{s_{iG}^B(n_p) \in [0,1]^2} \sum_{i=1}^2 \left\{ \delta_{iG}^B(n_p) s_{iG}^B(n_p) (rU_i - \bar{r}D - I) + \bar{\delta}_{iG}^B(n_p) s_{iG}^B(n_p) (U_i - I) \right\} \quad (4.11)$$

また, 信念を開示したときの政府の最適戦略は,

$$\delta_G^{B*}(n_p) = \operatorname{argmax}_{\delta_{iG}^B(n_p) \in [0,1]^2} \sum_{i=1}^2 \left\{ -\delta_{iG}^B(n_p) \{prL_i s_{iG}^B(n_p) + c\} - \bar{\delta}_{iG}^B(n_p) pL_i s_{iG}^B(n_p) \right\} \quad (4.12)$$

により導出される. 以上よりメッセージ n_p の下での政府の主観的ゲームの均衡解及び政府の期待利得は次のように与えられる.

$$\left\{ \begin{array}{l} p\bar{r}L_1 \geq c, p\bar{r}L_2 \geq c \text{ のとき} \\ \quad \left(\delta_G^{B*}(n_p), s_G^{B*}(n_p) \right) = \left(\left(\frac{U_1 - rU_2 + \bar{r}D}{\bar{r}(U_1 + U_2 + 2D)}, \frac{U_2 - rU_1 + \bar{r}D}{\bar{r}(U_1 + U_2 + 2D)} \right), \left(\frac{L_2}{L_1 + L_2}, \frac{L_1}{L_1 + L_2} \right) \right) \\ \quad V_G^B(\delta_G^{B*}(n_p), s_G^{B*}(n_p)) = -c - \frac{p(1+r)L_1L_2}{L_1 + L_2} \\ p\bar{r}L_1 < c, p\bar{r}L_2 \geq c \text{ のとき} \\ \quad \left(\delta_G^{B*}(n_p), s_G^{B*}(n_p) \right) = \left(\left(0, \frac{U_2 - U_1}{\bar{r}(U_2 + D)} \right), \left(\frac{p\bar{r}L_2 - c}{p\bar{r}L_2}, \frac{c}{p\bar{r}L_2} \right) \right) \\ \quad V_G^B(\delta_G^{B*}(n_p), s_G^{B*}(n_p)) = -pL_1 - \frac{c}{\bar{r}} \left(1 - \frac{L_1}{L_2} \right) \\ p\bar{r}L_1 < c, p\bar{r}L_2 < c \text{ のとき} \\ \quad \left(\delta_G^{B*}(n_p), s_G^{B*}(n_p) \right) = \left((0, 0), (0, 1) \right) \\ \quad V_G^B(\delta_G^{B*}(n_p), s_G^{B*}(n_p)) = -pL_2 \end{array} \right. \quad (4.13)$$

したがって政府の最適なメッセージは次のように与えられる.

$$n^{B*} = \begin{cases} \forall \{n_\phi, n_p\} & : p\bar{r}L_2 \leq c \text{ のとき} \\ n_\phi & : p\bar{r}L_2 > c \text{ のとき} \end{cases} \quad (4.14)$$

すなわち, 政府には信念 p を開示する動機を持たないことが示される.

4.5 主観的ゲームの均衡解

テロリストの構築する主観的ゲームの構造は政府の開示するメッセージ n^B に依存するため, 政府は期待社会損失を常に最小化するようにメッセージの選択を行う. ここで, 情報 n_p を開示するときには, 微小ながら費用がかかることを仮定すれば,

主観的ゲームの均衡解及び信念 p で評価する政府の期待利得 $V_G(\delta_G^{B*}, s_T^{B*})$ は

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{CaseB1 : } p\bar{r}L_2 \geq c \text{ のとき} \\ \quad (n^{B*}, \delta_{1G}^{B*}(n^{B*}), \delta_{2G}^{B*}(n^{B*})) = (n_\phi, 0, 1) \\ \quad (s_{1T}^{B*}(n^{B*}), s_{2T}^{B*}(n^{B*})) = (0, 1) \\ \quad V_G((0, 1), (0, 1)) = -c - prL_2 \\ \text{CaseB2 : } p\bar{r}L_2 < c \text{ のとき} \\ \quad (n^{B*}, \delta_{1G}^{B*}(n^{B*}), \delta_{2G}^{B*}(n^{B*})) = (n_\phi, 0, 0) \\ \quad (s_{1T}^{B*}(n^{B*}), s_{2T}^{B*}(n^{B*})) = (0, 1) \\ \quad V_G((0, 0), (0, 1)) = -pL_2 \end{array} \right. \quad (4.15)$$

つまり、いかなる条件下においても、政府による警戒水準（信念 p ）の開示は行われ
ない。そのため、テロリストは無警戒政府の想定を維持したまま、テロ攻撃に関
する意思決定を行う。

無警戒政府の想定においては、テロリストは常にインフラ2の攻撃を行う。一方
で、政府が信念 p を開示する場合、テロリストは政府が無警戒な政府ではないこと
に気づき、政府のテロリストの戦略的關係を再構築し、意思決定を行う。政府によ
る信念 p の開示は、テロリストによる厳密なテロ戦略を検討する機会を与える。結
果として、政府による信念 p の開示は、政府の期待被害額が上昇することにつな
がること示される。

第5章 防御策の実施に関する情報開示

5.1 モデルの概要

重要インフラに関するテロ防御策の実施状況に関して、政府が検討する場合を取り上げる。基本モデルと同様に、無警戒政府の想定の下で、政府とテロリストはそれぞれ独立して主観的ゲームを構築し、テロ防御戦略、攻撃戦略に関する意思決定を行う。このとき、政府によるテロ防御策の実施状況に関する情報開示は、テロリストに主観的ゲームを再構築させると共に、政府の主観的ゲームとテロリストの主観的ゲームを連結させる役割を果たす。

図-A.6は防御策の情報開示戦略を考慮した政府の主観的ゲーム Γ_G^M の木を表している。また、図-A.7-A.10はテロリストの主観的ゲーム $\Gamma_T^M(n^M)$ を表しており、政府が公開する情報 n^M に応じて定義される。なお、無警戒政府の想定に従い、初期時点においては、テロリストは「自分の存在を秘匿できている」という信念を形成しており、政府がテロ防御策を講じていないことを期待する。また、政府によるテロ対策の開示情報には、テロリストの攻撃成功確率が上昇するような技術情報は含まれていないものとする。

5.2 分析の前提条件

主観的ゲーム Γ_j^M における政府のインフラ i に関するテロ防御戦略を $\delta_{ij} \in [0, 1]$ と表す($j \in \{G, T\}$)。政府の情報開示戦略について、メッセージ

$$n^M = \begin{cases} n_{11} & \text{インフラ1, 2の防御策の実施情報を開示する} \\ n_{1\phi} & \text{インフラ1の防御策の実施情報を開示する} \\ n_{\phi 1} & \text{インフラ2の防御策の実施情報を開示する} \\ n_{\phi\phi} & \text{何も開示しない} \end{cases} \quad (5.1)$$

を用いて定義する。また、政府は何も開示しない場合($n = n_{\phi\phi}$)を除いて、インフラの防御策の実施情報を開示する場合は、形成しているテロリストの存在に関する信念 p も開示することを仮定する。なお、前章と同様に誠実政府の想定を採用する。

すなわち, 政府は信念 p を形成しているときは, p のみ開示可能であり, さらに政府が防御策の実施について情報開示をしておきながら, 実際は防御策を実施しないような可能性は排除する. さらに, 誠実政府の想定が, 政府とテロリストの間で共有情報になっている状況を仮定する.

政府が何も情報開示しない場合, テロリストは情報 $n_{\phi\phi}$ を受け取る. このとき, テロリストは無警戒政府の想定に従い, 攻撃戦略に関する意思決定を行う. 次に, テロリストが情報 $n^M (\neq n_{\phi\phi})$ を受け取るとき, テロリストは受け取った情報 n^M をもとに政府とテロリストの間の戦略的関係性に関する想定を再構築し, テロ攻撃に関する意思決定を行う. なお, ここでは誠実政府の想定が政府とテロリストの間で共有知識となっている状況を仮定しており, 政府が何も情報開示しない場合 ($n^M = n_{\phi\phi}$) を除いて, テロリストは主観的ゲームを再構築する. これは政府によって開示されるメッセージの信憑性があるとテロリストが判断するためであり, 政府もそれを踏まえて情報開示に関する意思決定を行う. 仮に, 誠実政府の想定が成立しない場合, テロリストの主観的ゲームはメッセージの真偽を考慮に入れた不完備情報ゲームとなる. 一方, 政府が嘘をつかないということが政府とテロリストの間で共有情報になっている場合には, 政府のメッセージ開示により, テロリストがプレイする主観的ゲームに直接的な影響を及ぼすことが可能である. 政府の情報開示策の効果を維持するために, 以下の分析においても誠実政府の想定を採用し, 政府は虚偽のメッセージを開示しないと仮定する.

最後に, 政府の主観的ゲーム Γ_G^M において, 政府が考える手番を示す.

1 $_G^M$) 政府がテロリストの存在に関する信念 $p \in (0, 1]$ を形成する.

2 $_G^M$) 政府がメッセージ n^M を選択する.

3 $_G^M$) 政府がテロ防御戦略 $\delta_G^M(n^M)$ を選択する.

4 $_G^M$) テロリストがテロ行為戦略 $s_G^M(n^M)$ を選択する.

また, テロリストの主観的ゲーム $\Gamma_T^M(n^M)$ においてテロリストが考える手番を

1 $_T^M$) テロリストが「自分の存在は秘匿できている」という信念 $q = 0$ を形成する.

2 $_T^M$) テロリストがメッセージ n^M を受け取り主観的ゲームを再構築する.

3 $_T^M$) 政府がテロ防御戦略 $\delta_T^M(n^M)$ を選択する.

4 $_T^M$) テロリストがテロ行為戦略 $s_T^M(n^M)$ を選択する.

と表す. 政府がメッセージ n^M を選択する手番 2 $_G^M$) と, テロリストがメッセージを受け取る手番 2 $_T^M$) は, 政府とテロリストのそれぞれの主観的ゲームの時間的順序が唯一

連結している手番である。また，政府によるテロ防御戦略の手順 3_G^M)は，テロリストによるテロ行為戦略の手順 4_T^M)より時間的に早い手順であることを仮定する。

5.3 テロリストの主観的ゲーム

テロリストの主観的ゲームにおける政府のインフラ i に関する防御戦略を $\delta_{iT}(n^M) \in [0, 1]$ ，テロリストのインフラ i への攻撃戦略を $s_{iT}(n^M) \in [0, 1]$ で表す。政府，テロリストそれぞれの戦略は，政府が開示するメッセージ n^M に応じて定義される。

政府がメッセージ n_{11} を開示するとき，誠実政府の想定より，テロリストは，政府が防御策を二つのインフラに対して実施したことを信じてテロ攻撃に関する意思決定を行う。政府がメッセージ $n_{1\phi}$ または $n_{\phi 1}$ を開示するとき，誠実政府の想定より，防御策の実施情報が開示されたインフラに対しては，防御策が実施されていることを信じる。また，このとき，テロリストは無警戒政府の想定が誤りであったことに気づく。すなわち，テロリストは，一方のインフラのみであっても防御策の実施に関して情報開示する政府は，もう一方のインフラに対してもテロ防御策及び情報開示戦略を検討しており，それを踏まえて何も情報を開示しない戦略を採用したと判断することを仮定する。最後に政府が $n_{\phi\phi}$ を開示するとき，政府は防御策の実施情報について何も開示せず，テロリストは無警戒政府の想定に従い，テロ攻撃に関する意思決定を行う。

テロリストが受け取るメッセージ n^M に応じた，テロリストの主観的ゲーム $\Gamma_T^M(n^M)$ の均衡解は下記のように導出される。なお導出仮定は付録に記す。

テロリストの主観的ゲーム $\Gamma_T^M(n_{11})$ における均衡解は，

$$\begin{cases} \delta_T^{M*}(n_{11}) = (1, 1) \\ s_T^{M*}(n_{11}) = (0, 0) \end{cases} \quad (5.2)$$

と表される。

テロリストの主観的ゲーム $\Gamma_T^M(n_{1\phi})$ における均衡解は，

$$\begin{cases} p\bar{r}L_2 \geq c \text{ のとき} \\ \quad \left(\delta_T^{M*}(n_{1\phi}), s_T^{M*}(n_{1\phi}) \right) = \left(\left(1, \frac{U_2 - I}{\bar{r}(U_2 + D)} \right), \left(0, \frac{c}{p\bar{r}L_2} \right) \right) \\ p\bar{r}L_2 < c \text{ のとき} \\ \quad \left(\delta_T^{M*}(n_{1\phi}), s_T^{M*}(n_{1\phi}) \right) = \left((1, 0), (0, 1) \right) \end{cases} \quad (5.3)$$

が導出される .

テロリストの主観的ゲーム $\Gamma_T^M(n_{\phi 1})$ における均衡解は

$$\left\{ \begin{array}{l} p\bar{r}L_1 \geq c \text{ のとき} \\ \quad \left(\delta_T^{M*}(n_{\phi 1}), s_T^{M*}(n_{\phi 1}) \right) = \left(\left(\frac{U_1 - I}{\bar{r}(U_1 + D)}, 1 \right), \left(\frac{c}{p\bar{r}L_1}, 0 \right) \right) \\ p\bar{r}L_1 < c \text{ のとき} \\ \quad \left(\delta_T^{M*}(n_{\phi 1}), s_T^{M*}(n_{\phi 1}) \right) = \left((0, 1), (1, 0) \right) \end{array} \right. \quad (5.4)$$

が得られる .

最後に , テロリストの主観的ゲーム $\Gamma_T^M(n_{\phi\phi})$ における均衡解は

$$\left(\delta_T^{M*}(n_{\phi\phi}), s_T^{M*}(n_{\phi\phi}) \right) = \left((0, 0), (0, 1) \right) \quad (5.5)$$

が得られる .

5.4 政府の主観的ゲーム

政府は私的情報であるテロリストの存在に関する信念 p に基づき, テロ防御策やその実施状況に関する情報開示戦略について意思決定を行う . 政府は, テロリストがメッセージ $n^M \in \{n_{11}, n_{1\phi}, n_{\phi 1}, n_{\phi\phi}\}$ を受け取り, テロリストの主観的ゲームにおける最適戦略 $s_G^{M*}(n^M) \in [0, 1]$ を選択することを知っている . 政府は , このテロリストの意思決定を予想して , インフラの防御策及びその実施情報の情報開示策について意思決定を行う .

テロリストの主観的ゲームと同様の手順により政府がメッセージ n_{11} を開示するときの政府の最適戦略 , 政府が期待するテロリストの最適戦略 , 政府の期待利得は ,

$$\left(\delta_G^{M*}(n_{11}), s_G^{M*}(n_{11}) \right) = \left((1, 1), (0, 0) \right) \quad (5.6)$$

$$V_G((1, 1), (0, 0)) = -2c \quad (5.7)$$

と表される .

政府がメッセージ $n_{1\phi}$ を開示するときの政府の最適戦略 , 政府が期待するテロリス

トの最適戦略，政府の期待利得は，

$$\left\{ \begin{array}{l} p\bar{r}L_2 \geq c \text{ のとき} \\ \quad \left(\delta_G^{M^*}(n_{1\phi}), s_G^{M^*}(n_{1\phi}) \right) = \left(\left(1, \frac{U_2-I}{\bar{r}(U_2+D)}\right), \left(0, \frac{c}{p\bar{r}L_2}\right) \right) \\ \quad V_G(\delta_G^{M^*}(n_{1\phi}), s_G^{M^*}(n_{1\phi})) = V_G\left(\left(1, \frac{U_2-I}{\bar{r}(U_2+D)}\right), \left(0, \frac{c}{p\bar{r}L_2}\right)\right) - c - \frac{c}{\bar{r}} \\ p\bar{r}L_2 < c \text{ のとき} \\ \quad \left(\delta_G^{M^*}(n_{1\phi}), s_G^{M^*}(n_{1\phi}) \right) = \left((1, 0), (0, 1) \right) \\ \quad V_G(\delta_G^{M^*}(n_{1\phi}), s_G^{M^*}(n_{1\phi})) = V_G((1, 0), (0, 1)) = -c - pL_2 \end{array} \right. \quad (5.8)$$

が導出される．

政府がメッセージ $n_{\phi 1}$ を開示するときの政府の最適戦略，政府が期待するテロリストの最適戦略，政府の期待利得は，

$$\left\{ \begin{array}{l} p\bar{r}L_1 \geq c \text{ のとき} \\ \quad \left(\delta_G^{M^*}(n_{\phi 1}), s_G^{M^*}(n_{\phi 1}) \right) = \left(\left(\frac{U_1-I}{\bar{r}(U_1+D)}, 1\right), \left(\frac{c}{p\bar{r}L_1}, 0\right) \right) \\ \quad V_G(\delta_G^{M^*}(n_{\phi 1}), s_G^{M^*}(n_{\phi 1})) = V_G\left(\left(\frac{U_1-I}{\bar{r}(U_1+D)}, 1\right), \left(\frac{c}{p\bar{r}L_1}, 0\right)\right) = -c - \frac{c}{\bar{r}} \\ p\bar{r}L_1 < c \text{ のとき} \\ \quad \left(\delta_G^{M^*}(n_{\phi 1}), s_G^{M^*}(n_{\phi 1}) \right) = \left((0, 1), (1, 0) \right) \\ \quad V_G(\delta_G^{M^*}(n_{\phi 1}), s_G^{M^*}(n_{\phi 1})) = V_G((0, 1), (1, 0)) = -c - pL_1 \end{array} \right. \quad (5.9)$$

が得られる．部分的な開示を行う場合， $p\bar{r}L_2 \geq c$ の条件の下で

$$\frac{\partial \delta_{2G}^{M^*}(n_{1\phi})}{\partial p} = 0, \quad \frac{\partial s_{2G}^{M^*}(n_{1\phi})}{\partial p} < 0 \quad (5.10)$$

であり，同様に $p\bar{r}L_1 \geq c$ の条件の下で

$$\frac{\partial \delta_{1G}^{M^*}(n_{\phi 1})}{\partial p} = 0, \quad \frac{\partial s_{1G}^{M^*}(n_{\phi 1})}{\partial p} < 0 \quad (5.11)$$

であることから，テロリストが期待する情報を秘匿しているインフラの防御確率は開示された信念に依存しないが，政府がテロリストの存在確率を高く見積もるほどテロリストが行為に及ぶ確率が減少することが示唆されている．

最後に政府がメッセージ $n_{\phi\phi}$ を開示するときの政府の最適戦略，政府が期待するテ

ロリストの最適戦略，政府の期待利得は，

$$\left\{ \begin{array}{l} p\bar{r}L_2 \geq c \text{ のとき} \\ \quad \left(\delta_G^{M^*}(n_{\phi\phi}), s_G^{M^*}(n_{\phi\phi}) \right) = \left((0, 1), (0, 1) \right) \\ \quad V_G(\delta_G^{M^*}(n_{\phi\phi}), s_G^{M^*}(n_{\phi\phi})) = -prL_2 - c \\ p\bar{r}L_2 < c \text{ のとき} \\ \quad \left(\delta_G^{M^*}(n_{\phi\phi}), s_G^{M^*}(n_{\phi\phi}) \right) = \left((0, 0), (0, 1) \right) \\ \quad V_G(\delta_G^{M^*}(n_{\phi\phi}), s_G^{M^*}(n_{\phi\phi})) = -pL_2 \end{array} \right. \quad (5.12)$$

が得られる．

政府は能動的にメッセージを選択することで，テロリストの演じる主観的ゲームを選択し，期待利得を最小化させることを考える．政府の主観的ゲームの均衡解は次のようにまとめられる．以上より，下記の政府の最適情報開示戦略 n^{M^*} が導出される．

$p\bar{r}L_2 \geq c$ の場合

$$n^{M^*} = \left\{ \begin{array}{l} n_{11} \quad : r \geq \bar{r} \text{ のとき } (r \geq \frac{1}{2} \text{ のとき}) \\ n_{11} \quad : r < \bar{r} \text{ かつ } c < prL_2 \text{ のとき} \\ n_{\phi\phi} \quad : r < \bar{r} \text{ かつ } c \geq prL_2 \text{ のとき} \end{array} \right. \quad (5.13)$$

$p\bar{r}L_2 < c$ の場合，

$$n^{M^*} = \left\{ \begin{array}{l} n_{11} \quad : 2L_1 < L_2, \frac{c}{L_1} \leq p \text{ のとき} \\ n_{\phi 1} \quad : 2L_1 < L_2, \frac{c}{L_2 - L_1} \leq p < \frac{c}{L_1} \text{ のとき} \\ n_{\phi\phi} \quad : 2L_1 < L_2, p < \frac{c}{L_2 - L_1} \text{ のとき} \\ n_{11} \quad : 2L_1 \geq L_2, \frac{2c}{L_2} < p \text{ のとき} \\ n_{\phi\phi} \quad : 2L_1 \geq L_2, \frac{2c}{L_2} \geq p \text{ のとき} \end{array} \right. \quad (5.14)$$

このとき，政府の主観的ゲームの均衡解は政府とテロリスト両者の主観的ゲームの均衡解と一致する（政府の主観的ゲームの均衡は導出過程と共に付録に記す）．

5.5 主観的ゲームの均衡解

前述した通り, テロリストの構築する主観的ゲームの構造は政府の開示するメッセージ n^M に依存する . したがって, 政府は能動的にメッセージを選択することで期待利得を向上させることが可能である . 情報開示ゲームにおける均衡解は次のように示される .

$p\bar{r}L_2 \geq c$ のとき ,

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Case } M1 : r \geq \bar{r} \text{ のとき } (r \geq \frac{1}{2} \text{ のとき}) \\ \quad (n^{M*}, \delta_{1G}^{M*}(n^{M*}), \delta_{2G}^{M*}(n^{M*})) = (n_{11}, 1, 1) \\ \quad (s_{1T}^{M*}(n^{M*}), s_{2T}^{M*}(n^{M*})) = (0, 0) \\ \text{Case } M2 : r < \bar{r} \text{ かつ } c < prL_2 \text{ のとき} \\ \quad (n^{M*}, \delta_{1G}^{M*}(n^{M*}), \delta_{2G}^{M*}(n^{M*})) = (n_{11}, 1, 1) \\ \quad (s_{1T}^{M*}(n^{M*}), s_{2T}^{M*}(n^{M*})) = (0, 0) \\ \text{Case } M3 : r < \bar{r} \text{ かつ } c \geq prL_2 \text{ のとき} \\ \quad (n^{M*}, \delta_{1G}^{M*}(n^{M*}), \delta_{2G}^{M*}(n^{M*})) = (n_{\phi\phi}, 0, 1) \\ \quad (s_{1T}^{M*}(n^{M*}), s_{2T}^{M*}(n^{M*})) = (0, 1) \end{array} \right. \quad (5.15)$$

が導出される .

上記の均衡解は , 政府がリスクの移行性を考慮せずにインフラ2を防御することによる期待利得が正であると期待する場合の均衡解である . Case M1に示されるように , 防御策の実施によりテロの成功確率をあまり低下させることができない場合 , 政府は常に二つのインフラに対して防御策を講じ , どちらのインフラもインフラが防御されていることを公開する . Case M2, M3は , 防御策の実施によりテロの成功確率を大幅に下げることが可能な場合である . このとき , テロリストの存在に関して比較的高い信念を形成する政府はどちらのインフラも防御し , その対策の実施を情報公開するのに対して , 低い信念を形成する政府は , インフラ2のみを防御し , テロ防御策の実施状況については何も情報公開しないことが最適となる . 無警戒政府の想定を維持することも , リスクの移行性を考慮した政府の最適なテロ防御戦略であることが分かる . なお , それぞれの場合の政府の期待利得は ,

$$V_G^{M*} = \begin{cases} -2c & \text{Case } M1, M2 \text{ のとき} \\ -c - prL_2 & \text{Case } M3 \text{ のとき} \end{cases} \quad (5.16)$$

で表される .

次に , $p\bar{r}L_2 < c$ のときを分析する . これは政府がリスクの移行性を考慮せずにテロによるインフラ2の対策を検討する場合に , 防御策の実施による期待利得が負である場合である . このとき , 下記の均衡解が導出される .

$$\left\{ \begin{array}{l}
 \text{Case M4 : } 2L_1 < L_2, \frac{c}{L_1} \leq p \text{ のとき} \\
 (n^{M^*}, \delta_{1G}^{M^*}(n^{M^*}), \delta_{2G}^{M^*}(n^{M^*})) = (n_{11}, 1, 1) \\
 (s_{1T}^{M^*}(n^{M^*}), s_{2T}^{M^*}(n^{M^*})) = (0, 0) \\
 \text{Case M5 : } 2L_1 < L_2, \frac{c}{L_2-L_1} \leq p < \frac{c}{L_1} \\
 (n^{M^*}, \delta_{1G}^{M^*}(n^{M^*}), \delta_{2G}^{M^*}(n^{M^*})) = (n_{\phi 1}, 0, 1) \\
 (s_{1T}^{M^*}(n^{M^*}), s_{2T}^{M^*}(n^{M^*})) = (1, 0) \\
 \text{Case M6 : } 2L_1 < L_2, p < \frac{c}{L_2-L_1} \text{ のとき} \\
 (n^{M^*}, \delta_{1G}^{M^*}(n^{M^*}), \delta_{2G}^{M^*}(n^{M^*})) = (n_{\phi\phi}, 0, 0) \\
 (s_{1T}^{M^*}(n^{M^*}), s_{2T}^{M^*}(n^{M^*})) = (0, 1) \\
 \text{Case M7 : } 2L_1 \geq L_2, \frac{2c}{L_2} < p \text{ のとき} \\
 (n^{M^*}, \delta_{1G}^{M^*}(n^{M^*}), \delta_{2G}^{M^*}(n^{M^*})) = (n_{11}, 1, 1) \\
 (s_{1T}^{M^*}(n^{M^*}), s_{2T}^{M^*}(n^{M^*})) = (0, 0) \\
 \text{Case M8 : } 2L_1 \geq L_2, \frac{2c}{L_2} \geq p \text{ のとき} \\
 (n^{M^*}, \delta_{1G}^{M^*}(n^{M^*}), \delta_{2G}^{M^*}(n^{M^*})) = (n_{\phi\phi}, 0, 0) \\
 (s_{1T}^{M^*}(n^{M^*}), s_{2T}^{M^*}(n^{M^*})) = (0, 1)
 \end{array} \right. \tag{5.17}$$

Case M4, M5, M6は , インフラ2の機能停止による社会的被害がインフラ1と比較して特に大きい場合である ($L_2 > 2L_1$) . このとき , 政府のテロ対策は , 政府の形成する信念 p に依存して異なる戦略を取ることが最適である . 比較的高い信念を形成するとき (Case M4) , 政府はどちらのインフラも防御策を講じ , その実施を情報公開する . 信念がそれほど高くない場合 (Case M5) , 政府はインフラ1のみ防御策を講じ , インフラ1の実施のみを情報公開する . テロリストはインフラ1の防御策の実施に関する情報を受け取り , インフラ2に対してテロ攻撃を行う . これは , 政府がテロリスクの移行性を考慮した上で , テロリスクをインフラ2から1へと移行させる場合である . 最後に , 政府が比較的低い信念を形成するとき (Case M6) , 政府はどちらのインフラも防御策を講じず , テロリストはインフラ2を攻撃する . Case M5の均衡解として得られているように , インフラ2の重要度が1と比較して明らかに高い場合 ,

政府はインフラ2のテロリスクを明示的にインフラ1へと移行させることが望ましいという特徴的な結果が得られる。

一方で，Case $M7$, $M8$ は，インフラ2の重要度が1と比較して高いものの，それほど重要度に差がない場合である。このとき，比較的高い信念を形成する政府は二つのインフラに対して防御策を講じ，その実施を情報公開する (Case $M7$)。一方，比較的低い信念を形成する政府は，どちらのインフラもテロ対策を講じず，テロリストはインフラ2を攻撃する。

なお，上記の均衡解の政府の期待利得として，

$$V_G^{M*} = \begin{cases} -2c & : \text{Case } M4, M7 \text{ のとき} \\ -pL_2 & : \text{Case } M6, M8 \text{ のとき} \\ -c - pL_1 & : \text{Case } M5 \text{ のとき} \end{cases} \quad (5.18)$$

5.6 情報開示戦略に関する政策的示唆

3章で扱った基本モデルと本章で扱った情報開示モデルを比較すると，情報開示モデルにおけるCase $M3$ 及びCase $M6$, Case $M8$ については，無警戒な政府の想定を保つ，すなわち情報を秘匿するという戦略が政府にとって最適であるが，その他の均衡解については情報開示戦略を考慮することにより期待社会損失を減少させることができることが分かる。また，Case $M3$ に示すように，政府は防御策を講じながら，その実施を情報開示しないという均衡解も得られる。これは，リスクの移行性を考慮した場合に，対策の実施を開示することが社会的に負の効果を生む場合である。このように，防御策を実施した場合には，常にそれを社会に開示することが望ましいというわけではない。このような結論は，既往の研究にない本研究で得られた有用な知見であると考えられる。

第6章 おわりに

本研究では、政府がインフラを二つ管理している状況を想定し、テロから被害を軽減するためのインフラ防御戦略、情報開示戦略について分析を行った。結論として、警戒水準(信念 p)における情報開示は、政府の期待利得を減少させる可能性があること、防御策の実施状況に関する情報開示は、政府の期待利得を向上させる可能性があることが示された。

ただし、本研究で得られた知見が本研究でおいた幾つかの仮定のもとで得られて結論であることには注意が必要である。はじめに、本研究では無警戒政府の想定を仮定し、一回限りのゲームを分析したが、恒常的なテロ組織に対する防御戦略、情報開示戦略を分析する際には、繰り返しゲームに拡張した上で、政府、テロリスト双方の学習過程をモデル化する必要がある。二つ目に、本研究では誠実政府の仮定を導入し、政府が開示する信念や防御策の実施に関する情報は信憑性が確保されていることを仮定した。仮に、テロリストが情報の信憑性を疑い、メッセージ空間を主観的にとらえた上で政府のテロ対策の実施状況を予想するとき、情報開示が効果的でない場合も出てくるであろう。さらに、本研究では政府は嘘はつけない状況を仮定したが、政府が嘘をつくことも可能である。例えば、政府は防御策を講じていないにも関わらず、防御策の実施を開示することも可能だろう。このとき、テロリスクを抑止、軽減させるという点において嘘をつく政府が正当性を帯びる場合も出てくると考えられる。三つ目に、本研究では政府が形成するテロリストの存在に関する信念 p の情報の非対称性に着目したが、両者の情報の非対称性はこれだけに留まらない。特に、政府が講じるテロ対策効果のパラメータに関する情報の非対称性は重要な問題と考えられる。重要インフラの技術情報の開示も含めて今後さらなる検討が必要である。最後に、本研究では国民をプレーヤーとして明示的に考慮していない。政府は情報開示政策を通じて、テロリスクの抑止、軽減するだけでなく、国民の安心感も醸成する必要がある。本論文で得られた知見は、経済学を用いた断片的なものであることを認識した上で、安心・安全な社会を構築するための重要インフラの情報開示政策に関する研究を今後さらに進めていく必要があるだろう。これらは今後の課題としたい。

参考文献

- 1) 朴勝俊: 原子力発電所の過酷事故に伴う被害額の試算, 国民経済雑誌, Vol.191 (3), pp.1-15, 2005.
- 2) Pamela, M.M-T. and Xiang, F.: A methodology for assessing transportation network terrorism risk with attacker and defender interactions, *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering* Vol.25, pp.396-410, 2010.
- 3) Koonce, A.M., Apostolakis, G.E., Cook, B.K.: Bulk power risk analysis: Ranking infrastructure elements according to their risk significance, *Electrical Power and Energy Systems*, Vol.30, pp.169-183, 2008.
- 4) Leung, M., Lambert, J.H., Mosenthal, A.: A risk-based approach to setting priorities in protecting bridges against terrorist attacks, *Risk Analysis*, Vol.24, No.4, pp.963-984, 2004.
- 5) Landes, W.M.: An economic study of US aircraft hijacking, 1961-1976, *Journal of Law and Economics*, Vol.21, No.1, pp.1-31, 1978.
- 6) Enders, W. and Sandler, T.: The effectiveness of anti-terrorism policies: A vector-autoregression-intervention analysis, *American Political Science Review*, Vol.87, No.4, pp.829-844, 1993.
- 7) Frey, B.S. and Luechinger, S.: How to fight terrorism: Alternatives to deterrence, *Defence and Peace Economics*, Vol.14, No.4, pp.237-249, 2003.
- 8) Sandler, T. and Lapan, H.E.: The calculus of dissent: An anylsis of terrorists' choice of targets, *Synthese*, Vol.76, No.2, pp.245-261, 1988.
- 9) Lotte E.F.: FOIA, federal information policy, and information availability in a post-9/11 world, *Government Information Quarterly*, Vol.21, pp.439-460, 2004.
- 10) Thomas C. Beierle: The Benefits and Costs of Disclosing Information about Risks: What do we know about right to know?, *Risk Analysis*, Vol.24, No.2, pp.335-346, 2004.
- 11) 板倉周一郎, 中込良廣: 核防護システムの評価の視点からみた核防護制度の課題, 日本原子力学会和文論文誌, Vol.5, No.2, pp.136-161, 2006.
- 12) 原子力委員会, 原子力の安全確保に関する透明性と信頼の確保について [平成19年3月19日], 2007.

- 13) 板倉周一郎 , 中込良廣 : 原子力施設の妨害破壊行為に対抗する防護措置についての新たな評価制度 , Vol.7, No.1, pp.12-20, 2008.
- 14) Bier, V., Oliveros, S., and Samuelson, L.: Choosing what to protect: Strategic defensive allocation against an unknown attacker, *Journal of Public Economic Theory*, Vol.9, No.4, pp.563-587, 2007.
- 15) Lakdawalla,D., and Zanjani,G.: Insurance, self-protection, and the economics of terrorism, *Journal of Public Economics*, Vol.89, pp.1891-1905, 2005.
- 16) Lapan, H.E. and Sandler, T. : Terrorisms and signalling, *European Journal of Political Economy*, Vol.9, pp.383-397, 1993.
- 17) Sandler, T. and Siqueira, K.: Global Terrorism: Deterrence versus preemption, *Canadian Journal of Economics*, Vo.39, No.4, pp.1370-1387, 2006.
- 18) Bernhardt, D. and Polborn, M.K.: Non-convexities and the gains from concealing defenses from committed terrorists, *Economic Letters*, pp.52-54, 2010.
- 19) Bagley, N.: Benchmarking Critical Infrastructure Security, and the Regulatory War on Terror, *Harvard Journal on Legislation*, Vol.43, pp.47-100, 2006.
- 20) Arce, D.G., and Sandler, T.: Terrorist signalling and the value of intelligence, *British Journal of Political Science*, Vol.37, pp.573-586, 2006.

付録A 図・表

(ゲームの木における利得は、上が政府のもの、下がテロリストのものである)

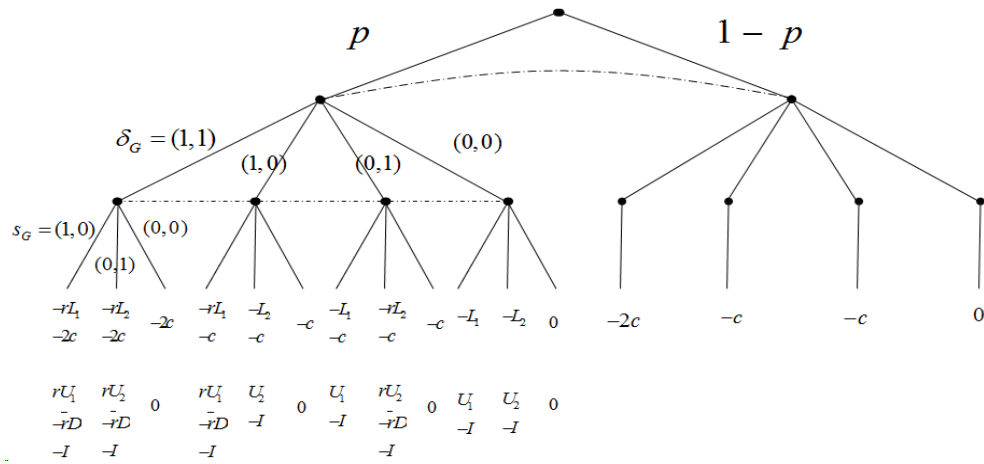


図-A.1 政府の主観的ゲーム Γ_G

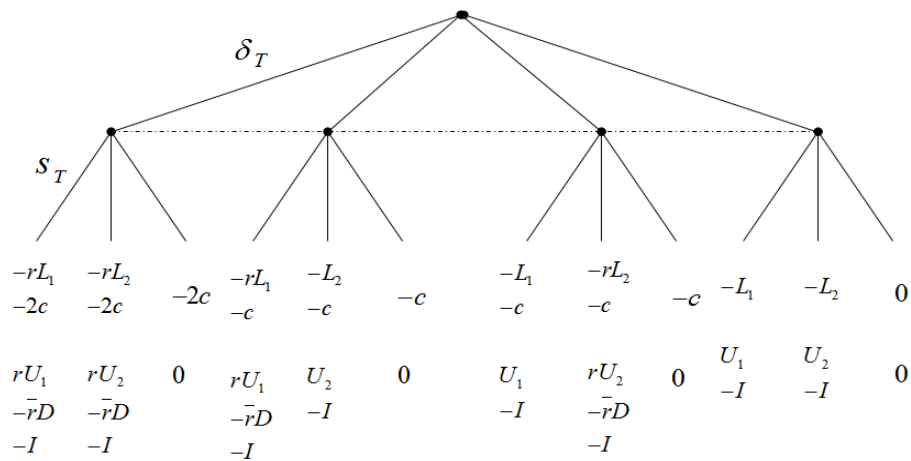


図-A.2 テロリストの主観的ゲーム Γ_T

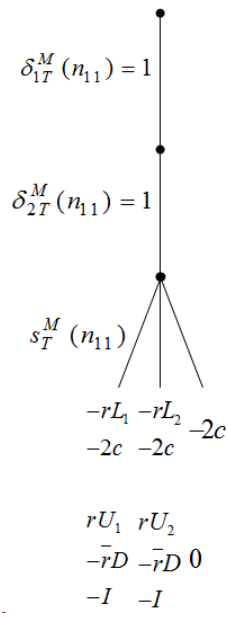


図-A.7 メッセージ n^M を受け取るテロリストの主観的ゲーム $\Gamma_T^M(n_{11})$

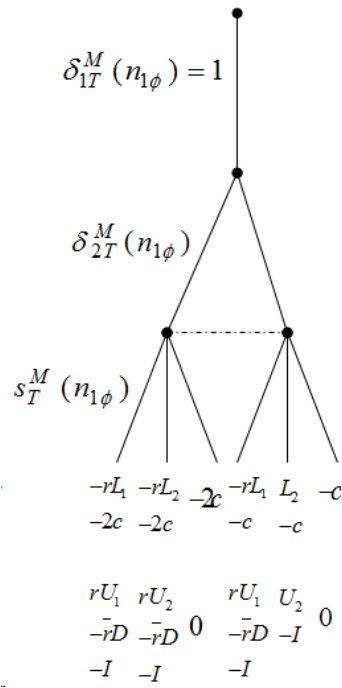


図-A.8 メッセージ n^M を受け取るテロリストの主観的ゲーム $\Gamma_T^M(n_{1\phi})$

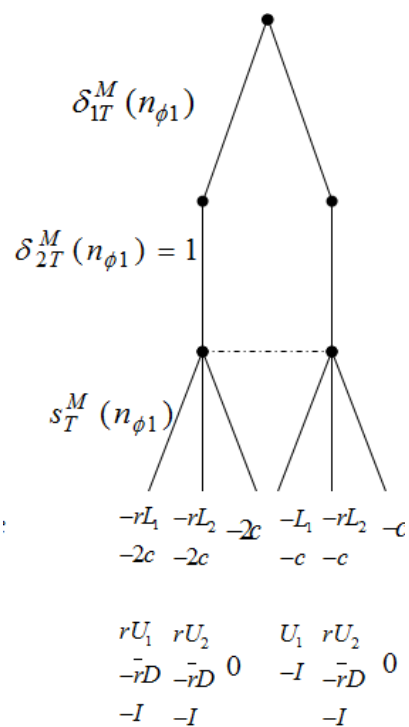


図-A.9 メッセージ n^M を受け取るテロリストの主観的ゲーム $\Gamma_T^M(n_{\phi_1})$

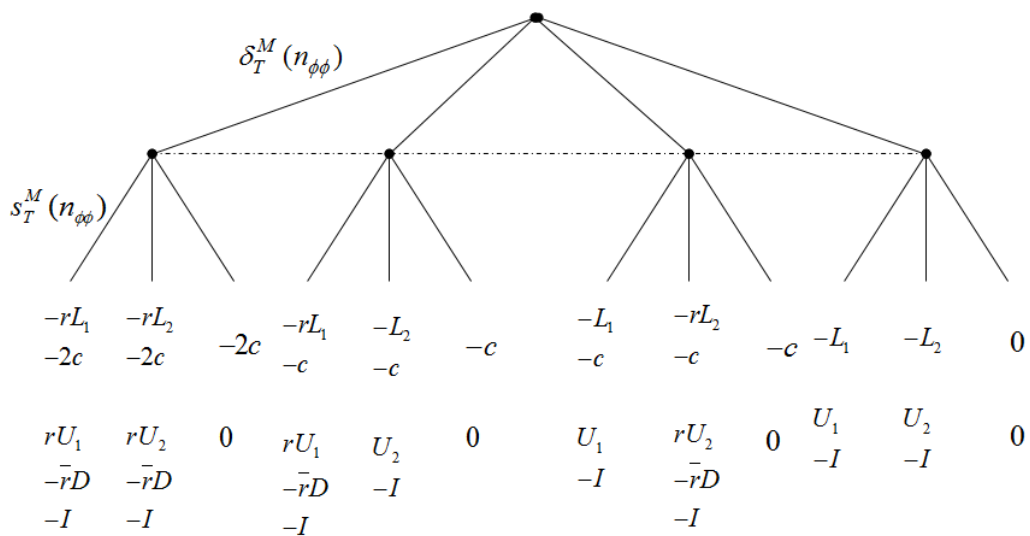


図-A.10 メッセージ n^M を受け取るテロリストの主観的ゲーム $\Gamma_T^M(n_{\phi\phi})$

付録B 導出過程

B.1 4章の主観的ゲームの均衡解の導出

4章の主観的ゲームの均衡解の導出過程を示す。テロリストの主観的ゲームについて考察する。まず、政府が $n^B = n_\phi$ を選択した場合を考えよう。これはすなわち政府が信念を開示しない場合である。このとき、基本ゲームと同様に、テロリストは無警戒な政府の想定に従い次のように最適戦略 $s_T^{B*}(n_\phi)$ を決定する。

$$s_T^{B*}(n_\phi) = \operatorname{argmax}_{s_{iT}^B(n_\phi) \in [0,1]^2} \sum_{i=1}^2 s_{iT}^B(n_\phi)(U_i - I) \quad (\text{B.1})$$

ゆえに、

$$s_T^{B*}(n_\phi) = (0, 1) \quad (\text{B.2})$$

が成立する。 $n^B = n_\phi$ のときのテロリストの主観的ゲームの均衡解は次のようにまとめられる。

$$\left(s_T^{B*}(n_\phi), \delta_T^{B*}(n_\phi) \right) = \left((0, 1), (0, 0) \right) \quad (\text{B.3})$$

次に、政府がメッセージ n_p を選択し、信念 $p \in (0, 1]$ を開示する場合を考えよう。このとき、テロリストは無警戒政府の想定が誤りであったことに気づき、テロリストが形成する信念 $q = 0$ を q' に更新する。誠実政府の想定が政府とテロリストの共有知識であることより、テロリストの更新された信念は $q' = p$ と表される。

このとき、テロリストの最適戦略は

$$s_T^{B*}(n_p) = \operatorname{argmax}_{s_{iT}^B(n_p) \in [0,1]^2} \sum_{i=1}^2 \left\{ \delta_{iT}^B(n_p) s_{iT}^B(n_p) (rU_i - \bar{r}D - I) + \bar{\delta}_{iT}^B(n_p) s_{iT}^B(n_p) (U_i - I) \right\} \quad (\text{B.4})$$

また、テロリストが期待する政府の最適な防御戦略は、次のように定式化される。

$$\delta_T^{B*}(n_p) = \operatorname{argmax}_{\delta_{iT}^B(n_p) \in [0,1]^2} \sum_{i=1}^2 \left\{ -\delta_{iT}^B(n_p) \{ s_{iT}^B(n_p) p r L_i + c \} - \bar{\delta}_{iT}^B(n_p) s_{iT}^B(n_p) p L_i \right\} \quad (\text{B.5})$$

$p\bar{r}L_1 \geq c, p\bar{r}L_2 \geq c$ のとき

テロリストの主観的ゲームと同様に、政府の最適防護戦略とテロリストの最適戦略について、相手の戦略を所与として他の戦略への誘因を考慮すると、政府に関しては $\delta_T^{B*} = (1, 0)$ または $(0, 1)$ 、 $s_T^{B*} = (1, 0)$ または $(0, 1)$ のみが混合戦略として残る。すなわちこれら以外の戦略はこれらの戦略への誘因を持つ。このとき均衡解は次のようになる。

$$\left(\delta_T^{B*}(n_p), s_T^{B*}(n_p) \right) = \left(\left(\frac{U_1 - rU_2 + \bar{r}D}{\bar{r}(U_1 + U_2 + 2D)}, \frac{U_2 - rU_1 + \bar{r}D}{\bar{r}(U_1 + U_2 + 2D)} \right), \left(\frac{L_2}{L_1 + L_2}, \frac{L_1}{L_1 + L_2} \right) \right) \quad (\text{B.6})$$

$p\bar{r}L_1 < c, p\bar{r}L_2 \geq c$ のとき

この場合テロリストが期待する政府の最適防護戦略について、式 (B.5) より

$$\delta_{1T}^{B*}(n_p) = 0, \quad (\text{B.7})$$

$$\begin{cases} s_{2T}^B > \frac{c}{p\bar{r}L_2} \text{ のとき} & \delta_{2T}^{B*} = 1 \\ s_{2T}^B = \frac{c}{p\bar{r}L_2} \text{ のとき} & \delta_{2T}^{B*} = \forall [0, 1] \\ s_{2T}^B < \frac{c}{p\bar{r}L_2} \text{ のとき} & \delta_{2T}^{B*} = 0 \end{cases} \quad (\text{B.8})$$

が成立する。またテロリストの最適な意思決定は政府の防護戦略を所与として次のように与えられる。

$$\begin{cases} \delta_{2T}^B > \frac{U_2 - U_1}{\bar{r}(U_2 + D)} \text{ のとき} & s_T^{B*}(n_p) = (1, 0) \\ \delta_{2T}^B = \frac{U_2 - U_1}{\bar{r}(U_2 + D)} \text{ のとき} & s_T^{B*}(n_p) = (1, 0) \text{ または } (0, 1) \\ \delta_{2T}^B < \frac{U_2 - U_1}{\bar{r}(U_2 + D)} \text{ のとき} & s_T^{B*}(n_p) = (0, 1) \end{cases} \quad (\text{B.9})$$

以上よりこの場合の均衡解は次のように与えられる。

$$\left(\delta_T^{B*}(n_p), s_T^{B*}(n_p) \right) = \left(\left(0, \frac{U_2 - U_1}{\bar{r}(U_2 + D)} \right), \left(\frac{p\bar{r}L_2 - c}{p\bar{r}L_2}, \frac{c}{p\bar{r}L_2} \right) \right) \quad (\text{B.10})$$

$$(\text{B.11})$$

$p\bar{r}L_1 < c, p\bar{r}L_2 < c$ のとき

この場合、テロリストが期待する政府の最適防護戦略は式 (B.29) より

$$\delta_T^{B*}(n_p) = (0, 0) \quad (\text{B.12})$$

ゆえにテロリストの最適な意思決定は式 (B.4) より

$$\begin{aligned} s_T^{B*}(n_p) &= \operatorname{argmax}_{s_{iT}^B(n_p) \in [0, 1]^2} \sum_{i=1}^2 \left\{ \delta_{iT}^B(n_p) s_{iT}^B(n_p) (rU_i - \bar{r}D - I) + \bar{\delta}_{iT}^B(n_p) s_{iT}^B(n_p) (U_i - I) \right\} \\ &= \operatorname{argmax}_{s_{iT}^B(n_p) \in [0, 1]^2} \sum_{i=1}^2 s_{iT}^B(n_p) (U_i - I) \end{aligned} \quad (\text{B.13})$$

ゆえに

$$s_T^{B*}(n_p) = (0, 1) \quad (\text{B.14})$$

以上よりこの場合の均衡解は次のように与えられる.

$$\left(\delta_T^{B*}(n_p), s_T^{B*}(n_p) \right) = \left((0, 0), (0, 1) \right) \quad (\text{B.15})$$

$$(\text{B.16})$$

以上より, テロリストの主観的ゲーム $\Gamma_T(n_p)$ における均衡解 $\delta_T^B(n_p), s_T^B(n_p)$ は

$$\left\{ \begin{array}{l} p\bar{r}L_1 \geq c, p\bar{r}L_2 \geq c \text{ のとき} \\ \quad \left(\delta_T^{B*}(n_p), s_T^{B*}(n_p) \right) = \left(\left(\frac{U_1 - rU_2 + \bar{r}D}{\bar{r}(U_1 + U_2 + 2D)}, \frac{U_2 - rU_1 + \bar{r}D}{\bar{r}(U_1 + U_2 + 2D)} \right), \left(\frac{L_2}{L_1 + L_2}, \frac{L_1}{L_1 + L_2} \right) \right) \\ p\bar{r}L_1 < c, p\bar{r}L_2 \geq c \text{ のとき} \\ \quad \left(\delta_T^{B*}(n_p), s_T^{B*}(n_p) \right) = \left(\left(0, \frac{U_2 - U_1}{\bar{r}(U_2 + D)} \right), \left(\frac{p\bar{r}L_2 - c}{p\bar{r}L_2}, \frac{c}{p\bar{r}L_2} \right) \right) \\ p\bar{r}L_1 < c, p\bar{r}L_2 < c \text{ のとき} \\ \quad \left(\delta_T^{B*}(n_p), s_T^{B*}(n_p) \right) = \left((0, 0), (0, 1) \right) \end{array} \right. \quad (\text{B.17})$$

のように導出される.

次に政府の主観的ゲームについて考察する. 政府が開示する最適メッセージ n^{B*} を導出しよう. 政府の戦略を n^B の関数として $\delta_G^B(n^B)$ で表す. 政府は, テロリストがメッセージ $n^B \in \{n_p, n_\phi\}$ を受け取り, テロ行為に関する意思決定を行うと期待する.

政府がメッセージ n_ϕ を選択するとき, テロリストの信念は更新されず, テロリストは無警戒政府の想定に従い意思決定を行うことを期待する. このとき, 基本ゲームと同様に, 政府, テロリストの最適戦略 $\delta_G^{B*}(n_\phi), s_G^{B*}(n_\phi)$ 及び政府の期待利得 $V_G^B(\delta_G^{B*}(n_\phi), s_G^{B*}(n_\phi))$ は.

$$\left\{ \begin{array}{l} c \leq p\bar{r}L_2 \text{ のとき} \\ \quad \left(\delta_G^{B*}(n_\phi), s_G^{B*}(n_\phi) \right) = \left((0, 1), (0, 1) \right) \\ \quad V_G^B(\delta_G^{B*}(n_\phi), s_G^{B*}(n_\phi)) = -c - p\bar{r}L_2 \\ c > p\bar{r}L_2 \text{ のとき} \\ \quad \left(\delta_G^{B*}(n_\phi), s_G^{B*}(n_\phi) \right) = \left((0, 0), (0, 1) \right) \\ \quad V_G^B(\delta_G^{B*}(n_\phi), s_G^{B*}(n_\phi)) = -pL_2 \end{array} \right. \quad (\text{B.18})$$

が導出される.

次に、政府がメッセージ n_p を選択する場合について考える。このとき、政府はテロリストが信念を更新した上で、次のように最適な戦略を選択することを期待する。

$$s_G^{B*}(n_p) = \operatorname{argmax}_{s_{iG}^B(n_p) \in [0,1]^2} \sum_{i=1}^2 \left\{ \delta_{iG}^B(n_p) s_{iG}^B(n_p) (rU_i - \bar{r}D - I) + \bar{\delta}_{iG}^B(n_p) s_{iG}^B(n_p) (U_i - I) \right\} \quad (\text{B.19})$$

また、信念を開示したときテロリストが期待する政府の最適防護戦略は、

$$\delta_G^{B*}(n_p) = \operatorname{argmax}_{\delta_{iG}^B(n_p) \in [0,1]^2} \sum_{i=1}^2 \left\{ -\delta_{iG}^B(n_p) \{prL_i s_{iG}^B(n_p) + c\} - \bar{\delta}_{iG}^B(n_p) pL_i s_{iG}^B(n_p) \right\} \quad (\text{B.20})$$

により導出される。

$p\bar{r}L_1 \geq c, p\bar{r}L_2 \geq c$ のとき

テロリストの主観的ゲームと同様に、政府の最適防護戦略とテロリストの最適戦略について、相手の戦略を所与として他の戦略への誘因を考慮すると、政府に関しては $\delta_G^{B*} = (1, 0)$ または $(0, 1)$, $s_G^{B*} = (1, 0)$ または $(0, 1)$ のみが混合戦略として残る。すなわちこれら以外の戦略はこれらの戦略への誘因を持つ。このとき均衡解は次のようになる。

$$\left(\delta_G^{B*}(n_p), s_G^{B*}(n_p) \right) = \left(\left(\frac{U_1 - rU_2 + \bar{r}D}{\bar{r}(U_1 + U_2 + 2D)}, \frac{U_2 - rU_1 + \bar{r}D}{\bar{r}(U_1 + U_2 + 2D)} \right), \left(\frac{L_2}{L_1 + L_2}, \frac{L_1}{L_1 + L_2} \right) \right) \quad (\text{B.21})$$

$p\bar{r}L_1 < c, p\bar{r}L_2 \geq c$ のとき

この場合テロリストが期待する政府の最適防護戦略について、式 (B.20) より

$$\delta_{1G}^{B*}(n_p) = 0, \quad (\text{B.22})$$

$$\begin{cases} s_{2G}^B > \frac{c}{p\bar{r}L_2} \text{ のとき} & \delta_{2G}^{B*} = 1 \\ s_{2G}^B = \frac{c}{p\bar{r}L_2} \text{ のとき} & \delta_{2G}^{B*} = \forall [0, 1] \\ s_{2G}^B < \frac{c}{p\bar{r}L_2} \text{ のとき} & \delta_{2G}^{B*} = 0 \end{cases} \quad (\text{B.23})$$

が成立する。またテロリストの最適な意思決定は政府の防護戦略を所与として次のように与えられる。

$$\begin{cases} \delta_{2G}^B > \frac{U_2 - U_1}{\bar{r}(U_2 + D)} \text{ のとき} & s_G^{B*}(n_p) = (1, 0) \\ \delta_{2G}^B = \frac{U_2 - U_1}{\bar{r}(U_2 + D)} \text{ のとき} & s_G^{B*}(n_p) = (1, 0) \text{ または } (0, 1) \\ \delta_{2G}^B < \frac{U_2 - U_1}{\bar{r}(U_2 + D)} \text{ のとき} & s_G^{B*}(n_p) = (0, 1) \end{cases} \quad (\text{B.24})$$

以上よりこの場合の均衡解は次のように与えられる。

$$\left(\delta_G^{B*}(n_p), s_G^{B*}(n_p) \right) = \left(\left(0, \frac{U_2 - U_1}{\bar{r}(U_2 + D)} \right), \left(\frac{p\bar{r}L_2 - c}{p\bar{r}L_2}, \frac{c}{p\bar{r}L_2} \right) \right) \quad (\text{B.25})$$

$$(\text{B.26})$$

$p\bar{r}L_1 < c, p\bar{r}L_2 < c$ のとき

この場合, テロリストが期待する政府の最適防護戦略は式 (B.20) より

$$\delta_G^{B*}(n_p) = (0, 0) \quad (\text{B.27})$$

ゆえにテロリストの最適な意思決定は式 (B.19) より

$$\begin{aligned} s_G^{B*}(n_p) &= \operatorname{argmax}_{s_{iG}^B(n_p) \in [0,1]^2} \sum_{i=1}^2 \left\{ \delta_{iG}^B(n_p) s_{iG}^B(n_p) (rU_i - \bar{r}D - I) + \bar{\delta}_{iG}^B(n_p) s_{iG}^B(n_p) (U_i - I) \right\} \\ &= \operatorname{argmax}_{s_{iG}^B(n_p) \in [0,1]^2} \sum_{i=1}^2 s_{iG}^B(n_p) (U_i - I) \end{aligned} \quad (\text{B.28})$$

ゆえに

$$s_G^{B*}(n_p) = (0, 1) \quad (\text{B.29})$$

以上よりこの場合の均衡解は次のように与えられる.

$$\left(\delta_G^{B*}(n_p), s_G^{B*}(n_p) \right) = \left((0, 0), (0, 1) \right) \quad (\text{B.30})$$

$$(\text{B.31})$$

以上よりメッセージ n_p の下での政府の主観的ゲームの均衡解及び政府の期待利得は次のように与えられる.

$$\left\{ \begin{array}{l} p\bar{r}L_1 \geq c, p\bar{r}L_2 \geq c \text{ のとき} \\ \quad \left(\delta_G^{B*}(n_p), s_G^{B*}(n_p) \right) = \left(\left(\frac{U_1 - rU_2 + \bar{r}D}{\bar{r}(U_1 + U_2 + 2D)}, \frac{U_2 - rU_1 + \bar{r}D}{\bar{r}(U_1 + U_2 + 2D)} \right), \left(\frac{L_2}{L_1 + L_2}, \frac{L_1}{L_1 + L_2} \right) \right) \\ \quad V_G^B(\delta_G^{B*}(n_p), s_G^{B*}(n_p)) = -c - \frac{p(1+r)L_1L_2}{L_1 + L_2} \\ p\bar{r}L_1 < c, p\bar{r}L_2 \geq c \text{ のとき} \\ \quad \left(\delta_G^{B*}(n_p), s_G^{B*}(n_p) \right) = \left(\left(0, \frac{U_2 - U_1}{\bar{r}(U_2 + D)} \right), \left(\frac{p\bar{r}L_2 - c}{p\bar{r}L_2}, \frac{c}{p\bar{r}L_2} \right) \right) \\ \quad V_G^B(\delta_G^{B*}(n_p), s_G^{B*}(n_p)) = -pL_1 - \frac{c}{\bar{r}} \left(1 - \frac{L_1}{L_2} \right) \\ p\bar{r}L_1 < c, p\bar{r}L_2 < c \text{ のとき} \\ \quad \left(\delta_G^{B*}(n_p), s_G^{B*}(n_p) \right) = \left((0, 0), (0, 1) \right) \\ \quad V_G^B(\delta_G^{B*}(n_p), s_G^{B*}(n_p)) = -pL_2 \end{array} \right. \quad (\text{B.32})$$

したがって政府の最適なメッセージは次のように与えられる.

$$n^{B*} = \begin{cases} \forall \{n_\phi, n_p\} & : p\bar{r}L_2 \leq c \text{ のとき} \\ n_\phi & : p\bar{r}L_2 > c \text{ のとき} \end{cases} \quad (\text{B.33})$$

すなわち，政府には信念 p を開示する動機を持たないことが示される．テロリストの構築する主観的ゲームの構造は政府の開示するメッセージ n^B に依存し，政府は期待社会損失を常に最小化するようにメッセージの選択を行う．ここで，情報 n_p を開示するときには，微小ながら費用がかかることを仮定すれば，主観的ゲームの均衡解及び信念 p で評価する政府の期待利得 $V_G(\delta_G^{B*}, s_T^{B*})$ は次のように与えられる．

$$\left\{ \begin{array}{l}
 \text{CaseB1 : } p\bar{r}L_2 \geq c \text{ のとき} \\
 (n^{B*}, \delta_{1G}^{B*}(n^{B*}), \delta_{2G}^{B*}(n^{B*})) = (n_\phi, 0, 1) \\
 (s_{1T}^{B*}(n^{B*}), s_{2T}^{B*}(n^{B*})) = (0, 1) \\
 V_G((0, 1), (0, 1)) = -c - prL_2 \\
 \text{CaseB2 : } p\bar{r}L_2 < c \text{ のとき} \\
 (n^{B*}, \delta_{1G}^{B*}(n^{B*}), \delta_{2G}^{B*}(n^{B*})) = (n_\phi, 0, 0) \\
 (s_{1T}^{B*}(n^{B*}), s_{2T}^{B*}(n^{B*})) = (0, 1) \\
 V_G((0, 0), (0, 1)) = -pL_2
 \end{array} \right. \quad (\text{B.34})$$

B.2 5章の主観的ゲームの均衡解の導出

次に5章の主観的ゲームの均衡解の導出過程を示す。まず政府が $n^M = n_{\phi\phi}$ を選択した場合を考えよう。これはすなわち政府が信念及び防御策の実施に関する情報を開示しない状況であり、テロリストは無警戒な政府の想定の下で戦略 $s_T^{M*}(n_{\phi\phi})$ を選択する。したがってテロリストの最適な意思決定は、

$$s_T^{M*}(n_{\phi\phi}) = \operatorname{argmax}_{s_{iT}^M(n_{\phi\phi}) \in [0,1]^2} \sum_{i=1}^2 s_{iT}^M(n_{\phi\phi})(U_i - I) \quad (\text{B.35})$$

と定式化できる。そのため、

$$s_T^{M*}(n_{\phi\phi}) = (0, 1) \quad (\text{B.36})$$

が成立する。すなわち、テロリストは情報が何も開示されないとき、政府が無警戒であるという想定に従い、常にインフラ2を攻撃する。したがって $n^M = n_{\phi\phi}$ の場合のテロリストの主観的ゲームにおける均衡解は

$$\begin{cases} \delta_T^{M*}(n_{\phi\phi}) = (0, 0) \\ s_T^{M*}(n_{\phi\phi}) = (0, 1) \end{cases} \quad (\text{B.37})$$

次に、政府がメッセージ n_p を選択し、 $p \in (0, 1]$ を開示する場合を考えよう。このとき、テロリストは無警戒政府の想定が誤りであることに気づき、テロリストが形成する信念 $q=0$ を q' に更新する。誠実政府の想定がテロリストと政府の間で共有知識であることより、 $q' = p$ である。このときテロリストの最適戦略は、テロリストが受け取る政府のアナウンスメッセージ $n^M \in \{n_{11}, n_{1\phi}, n_{\phi 1}, n_{\phi\phi}\}$ に依存する。テロリストがメッセージ n_{11} を受け取るときの最適戦略 $s_T^{M*}(n_{11})$ は

$$s_T^{M*}(n_{11}) = \operatorname{argmax}_{s_{iT}^M(n_{11}) \in [0,1]^2} \sum_{i=1}^2 s_{iT}^M(n_{11})(rU_i - \bar{r}D - I) \quad (\text{B.38})$$

で表され、そのため

$$s_T^{M*}(n_{11}) = (0, 0) \quad (\text{B.39})$$

が成立する。すなわち、テロリストはこの場合テロ行為を行わない。ゆえに $n^M = n_{11}$ の場合のテロリストの主観的ゲームの均衡解は、

$$\begin{cases} \delta_T^{M*}(n_{11}) = (1, 1) \\ s_T^{M*}(n_{11}) = (0, 0) \end{cases} \quad (\text{B.40})$$

となる。

次にテロリストがメッセージ $n_{1\phi}$ を受け取る場合を考えよう。このときテロリストの最適戦略は次のように定式化される。

$$s_T^{M*}(n_{1\phi}) = \operatorname{argmax}_{s_{i_T}^M(n_{1\phi}) \in [0,1]^2} \left\{ s_{1_T}^M(n_{1\phi})(rU_1 - \bar{r}D - I) + \delta_{2_T}^M(n_{1\phi})s_{2_T}^M(n_{1\phi})(rU_2 - \bar{r}D - I) + \bar{\delta}_{2_T}^M(n_{1\phi})s_{2_T}^M(n_{1\phi})(U_2 - I) \right\} \quad (\text{B.41})$$

政府の防御戦略を所与としたときのテロリストの最適戦略はそれぞれ

$$\begin{cases} \delta_{2_T}^M(n_{1\phi}) > \frac{U_2 - I}{\bar{r}(U_2 + D)} \text{ のとき } s_T^{M*}(n_{1\phi}) = (0, 0) \\ \delta_{2_T}^M(n_{1\phi}) = \frac{U_2 - I}{\bar{r}(U_2 + D)} \text{ のとき } s_T^{M*}(n_{1\phi}) = (0, \alpha_1) \\ \delta_{2_T}^M(n_{1\phi}) < \frac{U_2 - I}{\bar{r}(U_2 + D)} \text{ のとき } s_T^{M*}(n_{1\phi}) = (0, 1) \end{cases} \quad (\text{B.42})$$

となる。なお、 $\alpha_1 \in \forall[0, 1]$ である。一方、テロリストが期待する政府の最適防御戦略は次のように定式化される。

$$\delta_{2_T}^{M*}(n_{1\phi}) = \operatorname{argmax}_{\delta_{2_G}^M(n_{1\phi}) \in [0,1]} \left[-\delta_{2_T}^M(n_{1\phi}) \{prL_2s_{2_T}^M(n_{1\phi}) + 2c\} - \bar{\delta}_{2_T}^M(n_{1\phi}) \{pL_2s_T^M(n_{1\phi}) + c\} \right] \quad (\text{B.43})$$

したがってテロリストの戦略を所与として、政府の最適防御戦略は次のようにまとめられる。

$p\bar{r}L_2 \geq c$ の場合、

$$\begin{cases} s_{2_T}^M(n_{1\phi}) > \frac{c}{p\bar{r}L_2} \text{ のとき } \delta_T^{M*}(n_{1\phi}) = (1, 1) \\ s_{2_T}^M(n_{1\phi}) = \frac{c}{p\bar{r}L_2} \text{ のとき } \delta_T^{M*}(n_{1\phi}) = (1, \alpha_2) \\ s_{2_T}^M(n_{1\phi}) < \frac{c}{p\bar{r}L_2} \text{ のとき } \delta_T^{M*}(n_{1\phi}) = (1, 0) \end{cases} \quad (\text{B.44})$$

$p\bar{r}L_2 < c$ の場合、

$$\delta_T^{M*}(n_{1\phi}) = (1, 0) \quad (\text{B.45})$$

なお、 $\alpha_2 \in \forall[0, 1]$ である。

以上より政府がメッセージ $n^M = n_{1\phi}$ を開示するとき、テロリストの主観ゲームにお

ける均衡解は次のように表される.

$$\left\{ \begin{array}{l} p\bar{r}L_2 \geq c \text{ のとき} \\ \delta_T^{M*}(n_{1\phi}) = (1, \frac{U_2 - I}{\bar{r}(U_2 + D)}) \\ s_T^{M*}(n_{1\phi}) = (0, \frac{c}{p\bar{r}L_2}) \\ p\bar{r}L_2 < c \text{ のとき} \\ \delta_T^{M*}(n_{1\phi}) = (1, 0) \\ s_T^{M*}(n_{1\phi}) = (0, 1) \end{array} \right. \quad (\text{B.46})$$

次に, 政府の主観的ゲームにおける均衡解を導出し, これを基に政府が開示する最適メッセージ n^{M*} を導出しよう. 政府の最適戦略を n^M の関数として $\delta_G^{M*}(n^M)$ で表す. 政府は私的情報である信念 p に基づき, テロ防御策やその実施状況に関する情報開示戦略について検討する. 政府は, テロリストがメッセージ $n^M \in \{n_{11}, n_{1\phi}, n_{\phi 1}, n_{\phi\phi}\}$ を受け取り, テロリストの主観的ゲームにおける最適戦略 $s_G^{M*}(n^M) \in [0, 1]$ を選択することを期待する.

政府がメッセージ $n^M = n_{\phi\phi}$ を選択するとき, 政府はテロリストの信念が更新されず, テロリストが無警戒政府の想定に従い意思決定を行うことを期待する. 政府の主観的ゲームにおけるテロリストの最適戦略 $s_G^{M*}(n_{\phi\phi})$ は

$$s_G^{M*}(n_{\phi\phi}) = (s_{1G}^{M*}(n_{\phi\phi}), s_{2G}^{M*}(n_{\phi\phi})) = \underset{s_{iG}^M(n_{\phi\phi}) \in [0, 1]^2}{\operatorname{argmax}} \sum_{i=1}^2 s_{iG}^M(n_{\phi\phi})(U_i - I) \quad (\text{B.47})$$

により導出される. そのため, 仮定 (3.7) より

$$s_G^{M*}(n_{\phi\phi}) = (s_{1G}^{M*}(n_{\phi\phi}), s_{2G}^{M*}(n_{\phi\phi})) = (0, 1) \quad (\text{B.48})$$

が導出される. すなわち, 無警戒政府の想定のもとでは, 政府は, テロリストがテロ成功時に獲得される効用のより大きなインフラに対してテロ行為に及ぶことを期待する. このとき, 政府の最適な防御戦略 $\delta_G^{M*}(n_{\phi\phi}) = (\delta_{1G}^{M*}(n_{\phi\phi}), \delta_{2G}^{M*}(n_{\phi\phi}))$ は,

$$\delta_G^{M*}(n_{\phi\phi}) = \underset{\delta_{iG}^M(n_{\phi\phi}) \in [0, 1]^2}{\operatorname{argmax}} \sum_{i=1}^2 \left\{ -\delta_{iG}^M(n_{\phi\phi}) s_{iG}^M(n_{\phi\phi}) p r L_i - \bar{\delta}_{iG}^M(n_{\phi\phi}) s_{iG}^M(n_{\phi\phi}) p L_i - \delta_{iG}^M(n_{\phi\phi}) c \right\} \quad (\text{B.49})$$

より導出される. したがってメッセージ $n^M = n_{\phi\phi}$ を選択した場合の政府の主観的ゲー

△の均衡解は次のようにまとめられる.

$$\left\{ \begin{array}{l} c \leq p\bar{r}L_2 \text{ のとき} \\ \delta_G^{M*}(n_{\phi\phi}) = (0, 1) \\ s_T^{M*}(n_{\phi\phi}) = (0, 1) \\ c > p\bar{r}L_2 \text{ のとき} \\ \delta_G^{M*}(n_{\phi\phi}) = (0, 0) \\ s_T^{M*}(n_{\phi\phi}) = (0, 1) \end{array} \right. \quad (\text{B.50})$$

この場合政府の主観的ゲームにおける期待利得 $V_G^M(\delta_G^{M*}(n_{\phi\phi}), s_G^{M*}(n_{\phi\phi}))$ は

$$V_G^M(\delta_G^{M*}(n_{\phi\phi}), s_G^{M*}(n_{\phi\phi})) = \begin{cases} -c - p\bar{r}L_2 & : c \leq p\bar{r}L_2 \text{ のとき} \\ -pL_2 & : c > p\bar{r}L_2 \text{ のとき} \end{cases} \quad (\text{B.51})$$

次に、政府の主観的ゲームについて考察する。政府がメッセージ n_p を選択する場合について考える。このとき政府はテロリストが信念を更新した上で、次のように最適な戦略を選択することを期待する。政府がメッセージ $n^M = n_{11}$ を開示するとき、政府が期待するテロリストの最適戦略は、

$$s_G^{M*}(n_{11}) = \operatorname{argmax}_{s_{iG}^M(n_{11}) \in [0,1]^2} \sum_{i=1}^2 s_{iG}^M(n_{11})(rU_i - \bar{r}D - I) \quad (\text{B.52})$$

で表され、そのため

$$s_G^{M*}(n_{11}) = (0, 0) \quad (\text{B.53})$$

が成立し、したがってこの場合の均衡解は

$$\left\{ \begin{array}{l} \delta_G^{M*}(n_{11}) = (1, 1) \\ s_G^{M*}(n_{11}) = (0, 0) \end{array} \right. \quad (\text{B.54})$$

となる。これは、両インフラの防御策の実施及び情報開示がテロ攻撃に対し抑止効果を持つ場合である。また政府の期待利得は

$$V_G^M(\delta_G^{M*}(n_{11}), s_G^{M*}(n_{11})) = -2c \quad (\text{B.55})$$

となる。

次に政府がメッセージ $n^M = n_{1\phi}$ を開示する場合を考えよう。このときテロリストの最適戦略は次のように定式化される。

$$s_G^{M*}(n_{1\phi}) = \operatorname{argmax}_{s_{iG}^M(n_{1\phi}) \in [0,1]^2} \left\{ s_{1G}^M(n_{1\phi})(rU_1 - \bar{r}D - I) + \delta_{2G}^M(n_{1\phi})s_{2G}^M(n_{1\phi})(rU_2 - \bar{r}D - I) \right. \\ \left. + \bar{\delta}_{2G}^M(n_{1\phi})s_{2G}^M(n_{1\phi})(U_2 - I) \right\} \quad (\text{B.56})$$

また, 政府の防御戦略を所与としたときのテロリストの最適戦略はそれぞれ

$$\begin{cases} \delta_{2G}^M(n_{1\phi}) > \frac{U_2 - I}{\bar{r}(U_2 + D)} \text{ のとき } s_G^{M*}(n_{1\phi}) = (0, 0) \\ \delta_{2G}^M(n_{1\phi}) = \frac{U_2 - I}{\bar{r}(U_2 + D)} \text{ のとき } s_G^{M*}(n_{1\phi}) = (0, \forall[0, 1]) \\ \delta_{2G}^M(n_{1\phi}) < \frac{U_2 - I}{\bar{r}(U_2 + D)} \text{ のとき } s_G^{M*}(n_{1\phi}) = (0, 1) \end{cases} \quad (\text{B.57})$$

となる. 一方, テロリストが期待する政府の最適防御戦略は次のように定式化される.

$$\delta_{2G}^{M*}(n_{1\phi}) = \operatorname{argmax}_{\delta_{2G}^M(n_{1\phi}) \in [0, 1]} \left[-\delta_{2G}^M(n_{1\phi}) \{prL_2s_{2G}^M(n_{1\phi}) + 2c\} - \bar{\delta}_{2G}^M(n_{1\phi}) \{pL_2s_{2G}^M(n_{1\phi}) + c\} \right] \quad (\text{B.58})$$

したがってテロリストの戦略を所与として, 政府の最適防御戦略は次のようにまとめられる. $p\bar{r}L_2 \geq c$ の場合,

$$\begin{cases} s_{2G}^M(n_{1\phi}) > \frac{c}{p\bar{r}L_2} \text{ のとき } \delta_G^{M*}(n_{1\phi}) = (1, 1) \\ s_{2G}^M(n_{1\phi}) = \frac{c}{p\bar{r}L_2} \text{ のとき } \delta_G^{M*}(n_{1\phi}) = (1, \alpha_3) \\ s_{2G}^M(n_{1\phi}) < \frac{c}{p\bar{r}L_2} \text{ のとき } \delta_G^{M*}(n_{1\phi}) = (1, 0) \end{cases} \quad (\text{B.59})$$

$p\bar{r}L_2 < c$ の場合,

$$\delta_G^{M*}(n_{1\phi}) = (1, 0) \quad (\text{B.60})$$

なお, ここで $\alpha_3 \in \forall[0, 1]$ である. 以上より政府がメッセージ $n^M = n_{1\phi}$ を開示するとき, 政府の主観的ゲームにおける均衡解及び政府の期待利得は次のように表される.

$$\begin{cases} p\bar{r}L_2 \geq c \text{ のとき} \\ \delta_G^{M*}(n_{1\phi}) = (1, \frac{U_2 - I}{\bar{r}(U_2 + D)}) \\ s_G^{M*}(n_{1\phi}) = (0, \frac{c}{p\bar{r}L_2}) \\ V_G^{M*}(\delta_G^{M*}(n_{1\phi}), s_G^{M*}(n_{1\phi})) = -c - \frac{c}{\bar{r}} \\ p\bar{r}L_2 < c \text{ のとき} \\ \delta_G^{M*}(n_{1\phi}) = (1, 0) \\ s_G^{M*}(n_{1\phi}) = (0, 1) \\ V_G^{M*}(\delta_G^{M*}(n_{1\phi}), s_G^{M*}(n_{1\phi})) = -c - pL_2 \end{cases} \quad (\text{B.61})$$

最後に政府がメッセージ $n^M = n_{\phi 1}$ を開示する場合を考えよう. このときのテロリストの最適戦略は次のように定式化される.

$$s_G^{M*}(n_{\phi 1}) = \operatorname{argmax}_{s_{iG}^M(n_{\phi 1}) \in [0, 1]^2} \left\{ \delta_{1G}^M(n_{\phi 1})s_{1G}^M(n_{\phi 1})(rU_1 - \bar{r}D - I) + \bar{\delta}_{1G}^M(n_{\phi 1})s_{1G}^M(n_{\phi 1})(U_1 - I) + s_{2G}^M(n_{\phi 1})(rU_2 - \bar{r}D - I) \right\} \quad (\text{B.62})$$

政府の防御戦略を所与としたときのテロリストの最適戦略はそれぞれ

$$\begin{cases} \delta_{1G}^M(n_{\phi 1}) > \frac{U_1 - I}{\bar{r}(U_1 + D)} \text{ のとき } s_G^{M*}(n_{\phi 1}) = (0, 0) \\ \delta_{1G}^M(n_{\phi 1}) = \frac{U_1 - I}{\bar{r}(U_1 + D)} \text{ のとき } s_G^{M*}(n_{\phi 1}) = (\alpha_4, 0) \\ \delta_{1G}^M(n_{\phi 1}) < \frac{U_1 - I}{\bar{r}(U_1 + D)} \text{ のとき } s_G^{M*}(n_{\phi 1}) = (1, 0) \end{cases} \quad (\text{B.63})$$

となる。なお、ここで $\alpha_4 \in \forall[0, 1]$ である。一方、テロリストが期待する政府の最適防御戦略は次のように定式化される。

$$\delta_{1G}^{M*}(n_{\phi 1}) = \underset{\delta_{1G}^M(n_{\phi 1}) \in [0, 1]}{\operatorname{argmax}} \left[-\delta_{1G}^M(n_{\phi 1}) \{prL_1 s_{1G}^M(n_{\phi 1}) + 2c\} - \bar{\delta}_{1G}^M(n_{\phi 1}) \{pL_1 s_{1G}^M(n_{\phi 1}) + c\} \right] \quad (\text{B.64})$$

したがってテロリストの戦略を所与として、政府の最適防御戦略は次のようにまとめられる。

$p\bar{r}L_1 \geq c$ の場合、

$$\begin{cases} s_{1G}^M(n_{\phi 1}) > \frac{c}{p\bar{r}L_1} \text{ のとき } \delta_G^{M*}(n_{\phi 1}) = (1, 1) \\ s_{1G}^M(n_{\phi 1}) = \frac{c}{p\bar{r}L_1} \text{ のとき } \delta_G^{M*}(n_{\phi 1}) = (\alpha_5, 1) \\ s_{1G}^M(n_{\phi 1}) < \frac{c}{p\bar{r}L_1} \text{ のとき } \delta_G^{M*}(n_{\phi 1}) = (0, 1) \end{cases} \quad (\text{B.65})$$

$p\bar{r}L_1 < c$ の場合、

$$\delta_G^{M*}(n_{\phi 1}) = (0, 1) \quad (\text{B.66})$$

なお、ここで $\alpha_5 \in \forall[0, 1]$ である。以上より、政府がメッセージ $n^M = n_{\phi 1}$ を開示する場合の政府の主観的ゲームにおける均衡解は、

$$\begin{cases} p\bar{r}L_1 \geq c \text{ のとき} \\ \delta_G^{M*}(n_{\phi 1}) = \left(\frac{U_1 - I}{\bar{r}(U_1 + D)}, 1 \right) \\ s_G^{M*}(n_{\phi 1}) = \left(\frac{c}{p\bar{r}L_1}, 0 \right) \\ V_G^{M*}(\delta_G^{M*}(n_{\phi 1}), s_G^{M*}(n_{\phi 1})) = -c - \frac{c}{\bar{r}} \\ p\bar{r}L_1 < c \text{ のとき} \\ \delta_G^{M*}(n_{\phi 1}) = (0, 1) \\ s_G^{M*}(n_{\phi 1}) = (1, 0) \\ V_G^{M*}(\delta_G^{M*}(n_{\phi 1}), s_G^{M*}(n_{\phi 1})) = -c - pL_1 \end{cases} \quad (\text{B.67})$$

つまり、一方のインフラ i のみによる防御策実施の開示によりインフラ i への攻撃は完全に抑止され、テロリストは無警戒な政府の想定を改めた上でもう一方のインフ

ラへのテロ行為に関する意思決定を、防御策実施の可能性を見込みつつ行うということである。

政府はインフラ1, 2を包含した社会全体における期待損失の最小化を図る。以上の議論より、政府の最適メッセージ n^{M*} は、 $i, j \in \{1, \phi\}^2$ として次のように与えられる。

$$n^{M*} = \underset{n^M \in \{n_{11}, n_{1\phi}, n_{\phi 1}, n_{\phi\phi}\}}{\operatorname{argmax}} V_G^M(\delta_G^{M*}(n^M), s_G^{M*}(n^M)) \quad (\text{B.68})$$

以上より、下記の政府の最適情報開示戦略 n^{M*} が導出される。

$p\bar{r}L_2 \geq c$ の場合

$$n^{M*} = \begin{cases} n_{11} & : r \geq \bar{r} \text{ のとき } (r \geq \frac{1}{2} \text{ のとき}) \\ n_{11} & : r < \bar{r} \text{ かつ } c < prL_2 \text{ のとき} \\ n_{\phi\phi} & : r < \bar{r} \text{ かつ } c \geq prL_2 \text{ のとき} \end{cases} \quad (\text{B.69})$$

$p\bar{r}L_2 < c$ の場合、

$$n^{M*} = \begin{cases} n_{11} & : 2L_1 < L_2, \frac{c}{L_1} \leq p \text{ のとき} \\ n_{\phi 1} & : 2L_1 < L_2, \frac{c}{L_2 - L_1} \leq p < \frac{c}{L_1} \text{ のとき} \\ n_{\phi\phi} & : 2L_1 < L_2, p < \frac{c}{L_2 - L_1} \text{ のとき} \\ n_{11} & : 2L_1 \geq L_2, \frac{2c}{L_2} < p \text{ のとき} \\ n_{\phi\phi} & : 2L_1 \geq L_2, \frac{2c}{L_2} \geq p \text{ のとき} \end{cases} \quad (\text{B.70})$$

したがって政府の主観的ゲームの均衡解は、次のようにまとめられる。

$p\bar{r}L_2 \geq c$ のとき、

$$\left\{ \begin{array}{l} r \geq \bar{r} \text{ のとき } (r \geq \frac{1}{2} \text{ のとき}) \\ \quad (n^{M*}, \delta_{1G}^{M*}(n^{M*}), \delta_{2G}^{M*}(n^{M*})) = (n_{11}, 1, 1) \\ \quad (s_{1G}^{M*}(n^{M*}), s_{2G}^{M*}(n^{M*})) = (0, 0) \\ r < \bar{r} \text{ かつ } c < prL_2 \text{ のとき} \\ \quad (n^{M*}, \delta_{1G}^{M*}(n^{M*}), \delta_{2G}^{M*}(n^{M*})) = (n_{11}, 1, 1) \\ \quad (s_{1G}^{M*}(n^{M*}), s_{2G}^{M*}(n^{M*})) = (0, 0) \\ r < \bar{r} \text{ かつ } c \geq prL_2 \text{ のとき} \\ \quad (n^{M*}, \delta_{1G}^{M*}(n^{M*}), \delta_{2G}^{M*}(n^{M*})) = (n_{\phi\phi}, 0, 1) \\ \quad (s_{1G}^{M*}(n^{M*}), s_{2G}^{M*}(n^{M*})) = (0, 1) \end{array} \right. \quad (\text{B.71})$$

$p\bar{r}L_2 < c$ のとき ,

$$\left\{ \begin{array}{l}
 2L_1 < L_2, \frac{c}{L_1} \leq p \text{ のとき} \\
 (n^{M^*}, \delta_{1G}^{M^*}(n^{M^*}), \delta_{2G}^{M^*}(n^{M^*})) = (n_{11}, 1, 1) \\
 (s_{1G}^{M^*}(n^{M^*}), s_{2G}^{M^*}(n^{M^*})) = (0, 0) \\
 2L_1 < L_2, \frac{c}{L_2-L_1} \leq p < \frac{c}{L_1} \\
 (n^{M^*}, \delta_{1G}^{M^*}(n^{M^*}), \delta_{2G}^{M^*}(n^{M^*})) = (n_{\phi 1}, 0, 1) \\
 (s_{1G}^{M^*}(n^{M^*}), s_{2G}^{M^*}(n^{M^*})) = (1, 0) \\
 2L_1 < L_2, p < \frac{c}{L_2-L_1} \text{ のとき} \\
 (n^{M^*}, \delta_{1G}^{M^*}(n^{M^*}), \delta_{2G}^{M^*}(n^{M^*})) = (n_{\phi\phi}, 0, 0) \\
 (s_{1G}^{M^*}(n^{M^*}), s_{2G}^{M^*}(n^{M^*})) = (0, 1) \\
 2L_1 \geq L_2, \frac{2c}{L_2} < p \text{ のとき} \\
 (n^{M^*}, \delta_{1G}^{M^*}(n^{M^*}), \delta_{2G}^{M^*}(n^{M^*})) = (n_{11}, 1, 1) \\
 (s_{1G}^{M^*}(n^{M^*}), s_{2G}^{M^*}(n^{M^*})) = (0, 0) \\
 2L_1 \geq L_2, \frac{2c}{L_2} \geq p \text{ のとき} \\
 (n^{M^*}, \delta_{1G}^{M^*}(n^{M^*}), \delta_{2G}^{M^*}(n^{M^*})) = (n_{\phi\phi}, 0, 0) \\
 (s_{1G}^{M^*}(n^{M^*}), s_{2G}^{M^*}(n^{M^*})) = (0, 1)
 \end{array} \right. \tag{B.72}$$

以上より, 政府とテロリストの主観的ゲームの均衡解が次のように示される.

$p\bar{r}L_2 \geq c$ のとき ,

$$\left\{ \begin{array}{l}
 \text{Case M1 : } r \geq \bar{r} \text{ のとき } (r \geq \frac{1}{2} \text{ のとき}) \\
 (n^{M^*}, \delta_{1G}^{M^*}(n^{M^*}), \delta_{2G}^{M^*}(n^{M^*})) = (n_{11}, 1, 1) \\
 (s_{1T}^{M^*}(n^{M^*}), s_{2T}^{M^*}(n^{M^*})) = (0, 0) \\
 \text{Case M2 : } r < \bar{r} \text{ かつ } c < prL_2 \text{ のとき} \\
 (n^{M^*}, \delta_{1G}^{M^*}(n^{M^*}), \delta_{2G}^{M^*}(n^{M^*})) = (n_{11}, 1, 1) \\
 (s_{1T}^{M^*}(n^{M^*}), s_{2T}^{M^*}(n^{M^*})) = (0, 0) \\
 \text{Case M3 : } r < \bar{r} \text{ かつ } c \geq prL_2 \text{ のとき} \\
 (n^{M^*}, \delta_{1G}^{M^*}(n^{M^*}), \delta_{2G}^{M^*}(n^{M^*})) = (n_{\phi\phi}, 0, 1) \\
 (s_{1T}^{M^*}(n^{M^*}), s_{2T}^{M^*}(n^{M^*})) = (0, 1)
 \end{array} \right. \tag{B.73}$$

それぞれの場合の政府の期待利得は，

$$V_G^{M^*} = \begin{cases} -2c & \text{Case } M1, M2 \text{ のとき} \\ -c - prL_2 & \text{Case } M3 \text{ のとき} \end{cases} \quad (\text{B.74})$$

$p\bar{r}L_2 < c$ のとき，

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Case } M4 : 2L_1 < L_2, \frac{c}{L_1} \leq p \text{ のとき} \\ \quad (n^{M^*}, \delta_{1G}^{M^*}(n^{M^*}), \delta_{2G}^{M^*}(n^{M^*})) = (n_{11}, 1, 1) \\ \quad (s_{1T}^{M^*}(n^{M^*}), s_{2T}^{M^*}(n^{M^*})) = (0, 0) \\ \text{Case } M5 : 2L_1 < L_2, \frac{c}{L_2-L_1} \leq p < \frac{c}{L_1} \\ \quad (n^{M^*}, \delta_{1G}^{M^*}(n^{M^*}), \delta_{2G}^{M^*}(n^{M^*})) = (n_{\phi 1}, 0, 1) \\ \quad (s_{1T}^{M^*}(n^{M^*}), s_{2T}^{M^*}(n^{M^*})) = (1, 0) \\ \text{Case } M6 : 2L_1 < L_2, p < \frac{c}{L_2-L_1} \text{ のとき} \\ \quad (n^{M^*}, \delta_{1G}^{M^*}(n^{M^*}), \delta_{2G}^{M^*}(n^{M^*})) = (n_{\phi\phi}, 0, 0) \\ \quad (s_{1T}^{M^*}(n^{M^*}), s_{2T}^{M^*}(n^{M^*})) = (0, 1) \\ \text{Case } M7 : 2L_1 \geq L_2, \frac{2c}{L_2} < p \text{ のとき} \\ \quad (n^{M^*}, \delta_{1G}^{M^*}(n^{M^*}), \delta_{2G}^{M^*}(n^{M^*})) = (n_{11}, 1, 1) \\ \quad (s_{1T}^{M^*}(n^{M^*}), s_{2T}^{M^*}(n^{M^*})) = (0, 0) \\ \text{Case } M8 : 2L_1 \geq L_2, \frac{2c}{L_2} \geq p \text{ のとき} \\ \quad (n^{M^*}, \delta_{1G}^{M^*}(n^{M^*}), \delta_{2G}^{M^*}(n^{M^*})) = (n_{\phi\phi}, 0, 0) \\ \quad (s_{1T}^{M^*}(n^{M^*}), s_{2T}^{M^*}(n^{M^*})) = (0, 1) \end{array} \right. \quad (\text{B.75})$$

上記の均衡解の政府の期待利得は，

$$V_G^{M^*} = \begin{cases} -2c & : \text{Case } M_3, M_6 \text{ のとき} \\ -pL_2 & : \text{Case } M_4, M_7 \text{ のとき} \\ -c - pL_1 & : \text{Case } M_5 \text{ のとき} \end{cases} \quad (\text{B.76})$$

謝 辞

本研究を遂行するにあたって、多くの方々にご指導・ご協力を頂きました。ここに心より感謝の意を表します。京都大学工学研究科の小林潔司教授には、ご多忙の中、論文作成にあたり終始懇切丁寧なご指導を頂きました。また小林教授の研究に対する真摯な姿勢から多くのことを学びました。ここに、心より深く感謝申し上げます。京都大学工学研究科の松島格也准教授には、毎回の研究ゼミにおいて鋭いご指摘を頂いた他、日頃から公私に関わらず相談に乗って頂き、常に適切な助言を頂きました。心より御礼申し上げます。京都大学工学研究科の大西正光助教授には、日頃の研究生生活の他、本研究の遂行に関わる基礎的素養についても有益なご指導・コメントを頂きました。厚く御礼申し上げます。京都大学工学研究科の吉田護GCOE特定助教授には、研究に関する相談において有益なご指摘を頂いた他、毎日の研究生生活においても大変お世話になりました。ここに深く感謝の意を表します。京都大学工学研究科の鄭蝦榮特定研究員には、研究室に入った当初から常に温かくご指導を頂きました。ここに、心より感謝申し上げます。計画マネジメント論研究室の諸兄・諸先輩には、日頃から親身に相談に乗って頂き、研究に対する温かい励ましの言葉やご指導を頂きました。ここに深く感謝の意を表します。秘書の藤本彩氏には、日頃から多くの事務上のお手伝いの他、様々な場面でご支援を受けました。心より感謝いたします。