

日本の核攻撃対策に関する調査

小林 大悟 香川 遼 佐藤 哲平 李 婕

システム情報工学研究科 リスク工学専攻 博士前期課程 1 年

指導教員 掛谷 英紀 准教授

1 背景と目的

日本周辺の安全保障を巡る環境は厳しくなりつつある。朝鮮民主主義人民共和国 (以下、北朝鮮と呼ぶ) は、ミサイル発射実験を過去 50 回以上行っており [1], そのうち 6 回が日本上空を通過している (2018 年 10 月時点)。2017 年 8 月と 9 月には、弾道ミサイルの発射に伴い J アラートが発令され [2], 大きな関心を集めた。

しかし、核ミサイル飛来時における対策を把握していない日本人は非常に多い。2017 年 8 月 29 日、北朝鮮によって弾道ミサイル発射実験が行われ、発射 4 分後に J アラート (図 1) が発令された。この後、内閣官房によって行われたアンケートでは、31.5% もの住民が、J アラートを聞いて何をしたらいいのかわからなかったと答えている [3]。政府は事案発生時における住民の避難訓練や、国と地方公共団体の共同訓練を年々増やしてはいるものの [4], 参加している住民には限りがあり、多くの国民が緊急時の対応を把握できていない。

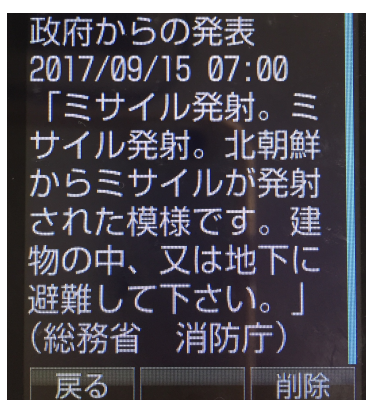


図 1: J アラートの表示画面 [5]

また、日本の核対策が他国に比べて十分でないことも挙げられる。人口あたりの核シェルターの普及率は、スイスやノルウェーが 100%, アメリカやロシアでも 80% であるのに対し、日本は 0.02% と極めて低い [6]。

緊急時、核シェルターのような頑丈な施設がない場合、地下に避難することが推奨されている。実際に、地下鉄などの地下空間は、核シェルターの代替としての利用が期待されており、東京のような大都市の地下には地下鉄や商業施設等の広い地下空間が存在している。しかし、避難計画を立てる国や自治体と地下空間の多くを所有している鉄道事業者との間で、核攻撃時の避難について具体的な協定を結んでいるわけではない [7]。緊急時の行動について、国民一人一人が理解するとともに、避難設備の増設や避難経路の策定が急務である。

以上の日本の核攻撃対策の現状を踏まえて、核攻撃対策の進んでいる海外の事例を調査し、地下空間を利用した避難の検討を行う。地下を利用した避難の検討では、筑波大学の地下にある共同溝を利用したものと、東京都の地下鉄空間を利用したものの 2 つを考える。この調査の目的は、① 海外の事例を参考に、日本に必要な核攻撃対策を考察すること。② 実際に我々が避難する場合を考え、周辺設備を利用した避難経路を把握すること。③ 活用が期待されている東京都の地下鉄空間を使った避難の検討と具体的な経路を策定することの 3 点である。

2 海外の核攻撃対策

核攻撃対策が進んでいる国の例としてスウェーデン、シンガポール、イギリスを選び、想定している核攻撃とそれに対応して設置された地下シェルターの規模と数を調査した結果を以下に示す。

2.1 スウェーデン

スウェーデンには 65,000 個のシェルターがある。潜在的な空襲から身を守るために 1940 年代から建設されはじめ、核戦争の脅威の時代 50 年代と 60 年代に、今あるシェルターのほとんどが建設されている。現在、シェルターのカバレッジは人口の 70% である

(図 2). 2013 年 4 月, ロシア 6 機が夜間の任務を遂行し, スウェーデンで核攻撃をシミュレートした. ロシアの脅威に対応するため, スウェーデンは既存のシェルターを基により多くのシェルターを建設する予定である. 新築のシェルターはそれぞれ 5 万人が収容可能で, 1 人当たり少なくとも 0.75m^2 のスペースがあり, 水, 熱, トイレ, 換気設備が備わっている.



図 2: スウェーデンの地下シェルターの位置

スウェーデンの最も重要なシェルターの 1 つが Klara bunker である. $6,650\text{m}^2$ の面積があり, この複合施設の基本的なデザインは 2 階建ての楕円形で, Sergels torg (セルゲル広場) や Klara 教会などに隣接する複数の入り口がある. シェルターは, 戦時中または他の危険な場合に 8,000 人を収容することができる. シェルターにはいくつかの入り口と逃げ道が存在する. 建物の入り口の横では, ランプによってパーキングエリアへの車のアクセスが可能であり, そこに目立たないシェルターの入り口がある.

2.2 シンガポール

シンガポールの首相によると, シンガポールに対する核攻撃の脅威は 2 つある. 1 つは北朝鮮の核武器の訓練, 2 つ目は国際テロ組織 ISIS であり, すでに核テロに関与する意向を示している. これらの核攻撃からシンガポールを守るため, 政府は新築住宅にシェルターの設置を義務付け, さらに多くの公共シェルターを建設することに決めた. また, 隣接しているマレーシアに対しての対策も含まれていると考えられる. シンガポール政府は独立後, マレーシアから水を

供給してもらう協定を結んでいる [11]. 水資源はシンガポールの生命線であり, マレーシアにとっての外交カードである. 協定の期限である 2061 年以降, 両国の合意が得られるような新たな協定が結ばれない限り, 両国間の関係は難しくなる. このような背景から多くのシェルターが建設されており, 現在, シンガポール全土には計 574 個のシェルターがある.

具体的なシェルターは南北線 (NSL)/東西線 (EWL)/北東線 (NEL)/円線 (CCL) 駅/繁華街 2 号線 (DTL2) を含む 40 個の MRT 地下鉄駅, 学校, およびコミュニティセンターまたはクラブである. 一般市民には, 政府が避難方法と手続きに関する公的教育措置を実施する. 国民は, 落ち着いた状態で家で待機し, そのまま自宅で保護を求めるように勧められる. MRT シェルターの面積に応じて 3,000~19,000 人を収容できる. これらの施設には防護爆破ドア, 汚染除去設備, 換気システム, 電力および給水システム, ドライトイレシステムなどがある. HDB (Housing Development Board) の公共シェルターは地下室や特定の HDB 住宅団地のボイドデッキにある. 多くの新築中等学校地下のエアライフルは, シェルターとして改修される.

2.3 イギリス

高いレベルのシェルターを計 15 個, イギリス全域に配備している. 8 つの深いシェルターがあり, それらはすべてロンドンの地下鉄駅に存在する. 各シェルターは直径 5.05m , 長さ 370m の一対の平行トンネルで構成されている. 各トンネルは 2 つのデッキに分割されており, 各シェルターは最大 8,000 人を収容できる.

3 地下空間を利用した避難の検討

3.1 筑波大学の共同溝を利用した核攻撃に対する避難

核ミサイルが飛来する非常時には屋内, 特に地下への避難が推奨されている. 現在, 筑波大学における核攻撃を対象とした具体的な避難計画は存在していない. しかし, 非常時にどこに避難すべきかなどのマニュアルの策定は必要不可欠であると考えられる. そこで, 筑波大学構内の緊急時に避難可能な地下施設の調査 [13] と, 筑波大学総合研究棟 B の地下 1 階に避難する際にかかる時間の計測を行った. その結果, 図 3 の場所に地下施設が存在していることが分かった. ま



図 3: 筑波大学内の地下施設

た、Jアラートがなってから実際にミサイルが着弾するまでの時間は4分と言われており、その間に人が走り移動できる距離は約1kmである [14]。その範囲を図3の地下施設に重ねてみると4のようになる。



図 4: 筑波大学内の地下施設、避難可能範囲

ここから分かることは、医学群周辺には地下施設が多数存在しているが、第一から第三学群周辺においては地下施設は少ない。次に、その地下施設に主要可能な人数を調査してみた。府中市避難所管理運営マニュアル策定ガイドライン [15] によると、一時避難における収容可能人数は、4人あたり3.3m²の床面積で計算できる。これを筑波大学内の施設において換算すると(表1)のようになる。

筑波大学の教職員学生合計人数は2018年度現在、21879人 [16] であり収容可能人数よりも多い状態である。また、この収容人数は付属病院の施設も含んだ

表 1: 筑波大学内の地下施設避難収容人数

地下施設	収容人数(人)
総合研究棟 B	1213
学術情報メディアセンター	767
5C 棟	1331
工学系学系 F 棟	1069
医学系学系棟	2275
病棟 B	3177
中央診療棟	3036
外来診療棟	2761
けやき棟	4507
計	20156

ものであり、実際の避難人数はこれよりも大きな値になると考える。そこで他に避難可能なものとして共同溝を考えてみる。共同溝は、電力、給水、通信情報などのサプライのために筑波大学内に張り巡らされたものであり、その範囲は図5のようになっている [17]。

項目	内容
寸法	2m ² ×2m ² ~8.5m ² ×3m ² (内径)
延長	約14km
配管	市水 中水 消火栓用 都市ガス
	ヘリウム回収 高温水(往・還) 冷水(往・還) 蒸気・還水
電線	電力(6kV)
	電話 放送 情報ラン
その他	防災 中央監視
	照明(スイッチは3回路型) コンセント ガス漏れ警報器 案内板
ファンルーム	共同溝へ新鮮空気を供給
	非常出口を兼ねる
排気塔	約200mに1カ所設置
資材搬入口	約200mに1カ所設置



図 5: 共同溝概要及び配置図 [17]

共同溝には、出入り可能なファンルームや資材搬入口が200mおきに設置されており、それを使えば学内の広い範囲において地下への避難が可能となる。また、全長が14kmもあり大人数の避難ができることが見込まれる。しかし、通常時においては施錠されており、非常時に誰がどこの鍵を解錠するかなどの計画が必

要である。

また、総合研究棟 B において、緊急時に最上階である 12 階から地下 1 階まで階段で降りて避難するのに必要な時間は、歩いて降りた場合 3 分 26 秒、走って降りた場合 2 分 1 秒である。避難可能な時間は J アラートがなってから 4 分程度であることから、総合 B 棟にいる場合、どの階からでも地下に一次避難することができる。

3.2 東京都の地下鉄空間を利用した避難

3.2.1 地下鉄の地下空間

核攻撃を受けた際の比較的アクセスがしやすい避難先・避難経路として代用可能な施設として、地下鉄のための地下空間が挙げられる。前述した核攻撃を受ける可能性が高いと考えられる 5 都市に関しても地下鉄が広い範囲に渡って整備されている。

今回我々は東京都を例にとり、核攻撃を受けた際の避難先・避難経路として利用が可能な地下鉄の地下区間を調査し、その空間を用いた避難経路について考察を行った。ただし今回の調査で対象とした地下鉄は東京メトロ全線と都営地下鉄全線である。

まず、東京に核弾頭が落とされたと仮定し、被害地域を考える。核弾頭のサイズは北朝鮮が積むことのできる最大量であると言われている 50kt を想定し、爆心地を日本の政治の中心である国会議事堂に想定した。図 6 は上記の設定における被害範囲である。

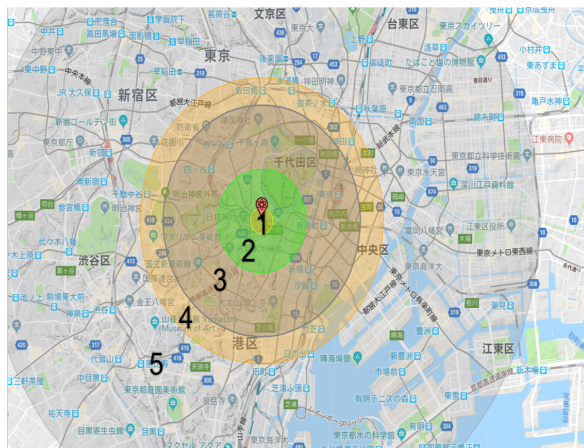


図 6: 核弾頭:50kt 爆心地:国会議事堂 東京の被害範囲

範囲 1 は火球が生成される範囲で、そこにあるものはすべて焼き尽くされる。範囲 2 は致死量の放射能が広がる範囲である。この範囲に地上にいた場合、被爆し、数時間から数週間の間死亡するといわれている。この範囲には各省庁や在日アメリカ大使館も含ま

れている。範囲 3 は爆風範囲でこの範囲にある建物は倒壊するレベルの影響を受ける。範囲 1,2,3 に地上にいと生存は絶望的と考えられる。次に範囲 4 は爆発熱範囲で、ここにいるとレベル 3 のヤケドを負う。範囲 5 は窓ガラスが割れる程度の爆風範囲である。

図 6 における致死範囲から、地下を伝って避難できる経路を策定する。東京都の地図を対象とした地下鉄路線の内、地下である区間をそれぞれの路線の色でなぞった結果を図 7 に示す。

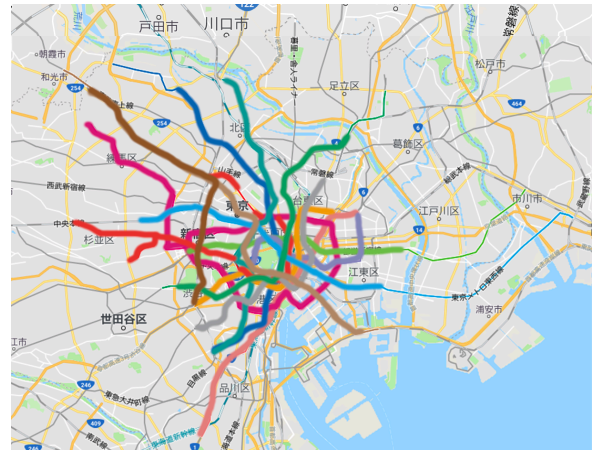


図 7: 対象とした地下鉄路線の内地下である区間

この結果から、都心部には多くの路線の地下区間が存在することや、都心部から北・南・西に向けては遠くまで避難可能な長い路線が存在しているが、東側には荒川があるため地下鉄を通して荒川から東に避難することは不可能であることなどがわかる。

3.2.2 避難可能な人数

地下鉄の地下区間を通して避難する際に避難可能な人数を概算を行った。

まず概算に使用するパラメータを以下のように仮定し、今回は 10 時間以内に避難が可能な人数を考える。

線路内を歩く際の横に並ぶ人数: 4 人

避難時の歩行速度: 4km/h

避難に利用する各路線: すべて複線

歩く際の前後の人との距離: 1m

避難人数のボトルネックは地下に入る部分ではなく、地下から出る部分であるためまずは避難の際に最後に通ることができる路線(つまり出口)が 1 つで

ある場合の避難人数を求める。

$$\begin{aligned} \text{(出口が1つの場合)} \\ \text{の避難人数)} &= 4 \text{人} * 1000 * 4\text{km/h} \\ &\quad * 10\text{h} * 2 \\ &= 320000 \text{人} \end{aligned}$$

ただし、図7を見るとわかるように都心から隣県近くまで地下を通して避難が可能な路線は複数存在している。そのため一つの路線に人が集中するなどの事態を考えなければ、 n 路線が避難に利用できる際の10時間で避難可能な人数は以下の式で求めることができる。

$$\begin{aligned} \text{(出口が} n \text{ 路線ある)} \\ \text{場合の避難人数)} &= 4 \text{人} * 1000 * 4\text{km/h} * 10\text{h} \\ &\quad * 2 * n \text{ 路線} \\ &= 320000n \text{ 人} \end{aligned}$$

実際の避難の際にすべての路線が避難のために使用可能であるとは考えにくく、避難可能な人数としては百万のオーダーである。それに対して東京都の昼間人口は約1500万人[18]であり、それを今回提案する地下鉄による避難のみでカバーするということは難しいということがわかった。よって地下鉄を避難経路として利用するための準備を進めることと同時にその他の避難経路や避難方法についても考える必要がある。

4 まとめ

日本の核攻撃に対する調査として、核対策の進んでいる海外の事例を調査し、筑波大学と東京都における地下空間を利用した避難の検討を行った。

海外の事例の調査では、冷戦以来スウェーデンは世界で最も多くの地下シェルターを建設しており、これらのシェルターはロシア核攻撃を防ぐ目的であることがわかった。小面積の東南アジアの国として、シンガポールには574個シェルターがあり、政府は反テロ対策と避難施設の設置を盛んに行っている。イギリスの地下シェルターは、そのほとんどが冷戦時代に建設されたものにもかかわらず、すべてのシェルターがイギリスが核攻撃されたときにすぐに使用することができる。

筑波大学の地下空間を利用した避難の検討では、学内の地下施設を調査し、避難収容人数を算出した。ま

た、地下共同溝を避難に用いる場合の緊急時用マニュアルの必要性を示唆した。

地下鉄を利用した避難の検討では、東京都を通る地下鉄には避難経路として利用することができる路線が多く存在していることが分かった。ただし、地下鉄の地下空間を通して徒歩で逃げる場合の避難可能人数は東京都の昼間人口には及ばず他の避難経路と組み合わせる必要があると考えられる。

5 今後の課題

今回調査したノルウェーやイギリスなどの国と同じように、日本では、北朝鮮による核攻撃の脅威がある。しかし、日本は核攻撃の対策と地下シェルターの配備、または国民の核攻撃への防災意識に多くの欠点がある。海外政府の核攻撃対策から学び、攻撃される可能性の高い地域の分析や地下シェルターの建設、核攻撃に直面した場合における正しい対策の周知が、国民の生存率を向上させることができると考える。

筑波大学地下の共同溝を利用した避難に関しては、共同溝を利用した具体的な避難計画の策定、共同溝を利用する場合、その出入り口の鍵の管理状態を調査し、どのように解錠するのが効率的かを考えること等が今後の課題として挙げられる。

また、東京の地下鉄を利用した避難において、核弾頭のサイズや落下地点が変化すると被害規模が大きく変化するとともに、避難ルートが一部制限されることが考えられる。また、新宿駅や渋谷駅等は、路線に限らず大きな地下空間と多くの入り口を有している。今回、路線数を中心に避難可能な人数を推定したものの、そのような巨大な駅周辺であれば、より多くの避難者を収容できると考えられる。今回計算に入れていない駅ごとの入り口の数、地下空間の容積等を考慮に入れることで、より詳細な避難可能な人数の推定することができる。地下鉄を利用した避難には、地下鉄の運営会社や避難先の協力が不可欠であるため制度の整備が必要である。また地下鉄のみでは避難方法として不十分であるため、これと併用することができる避難方法、避難場所の検討も合わせて必要である。

参考文献と取材先

- [1] 防衛省 (2018), 「北朝鮮による核・弾道ミサイルについて」, http://www.mod.go.jp/j/approach/surround/pdf/dprk_bm_20180608.pdf

- [2] 消防庁国民保護・防災部国民保護室 (2018), 「地方における国民保護対策について」, http://www.soumu.go.jp/main_content/000555078.pdf
- [3] 内閣官房 (2017), 「北朝鮮によるミサイル発射事案に関する住民の意識・行動等についての調査」, http://www.kokuminhogo.go.jp/pdf/20171213survey_details.pdf
- [4] 内閣官房 (2018), 「国民保護に係る国と地方公共団体の共同訓練の実施状況」, <http://www.kokuminhogo.go.jp/news/assets/300427kisyu.pdf>
- [5] 内閣官房 国民保護ポータルサイト (2017), 「北朝鮮から発射された弾道ミサイルが日本に飛来する可能性がある場合における全国瞬時警報システム (Jアラート) による情報伝達について」 <http://www.kokuminhogo.go.jp/kokuminaction/jalert.html>
- [6] 日本核シェルター協会 (2002), 「各国の人口あたり核シェルター普及率」
- [7] 豊島区 総務部防災危機管理課 危機管理グループ 取材 (2018/10/1)
- [8] THE LOCAL(2017), "Sweden's 65,000 nuclear bunkers aren't enough: Civil Contingencies Agency", <https://www.thelocal.se/20171030/swedens-65000-nuclear-bunkers-arent-enough-civil-contingencies-agency>
- [9] Sweden shelters map(2018), https://gisapp.msb.se/apps/kartportal/enkel-karta_skyddsrum/
- [10] The Singapore Civil Defence Force(2018),<https://www.scdf.gov.sg>
- [11] Ministry of Foreign Affairs Singapore(2018), "Water Agreements", <https://www1.mfa.gov.sg/SINGAPORES-FOREIGN-POLICY/Key-Issues/Water-Agreements>
- [12] World War 3 - Bomb shelters in the UK MAPPED amid conflict fears(2017), <https://www.express.co.uk/life-style/life/797877/world-war-3-bomb-shelter-locations>
- [13] 筑波大学施設部 (2018),<http://shisetsu.sec.tsukuba.ac.jp:8080/061area.html>
- [14] NEWS ポストセブン (2017/8/29),<https://www.news-postseven.com/archives/20170829-608349.html>
- [15] 府中市避難所管理運営マニュアル 策定ガイドライン (2014/11), <https://www.city.fuchu.tokyo.jp/bosaibohan/saigai/hinan/hinanjokanriunei.files/guideline.pdf>
- [16] 筑波大学 (2018),<https://jp-ex.tsukuba.ac.jp/education/facts-figures/>
- [17] 筑波大学施設管理 (2018),<http://shisetsu.sec.tsukuba.ac.jp/sisetukanri/sisetukanri2012.pdf>
- [18] 東京都 (2013) 『「東京都の昼間人口」の概要』 <http://www.metro.tokyo.jp/INET/CHOUSA/2013/03/60n3j100.htm>