



内務省
民間防衛

基本訓練マニュアル

第 II 卷

核戦争

パンフレット No. 6

ロンドン：英国印刷庁

1950

はじめに

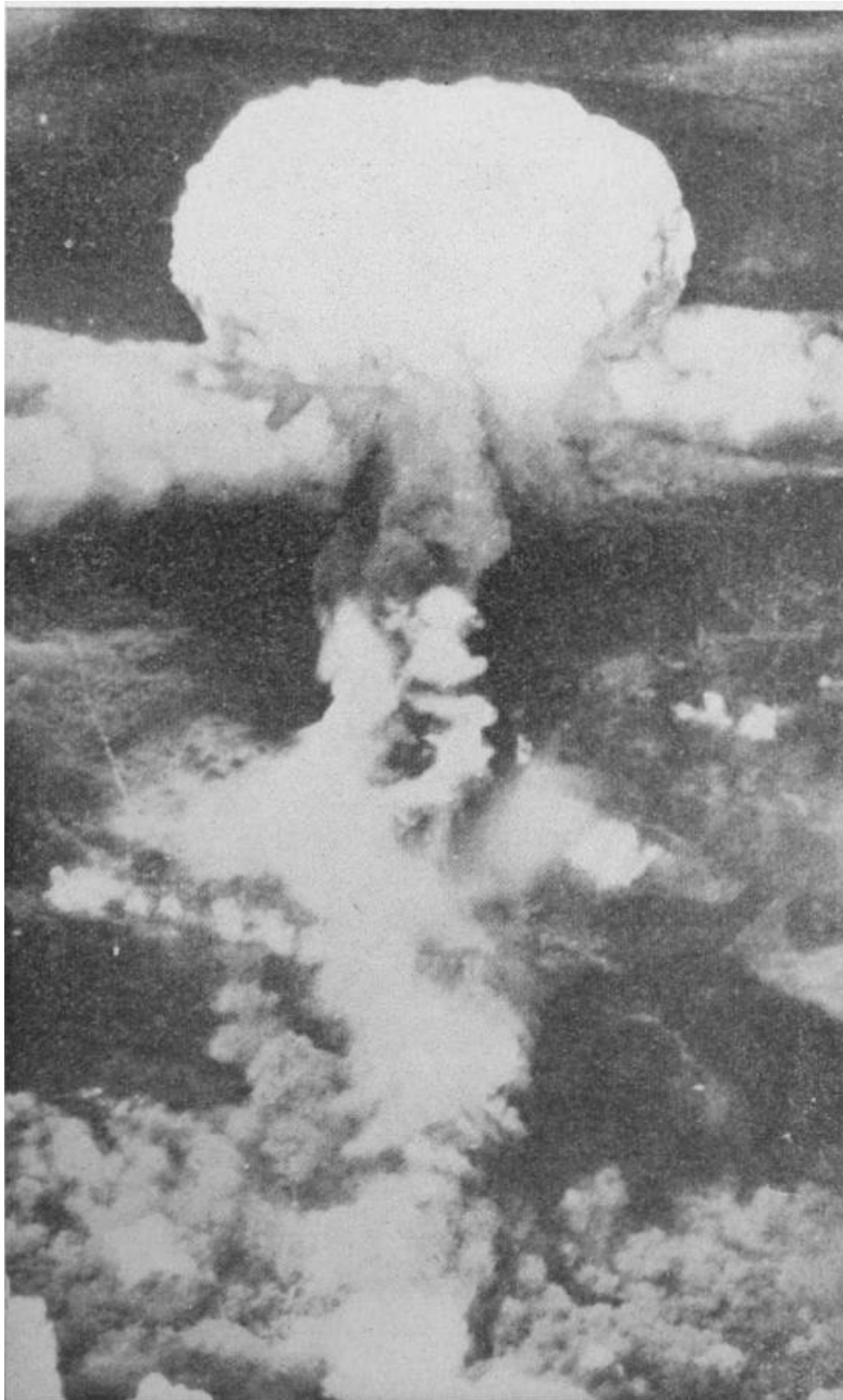
一連の民間防衛ハンドブックとパンフレットは、内務省の権限の下、スコットランド大臣とその他の関連する大臣の支援と協力で、国務長官内務省民間防衛局が作成した。

これらの出版物に記載されている、戦争の影響から民間人を保護するための対策は、この国の防衛組織の重要な部分となっている。それらに必要性があるのは、戦争が差し迫っていると考えているからではない。平時に軍の準備が必要なと同様に、平時に民間防衛の準備が必要である。

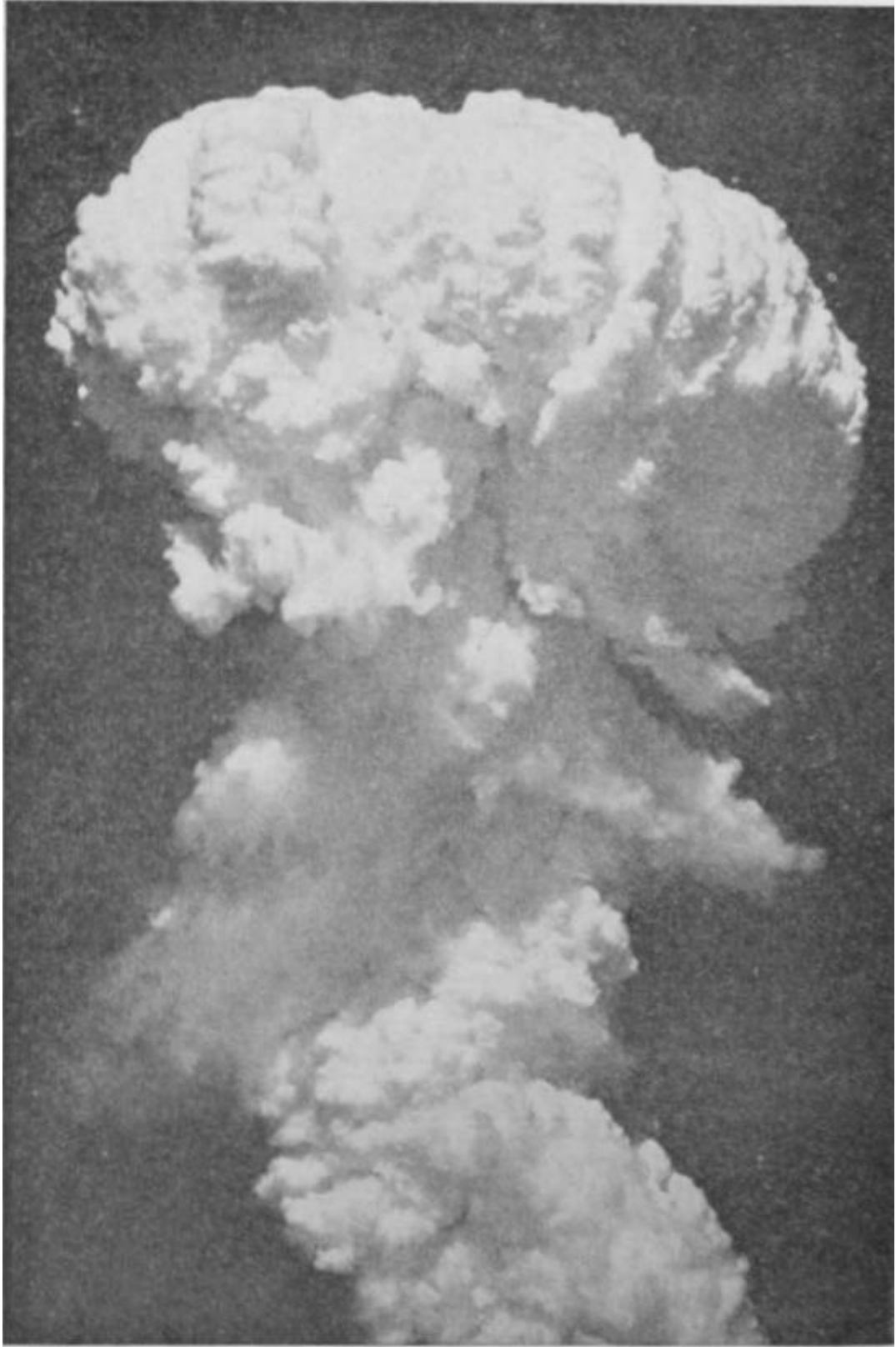
これらの出版物は、あらゆる現代の攻撃形態の影響を軽減するために取れる、可能な手段を網羅している。民間防衛計画を効果的なものにするには、常に最新状態を保ち、今後実現される可能性のある多様な兵器すべてを考慮にいれなければならない。将来の戦争では、英国が 1939～1945 年の戦争で経験した爆撃より大規模な攻撃を受ける可能性があり、英国が経験したことのない兵器や戦術が英国に使われる可能性がある。いかなる兵器とも異なる兵器、すなわち原爆が必然的に使われる。最も重要なことは、ありそうなことと、可能性があるだけのことの間のバランスである。

毒ガスの使用は、わが国と西側諸国が締結国である、1925 年ジュネーブ議定書で禁止されている。戦争の勃発時、英国は敵が毒ガスを使用しないように敵と約束を保障しようとする。しかし、毒ガス使用のリスクは可能性としては残っており、他の科学分野の発展も無視できない。

これらの出版物は、先の戦争で、回避可能な負傷や人命の損失や、国内産業の混乱に対して極めて有効であることが実証されている予防策とともに、戦争が勃発した時に効果的に役割を果たすために民間防衛隊員に必要な技術的及び戦術的訓練について記載している。これらの出版物は、多様な兵器から身を守る方法について現在可能な最善の方法を提示することを目指している。これらの兵器の幾つかと、最良の対処策については、情報は完全ではない。しかし、実験的試みや調査の進展の結果で、これらは随時改訂増補することで、民間防衛隊が最新の知識に対応し、訓練が最新かつ経験豊富なラインで行われるようにする。



この写真は日本の港湾産業拠点である長崎上空 18,000 メートルに立ち昇ったキノコ雲の柱を示す。



この写真は、ビキニ島のラグーンに集められた軍艦の上空での原爆の爆発による雲の上部を示す。

はじめに 1	
首相による序文	2
序論	4
第 1 章 原爆の爆発の特徴	6
1. 攻撃方法	6
2. 爆発の概要	6
3. 爆発による危険	6
4. 負傷者に関する考慮事項	12
5. 英国の都市における死傷者の推定	12
第 2 章 熱線	19
10. 人体への影響	19
11. 物への影響	20
12. 火災旋風の問題	20
第 3 章 放射能	25
17. 急性効果	25
18. 急性効果についての防護	25
19. 晩発効果	26
20. 晩発効果に対する防護	27
21. 放射線障害	32
22. 放射能中毒	34
第 4 章 爆風	39
27. 人体への影響	39
28. 物への影響	39
29. 公益事業への影響	40
30. 救助の問題	40
Appendix I: 原子物理入門	47
1. 原子の大きさに関連する物質の構造	47
2. 原子の構造	48
3. 放射能	49
4. 中性子	49
5. 核分裂	50
6. 爆発要件	51
7. 原爆	52
Appendix II: 用語集	59
b b b	

首相による序文

このパンフレットの目的は、民間防衛隊及び民間防衛に関連する業務の全要員に、原爆とその影響についての実践的情報について簡潔なマニュアルを提供することにある。もちろん、我々が原爆攻撃の恐怖を経験せずに済むことを切に望むところである。原子力の凄まじい力は、産業及び人道目的で使用されるべきである。1945 年 11 月に米国大統領とカナダ首相と私が署名したワシントン宣言以来、英国は原子力を平和目的にのみ利用するという国際的合意を求めてきた。しかし、このような合意は、最も厳格な国際的管理システムがなければ幻想にすぎない。ほぼ 2 年前、国連原子力委員会の 11 人の委員のうち 9 人が、原子力の統制のための本当に効果的であるとする計画に合意した。この計画は圧倒的多数の国連総会で承認されたが、ソビエト連邦は、これまでのところ受諾を拒否し、代わりに、代案を提案したが、委員会は効果的な国際統制のための適切な基盤を与えるものではないという理由で、9 対 2 の投票で否決した。しかし、国際的な統制の効果的なシステムが国連によって最終的に採択されるかもしれないという希望を捨ててはならない。我々は、そのような合意を可能にするまで、我々の持てる力のすべてを使う。それまでの間、戦争が起きれば、我々は核攻撃の対象となるかもしれず、そのような核攻撃に必然的に伴う犠牲を最小化するために、民間防衛の準備を推進しなければならない。

1950 年 6 月

Clement Attlee

核戦争

序論

このパンフレットは、日本の 2 つの都市、広島と長崎に対して使用された種類の爆弾の既知の効果に基づいている。

多くの人々が自分自身に言ったに違いない。そして、実際に今も言っているはずだ。「この兵器には何もできない。原爆からは防御できない」と。戦争のいかなる兵器に対しても、完全な防御はありえないが、先の戦争において、その他の形態の攻撃の影響を緩和する手段を見つけることが可能であることが示されており、核戦争の影響を緩和する手段も確かに見つけられる。このパンフレットの目的の 1 つは、問題全体を適切な観点に当てはめ、実際に、この爆弾による死傷者を大幅に削減する、多くの実用的な手段があることを示すことである。そして、時間が経つにつれて知識が増すにつれて、防御を着実に改善できることが、自信を持って期待できる。戦争への原爆の導入は、単一の攻撃兵器の力は大きな比類なき飛躍をもたらした。防御は、常に追いついてきたように、追いつくことが仕事であり、この目的に向けて多大な努力がなされてきた。原爆が爆発した時の 3 つの主要な効果のうち、爆風と熱線の 2 つは新しいものではないが、独自の特殊性がある。3 つめの放射線効果は、その特性と結果において新しいものであり、したがって、特に際立った自然な傾向がある。ただし、正しいバランスを維持することが最も重要である。これは、インストラクターが特に注意する必要があるポイントである。**放射線の影響のいくつかは考慮に入れなければならないが、通常は経験することではなく、遭遇しても必ずしも重大な被害があると示されているわけではない。**

現在、不完全または部分的な解決策しか与えられない多くの問題がある。知識が増加するにつれて、これらのギャップは徐々に埋められる。そして、原爆の使用によって生じる可能性のある状況は、多くの死傷者と建物の大破壊を含む非常に深刻なものであるが、徐々に開発され続ける防御手段により、正しい教育と優れた訓練に支えられ、その影響を大幅に削減できると、自信を持って言える。

原爆の影響に対する防護あるいは軽減手段となる、一般的な民間防御手段を扱うことは、このパンフレットの範囲外である。警報体制やシェルターの準備や疎開計画や、火災の延焼の防止策など、先の戦争で有効であると証明された対策は、間違いなく核戦争の状況下でも、被害を軽減できるだろう。

付録 I は、核物理学の要素を簡単に扱っており、この新しい兵器が生み出した実際的な問題をよりよく理解するのに役立つことを期待して収録されている。核物理学の科学をさらに学習したい人々のために、

多くの出版物がすでに存在している。しかし、そのような学習は通常の民間防衛の目的には不可欠ではなく、このパンフレットでは、原爆が爆発したときに経験する主要な効果とそれに対する対策のみを説明することを目的としている。

第1章 原爆の爆発の特徴

1. 攻撃方法

原爆は地上、水中、低空および高空で爆発する可能性がある。

高空爆発では、攻撃目標エリアの物的損害が最も広範囲に及ぶ。低空爆発では、その範囲は狭くなるが、物的損害は強まる。水中爆発では、汚染エリアは最大となる。

高空爆発が最大の爆風効果が得られることから、建物が密集したエリアなど、通常の攻撃目標に対して、高空爆発が最も効果的であることは疑う余地がほとんどない。特定の攻撃目標に関連した特別な状況があり、他の爆発が効果を発揮する場合があるが、それは法則ではなく例外である。

2. 爆発の概要

原爆が空中で爆発すると、直径数百メートルの火球が発生する。この火球から、まばゆい閃光と強力な熱と多様な形の放射能が全方向に放出され、その後を爆風と音波が続く。爆風と音波の数秒前に、閃光と熱線と放射能の効果が攻撃目標エリアに到達するが、爆発で粉々になった爆弾である放射性核分裂物質は、到達するとしても、さらに遅い。

火球はすぐに輝きを失い、空中を上昇する。爆発によって生成された上昇する柱状の高温ガスは、最初が多色で、次に白色の渦巻くガスと粒子となる。この柱状の雲は数千メートルまで上昇し、柄のついたキノコのような外観になる。爆風の直撃を受けた地上は、塵と煙の雲で覆い隠される。

3. 爆発による危険

原子爆弾の爆発から放出される膨大なエネルギーは、物の損傷と人への危険を引き起こす可能性のある3つの主な形態を取る。これらは熱、放射能、爆風である。

熱線と爆風は、原爆の場合、はるかに強力ではるかに広い範囲であるが、高い爆発性の兵器に関して戦争ですでに知られているものである。しかし、放射能は原爆特有の新しい効果であり、爆発時に即座に危険をもたらす。また、適切な状況下では、その後、地面や物質の汚染または放射による永続的な危険を引き起こす可能性がある。

これらの形態の効果を攻撃目標への到達順に取り上げ、それぞれの概要を述べ、それらが建物や人間にもたらす被害や危険について詳細な検討及び、それらが民間防衛の引き起こす問題を、続く章で述べる。

(i) 熱線: 原爆が爆発すると、熱線と呼ばれる強力な熱の波が、あらゆる方向に放射される。この熱線は光速（秒速30万 km）で直進し、その熱は火球直下の地面を数千度に熱するほど強力である。

8km 離れた場所でも、体に熱を感じるほどである。熱線は 1 秒ほどしか続かず、物体の中へ透過する力もほとんどない。

しかしながら、熱線には（日本で起きたように）暗色の衣服や、紙や、乾燥して朽ちた木材など燃えやすい物に直接、着火させる力があるので、広範囲の領域で、瞬時に多くの火災を引き起こすことになる。ここに離れた発生した、そのような初期火災が、被害の中心（爆心）から 3km 近くの距離で報告されており、爆風を生きた爆心近くの建物の多くが、窓や開いた扉から侵入した熱線で可燃物に着火して起きた火災で失われた。見た目に燃えそうにない物の表面が影響を受け、爆心から 0.8～1.6km の範囲では、屋根瓦が火がくれし、磨かれた花崗岩がざらざらになり、コンクリートが真っ赤になった。

これらの被害詳細は熱線の範囲と強度を強調するものだが、わが国のように、大半の建物がレンガや石やコンクリートで建てられている国では、熱線により発生する火災のリスクは、日本の都市に比べて、かなり小さい。

熱線による火災の危険に加えて、爆風による暖房や調理などの火への家屋倒壊やガス管破裂や電線損傷などによる二次火災に危険が加わる。原爆は、強力な火災発生兵器である。特に耐火建築物内の可燃物など、火災に対する予防策を強化する必要がある。

(ii) 放射能（急性障害）：原爆が爆発すると、ガンマ線と呼ばれる放射線と、中世史と呼ばれる粒子の形で、放射能が全方向に放出される。爆弾物質そのものも分裂し、核物列生成物として知られる放射性ダストとなる。

(a) ガンマ線：これらの放射線は光と同じように、光速で伝播し、空中で散乱し、物体で反射する。したがって、最も強力なガンマ線のビームは、直接、火球から来るものだが、周辺からもガンマ線はやってくる。これは北向きの部屋でも空からの光や、他の物体に反射した光が入ってくるのと同様である。大半のガンマ線は最初の数秒間に放出され、その後は時間とともに急速に減衰する。これは、ガンマ線を放出する物質が、火球とともに上昇し、彼方へ離れていくことによる。1 分後には、ガンマ線の危険性はほとんどなくなる。日本での高空爆発（これは最も広範囲に被害をもたらす）の経験に基づき、実質的な危険範囲は爆心から 2.0～2.4km 付近までである。

ガンマ線の透過力は強力で、相当の厚みがある建物やその他の物質を透過する。ガンマ線は容易に人体に侵入し、大きな障害をもたらす。しかしながら、ガンマ線は透過した物質を放射化することはなく、また透過する過程で減衰する。現在知られている限りでは、ガンマ線から防護できる衣服は存在せず、ガンマ線防護対策の大半は、既存の物の構造的予防策となる。これは第 3 章で詳述する。

爆心から 800 メートル以内の無防備な人間は致死量の放射線被曝し、1.2km 以内では半数が死亡する。この範囲外では、ガンマ線は減衰し、死亡率は比較的小さくなる。しかし、脱毛などの比較的弱い影響は最大 2.4km の範囲まで起きる。日本では死者の 15～20%がガンマ線によるものとされたが、他の負傷を生きのびた人々におけるガンマ線による死亡率は、比較的高かったかもしれない。（図 1 参照）

前段落で触れた図は、日本で使われた高空爆発の経験からブリティッシュミッション¹が推定し、同様の条件で英国の都市の人々に提供したものである。これらは、屋外で、警報なく、適切な避難場所もない状態でガンマ線被曝した場合の推定であることを強調しておく。普通の家屋でも、人体を透過するガンマ線強度を、ある程度弱めることができる。

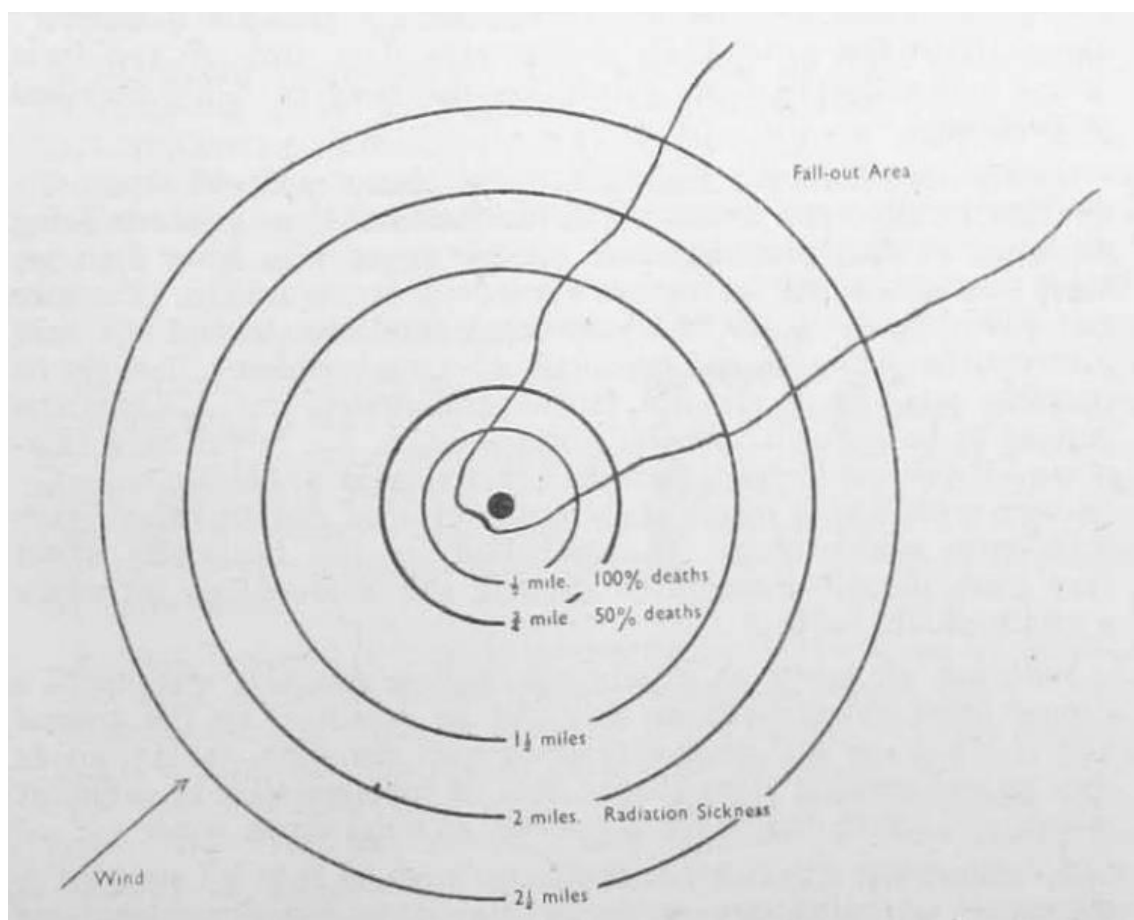


図 1 ガンマフラッシュの半径

¹ 訳注: [British Mission](#) は米国のマンハッタンプロジェクトに参加した英国の科学者たちのこと。その多くはナチを逃れて英国に来た科学者たちだった。

(b) 中性子：これらは爆発時に急性障害をもたらす、もうひとつの透過する放射線である。それらは爆発時に分裂した原子核から放出される微粒子で、地上に到達するまで全方向に高速で移動する。地上に十分に近い場合、一度に地上に到達する。放出する時間は短く、おそらく数秒を越えない。致死距離は、ガンマ線よりはるかに短い。この中性子に伴う危険性は、高空爆発ではなく、それいがいの核攻撃に伴う可能性が高い。

中性子は物体にも人体にも強力な透過力があり、人間を透過すれば障害を起こすが、透過時点では人間は何も感じない。中性子はガンマ線と違って、透過した多くの物質を放射化する。この形態の放射能は、誘導放射能と呼ばれ、放射化された物質の量に応じて相当期間、持続する。

中性子のみによる死傷者の推定は困難だが、高空爆発の直下でない限り、ガンマ線から防護するために十分に厚いコンクリートは、中世史に対しても防護となる。中性子による致死範囲において、致命的な犠牲者を出すもっとも重要な要素は、建物の倒壊など爆風による効果と、熱線とガンマ線フラッシュによるものであることを覚えておく必要がある。しかしながら、中性子が他の物質に生成した、持続する誘導放射能からの危険はありうる。

(iii) 放射能（晩発障害）：前段落まで、核分裂生成物と中性子が透過した物体内に生成される誘導放射能について言及してきた。これらの2つの形態の放射能は、それらが放出するガンマ線が体内を透過したり、実際の放射性粒子が皮膚に付着したり、吸い込まれたり、飲み込まれたりすることで、晩発障害をもたらす。

(a) 核分裂生成物：これらは核分裂によって生じる強い放射性物質である。高空爆発の場合、攻撃目標エリアに、危険な量のこれらの粒子が堆積する可能性は小さい。それらは、煙と上昇する高温ガスの柱の中を双頭の高度まで運ばれ、そこで風で拡散され、最終的に無害になる。それらがまだ拡散する前に、暴風雨の下降気流で攻撃目標地域に、危険な量が堆積する可能性はある。これが起きた場合、汚染される地域は通常、あまり広範囲に及ぶことはなく、また、ほとんど害をもたらさないような、開けた田舎で容易に起きるだろう。これが起きる可能性はそれほど大きくないが、無視はできないので、注意する必要がある。

低空爆発や地上爆発では、これらの生成物は地上やクレーター内に堆積して放射能の危険をもたらしたり、風に流され、たどり着いたところに降って、扇状の強い汚染地域を形成し、数百 km 風下まで危険をもたらしたりする。

水中爆発では、核分裂生成物は水中にあり、霧が水上に生じて、数 km 四方の人や物を汚染する。

核分裂生成物または誘導放射能で汚染されたエリアは、爆発後も放射能を帯びており、透過ガンマ線を放出し、実際の放射性粒子が体内に侵入したり、それらを吸い込んだり、飲み込んだりする危険性が生じる。空調や熱や化学処理などには放射能を破壊する効果はなり。元素が放射性である場合、数秒または数年になる可能性のある「半減期」に従って普通に減衰する。「半減期」とは、放射性元素が自然崩壊によって放射能の半分を失うのにかかる時間の長さを示す用語である。

半減期の異なるさまざまな元素が放射能汚染の原因となる可能性があり、危険の大きさは爆発高度や気候や気象条件や、地上の性質や組成などにより大きく異なるため、汚染エリアがどのくらいの期間にわたって危険なのか、予測できない。例外的な状況では、再居住までに相当の時間がかかることがある。

しかし、初期の高い放射線強度は急速に減衰するので、立ち入り時間を制限することで、レスキュー隊や消防隊やその他の民間防衛作業者たちが、放射能汚染エリアに立ち入って、特別な防護服を着ることなく、普通に必要不可欠な作業を実施できるようになる。この制限時間は、現在調査中であり、やがて公表される、最大許容被曝量に応じて定められる。

放射能は目に見えず、感じないが、その存在は検出でき、その強度は後の章で説明する機器で測定できる。核分裂生成物が体に付着するのを防ぐために着る服も同様である。

(b) 誘導放射能: これは、核分裂した原子核から放出された中性子が物質を透過し、それらの一部を放射化し危険なものにすることによって生じる。核分裂生成物の場合と同様に、危険性は低空爆発あるいは地上爆発でのみ生じる。実質的には、核分裂生成物によって引き起こされる放射能の危険を少し増やす程度である。この誘導放射能は、水中爆発でも見られる。しかし、誘導放射能は通常、核分裂生成物の膨大な放射能に紛れてしまう。

(iv) 爆風: 原爆による爆風と爆薬爆弾による爆風の違いは、圧力が等しい距離で、原爆による爆風の持続時間が爆薬爆弾によるものより、数百倍以上長い点にある。これにより、原爆による被害のメカニズムが、爆薬爆弾による被害のメカニズムとまったく違うものになる。

図 2 は、相当の構造被害が発生する距離での、中規模爆薬爆弾による圧力の典型的な時間変化を示したものである。圧力は 1 万 kg/m^2 まで増大する。これは、通常の構造物が耐えうる静的荷重よりはるかに大きい。しかし、圧力は非常に短時間（1/10 秒）しか続かず、したがって、静的荷重よりも、構造物に突然衝撃が与えられるという性質はるかに大きい。突然の衝撃によって構造物に与えられる被害は、圧力と持続時間によって定まる。

実際、それは、これらの 2 つの要素の乗算によって求まる（インパルスとして知られる）もので、通常爆薬爆弾による爆風の破壊力の指標となる。このことは、普通のドアで簡単に示せる。ドアのラッチが解除され

ている場合、小指でわずかの力をゆっくりと加えることで、ドアを押し開ける。しかし、拳で非常に鋭い打撃を与えた場合、拳とドアの間の瞬間的な力は爆風圧力に相当し、それが何 kg の力であっても、ドアはあまり動かない。実際、ドアに十分強い力で打撃を与えられると、ヒンジが引きちぎられる可能性が高くなる。これはもちろん、爆薬の爆風がまさしく行うことである。それは、穏やかに推すのではなく、鋭い打撃を与える。この点を完全に理解すれば、いわゆる爆発のフリークの多くは非常に簡単に説明できる。

図 2 に示したように、爆風の圧力あるいは正フェーズの後、吸引あるいは負フェーズが続く。この負フェーズの吸引は正フェーズの圧力の $1/3$ ほどだが、持続時間は 3 倍程度長く、したがって、そのインパルスは正負のフェーズでほぼ等しい。したがって、それらによる潜在的被害の可能性もおおよそ等しい。しかしながら、最後に吸引フェーズが起きるので、その影響が目立ちやすい。たとえば、建物の壁が圧力フェーズで亀裂が入り、吸引フェーズで外側に向かって崩壊する。

インパルス指標を原爆にあてはめると、距離 16km まで、22.5cm のレンガの壁を破壊する可能性がある。しかしながら、その距離だと、圧力の最大は 70kg/m^2 であり、壁の静的強度より、はるかに弱く、壁に損害を与えることはない。したがって、原爆に対しては、インパルス指標は成り立たないことがわかる。爆風インパルスがターゲットの静的強度よりも実質的に大きい場所に限り成り立つ損害指標であり、原爆による通常建築物に対する損害限界には適用できない。したがって、原爆に多指定は、インパルスではなく、爆風圧力が損害の指標となる。実効爆風圧力が構造物の静的強度を上回れば、持続時間がどうであれ、構造物に損害が出る。実際、原爆の爆風波、爆薬の爆発による突然の一撃ではなく、強い風に近い。広島と長崎で観察された建物の損害は、非常に強力な風が建物に与える被害に酷似していた。

広島と長崎で吸引による損害がなかった理由は今や明らかである。前述のように、正フェーズと負フェーズのインパルスはほぼ等しいため、爆風インパルスが損傷の指標である場合、吸引フェーズでの損害が多く見られるはずだ。しかし、正フェーズの圧力は負フェーズの 3~4 倍であるため、圧力が損害の指標であれば、吸引フェーズの損害は、あるとしてもほとんどない。圧力フェーズで建物が損傷しなければ、あるかに弱い吸引フェーズの圧力では、建物は損傷しない。

原爆（および大型爆薬版段）による爆風被害は、原爆を地上で爆発させることで強められる。爆弾からの圧力波が地上で反射される。反射波は、直接波によって圧縮され熱せられた空気中を伝播するので、直接波より高速に伝播し、直接波に追いつく。反射波が直接波に追いつくと、2 つの波が合体し、マッハ波と呼ばれるものを形成する。この波の形成が、空中爆発による被害を強める理由を説明している。

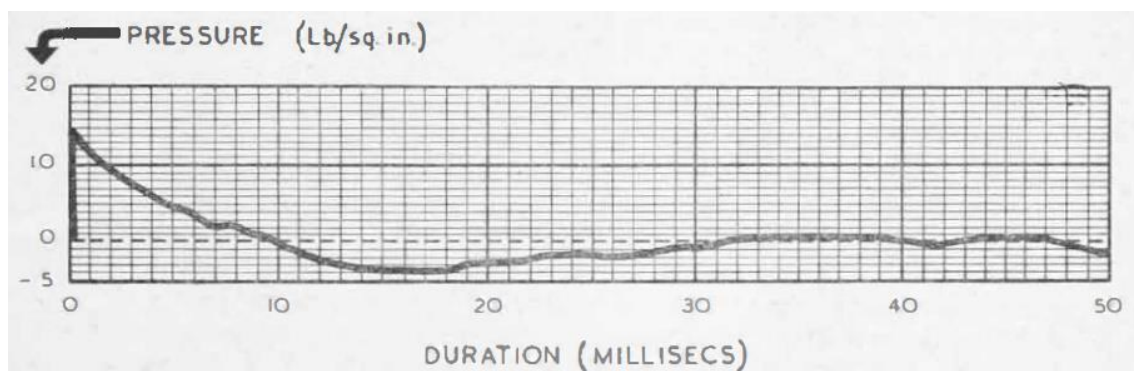


図 2

4. 負傷者に関する考慮事項

原爆の爆発による死傷の原因は、閃光熱傷、放射能、通常の火傷、石材の落下や破片の飛散による機械的外傷である。日本での経験に基づいて評価される死因の割合の推定値は、次のとおりである。閃光熱傷 20～20%、ガンマ線 15～20%、機械的外傷と通常の火傷 50～60%

5. 英国の都市における死傷者の推定

日本人と同様に、警報なく、避難が行われる前に、適切なシェルターもなく、我々の都市住民が攻撃を受けた場合、高空爆発による犠牲者の数は恐ろしいものになる。英国駐日代表団は、このような状況下では、人口密度 1 万人/km²の典型的な英国の都市では 5 万人が死亡する可能性があるとして推定した。しかし、爆弾の影響を軽減し、生命を救うために多くのことができる。適切なシェルターの提供を含む適切な事前準備と、優れた民間防衛活動により、死傷者数を英国駐日代表団の推定より、大きく軽減できるだろう。

第2章 熱線

10. 人体への影響

防護されていない人々に対する熱線の影響は深刻である。爆心に近いほど危険が大きくなり、爆心では死亡する。重度の第3度の火傷は最大約 1.6km まで、軽度の火傷は最大 34km に及ぶ。

日本では、死者の 20・30 パーセントが閃光熱傷によるものだった。警報なしに、人々が路上で攻撃を受けた場合、英国でも同様の割合が予想される。（図 3 を参照。）しかし、人々が避難できるように警報が出され、人々が避難した場合、閃光熱傷による死亡者数は比較的少なくなるはずである。

熱線の持続時間は非常に短く、おそらく 1～2 秒程度である。さらに、熱線は直進する。したがって、防護は比較的容易であり、あらゆる形態の建物が防護に利用できる。衣服は、それ自体が発火する可能性があるが、特に身体に密着していない場合で、特に暗色ではなく明色の場合、下の皮膚をある程度防護できる。ただし、この色による差異は、熱線の強度が繊維そのものを発火させる距離より遠い場所にのみ適用される。霧や霞により、閃光熱傷が発生する範囲は小さくなる。

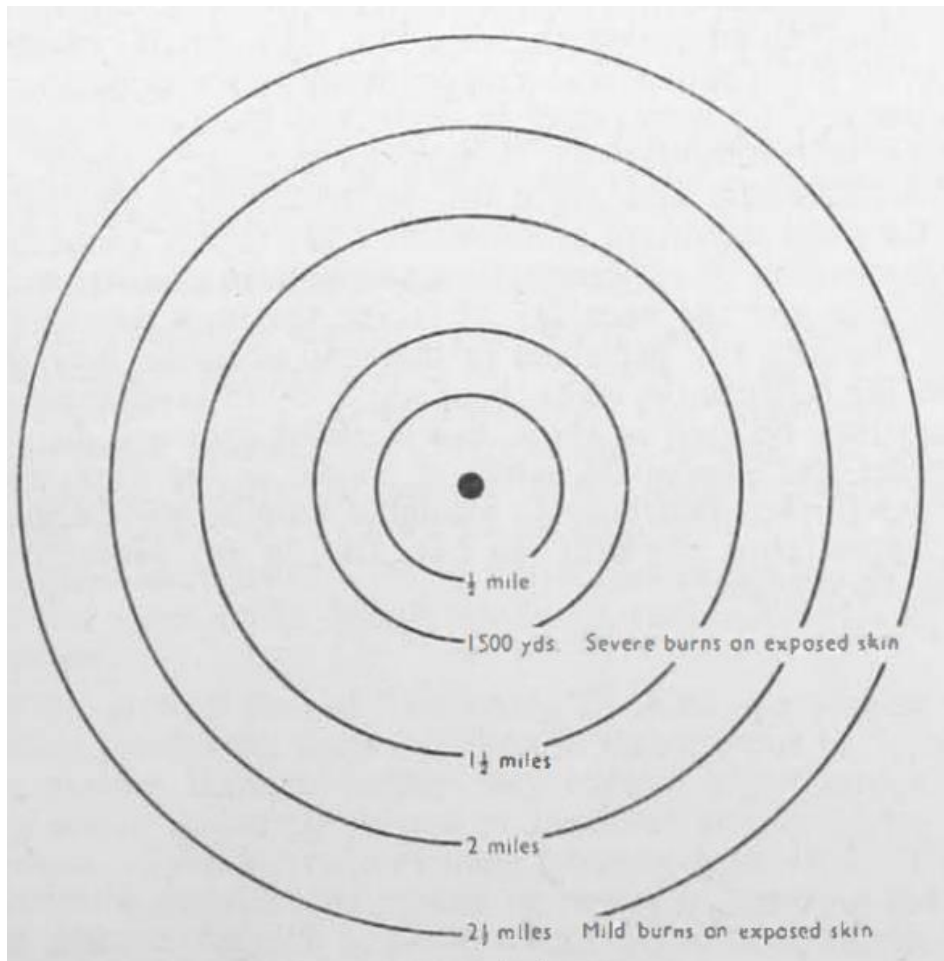


図 3 熱線の半径

11. 物への影響

日本の経験から英国で起きる火災の危険を推定することは困難である。わが国では、家屋の工法と敷地により火災のリスクは小さい。さらに、わが国の消防隊と装備ははるかに優れている。広島では 10 km²が、長崎では 4 km²が焼失した。もし、相当強力かつ改良された爆弾が爆発すれば、米国の都市では 5 km²が焼失すると、ある米国人は推定している。低空爆発では、熱線強度は大きくなるが、狭い範囲に集中する。地上爆発では、クレーター領域に吸い込まれる。水中爆発では、熱線は水を水蒸気に変えることで吸収される。

12. 火災旋風の問題

広島への原爆攻撃では、火災旋風が報告されたが、この現象は長崎では見られなかった。原爆あるいは爆薬爆弾と焼夷弾による重飽和攻撃による火災旋風は、科学的に研究されている問題である。戦争が終わり、ハンプルクやおそらくドイツ諸都市で見つかるまで、特定の爆撃方法によるこの効果は何もわかっていなかった。

火災旋風の影響を受けやすい場所とそうでない場所が明確にあるが、原爆の高空爆発あるいは低空爆発による火災旋風のリスクは計算に入れなければならない。火災旋風の特徴は、強力な熱と強風であり、これらにより消火と救助が困難になる。しかし、火災旋風がただちに起きるわけではなく、事前に実施し、やがては知られるようになる多くの予防策や軽減策が確実に存在する。これに関連して研究する最も重要な問題の 1 つは、火災旋風が進行中の可能性があることの兆候の認識と、どこであっても火災旋風の地域から人々を避難させるために可能な限り緊急の措置を講じる必要があることである。実際の爆撃と火災旋風の発生の間のタイムラグは長い場合も短い場合もあるが、いずれの場合も、地域の人々を救うには、最も緊急かつ即時の行動が必要である。さらなるデータが利用可能になると、状況を評価するだけでなく、今後にも考案される可能性のある予防手順でも訓練が行われるようになる。

第3章 放射能

人間に対する放射線の影響は次のとおりである。

- (a) 急性：爆発時に、ガンマ線と中性子の体内への侵入を通じて。
- (b) 晩発：爆発後に、核分裂の放射性生成物に被曝するか、中性子によって放射化された可能性のある対象物質（誘導放射能）。

ガンマフラッシュの人体への侵入は爆発時だが、生理学的帰結が遅延することを覚えておく必要がある。

17. 急性効果

主な放射線の危険は、爆発の瞬間に人体がガンマ線と中性子に直接。被曝することによって生じる。しかし、ガンマ線と中性子は透過力が高いため、原爆の他の影響から防護されている範囲の人々にも、さまざまな強度で影響を与える可能性がある。

ガンマ線と中性子は感じるができる反応を引き起こさず、犠牲者はその時に自分が被った危険に気付かないかもしれない。

結果として生じる症状（「放射線障害」）の発症は、受けた放射線の量に応じて、早かったり、遅かったりする。これは、爆発からの距離と、発生時の防護されていた愛は、その程度によって異なる。

しかし、高空爆発では、中性子の有効範囲が非常に限られているため、放射線障害の大半はガンマ線に起因する可能性が高くなる。

18. 急性効果についての防護

ある種の毒ガス攻撃に対しては、防護服や予防あるいは治療軟膏など、多様な防護手段が有効である。この種の対策は、ガンマ線や中性子などの「直接的」効果に対しては、何の効果もないことを強調しておく。ただし、パラグラフ 20 に示すように、「晩発効果」とは距離の効果が異なる。

しかし、シェルター設計において、放射能の致命的な結果に対する防護が実際的な課題であることがわかったことは納得のいくことである。

その原則は遮蔽である。ガンマ線の透過力は強いが、この方向での力には限界がある。物質を通過するとき、そのエネルギーの一部を消費する。それは、透過した物質の総密度に直接関連する。空気とえども、その強度を、いくらかは低下させる。遮蔽部材の密度が高くなるほど、同じ厚みの場合、ガンマ線強度を低下させる効果が大きくなる。たとえば、レンガやコンクリートなどの建材は、同じ厚さの木材よりも、遮蔽効果が大きく、さらに密度の大きい鉛は、さらに遮蔽効果が大きい。

普通の住宅や先の戦争の地上シェルターの壁は、限定的ではある程度の防護となる。

本当に厚い石積みは、ガンマ線の危険を完全に除去できる。爆心に近い場合でも、適度の厚さの土は、優れた防護となる。そして、上部に数メートルの土があれば、ガンマ線の影響から完全に防護できる。通常の建材でガンマ線の影響を完全に遮蔽すために必要な厚さは、今後広報される。

アンダーソンシェルターや地上シェルターや、トンネルや洞窟や、トレンチシェルターなど先の戦争のシェルターは、とても強力な防護なる。厚みを増すことで、防護を完全にできる。

19. 晩発効果

晩発放射線障害のリスクは、原爆の高空爆発については深刻ではなさそうだと考えられている。起きるとすれば、主として、核分裂生成物、まれには、誘導放射能によるものである。敵がある種の放射性副産物を使うという可能性もわずかながらある。

核分裂生成物：第 1 章で述べたように、攻撃目標のすぐ近くで低空や地上や水中で爆発しない限り、核分裂生成物が多く集中することはなさそうである。これらの条件下では、初期汚染が深刻な危険をもたらす可能性があり、そのため、被災地はしばらくの間、避難しなければならない場合がある。一方、低空爆弾による重度の汚染が発生している地域は、爆発によってほぼ完全に破壊されており、この地域のシェルターに閉じ込められた人がいない限り、民間防衛隊員やその他の要員が、すぐに立ち入る必要はないだろう。

核分裂生成物は、外部放射線の影響とは別に、傷ついた皮膚の汚染による侵入や、汚染された食べ物や飲み物の摂取（「放射性中毒」）により体内に入ると危険である。

誘導放射能：低空爆発では、爆心近くの物質に含まれる元素とその化合物が、爆発によって放出された中性子照射によって人工的に放射化される場合がある。

誘導放射能は急速に減衰するが、長時間の人体の被曝は、人間にとって明確に有害となる可能性がある。

放射性副産物：核分裂性元素の製造および原子炉の運転で、さまざまな半減期の高放射性物質が生成されるが、これらは理論的には、放射性ダストや放射性雲として、戦争で使用される可能性がある。しかし、その製造量は恐ろしい脅威を生み出すほど多くはないだろう。さらに、減衰の進行や、貯蔵や輸送や取り扱いや搭載などの困難さが組み合わさり、戦争での使用はより困難になるだろう。

20. 晩発効果に対する防護

晩発放射線効果に対して、以下の 6 つの防護原則がある。

- (i) 検出（放射線測定）
- (ii) 適切な衣服と装備
- (iii) 重度汚染地域の回避
- (iv) 人体の洗浄
- (v) 除染
- (vi) 定期的な健康診断と被曝管理規則

(i) 検出（放射線測定）

放射能の存在を即時に検出する手段は、放射計の形で既に存在している。これらは、機器が設置された場所で受けた総放射線量を記録する計器、あるいはその時点での線量を記録する計器である。ガンマ線は大気中を長距離移動するので、これらの計器は人体がそうするように、相当の領域からの核分裂生成物の影響を平均化する。他の計器は、核分裂生成物によって汚染されたダストや水による、衣服あるいは皮膚の放射能汚染のわずかな痕跡を計測する。これらの計器については本章で後で詳述する。ただし、これに関連して、ガンマ線自体が何かを汚染したり、物質を放射化したりすることがないことを知っておくことは重要である²。ガンマ線の効果は、放射線障害による死亡のみである。

これらの計器の使用には科学的知識は必要ないが、一定の訓練が必要であり、選抜された人々に訓練を行う予定である。操作や計測値の読み取りだけでは十分ではない。これらの値の解釈には訓練が必要である。

民間防衛隊及び関連業務では、これら 3 種類の計器の使用が推奨される。それらが以下の 3 つである。

- (a) 個人線量計
- (b) ポータブル線量率計
- (c) 汚染計

個人線量計：これは人が簡単に携帯できる小型計器である。このタイプは、現在、民間防衛用に推奨されており、ウォーツファイバーエレクトロスコープとして知られている。これは万年筆に似た形と大きさで、胸ポケットに取り付けるクリップがついている。その他のタイプも開発中である。

総線量が記録され、着用者は数値を確認できるので、自分自身の安全に常にチェックできる。測定値は、器具の一方の端を眼にあてて、光に対して見えるスケールの線量を読み取って取得する。（図 4 参照）

² 科学者は、爆発後のガンマ線によるわずかな活動を検出できるが、現在の目的にとって重要ではない。

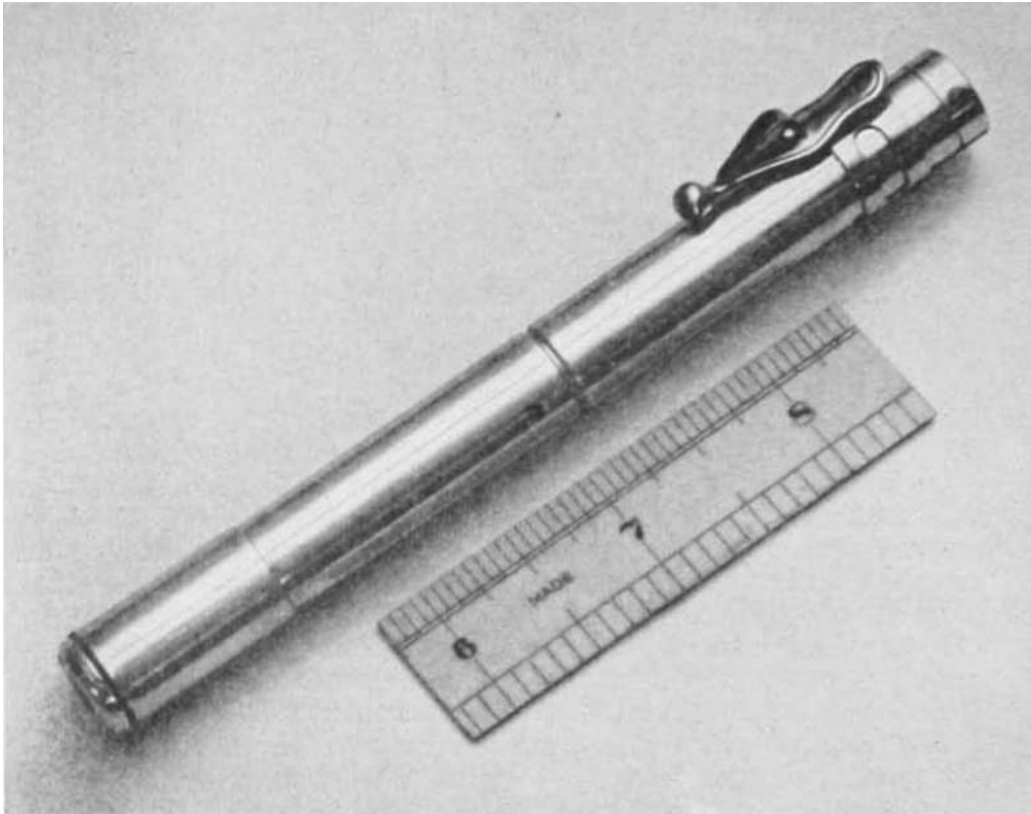


図 4 個人線量計

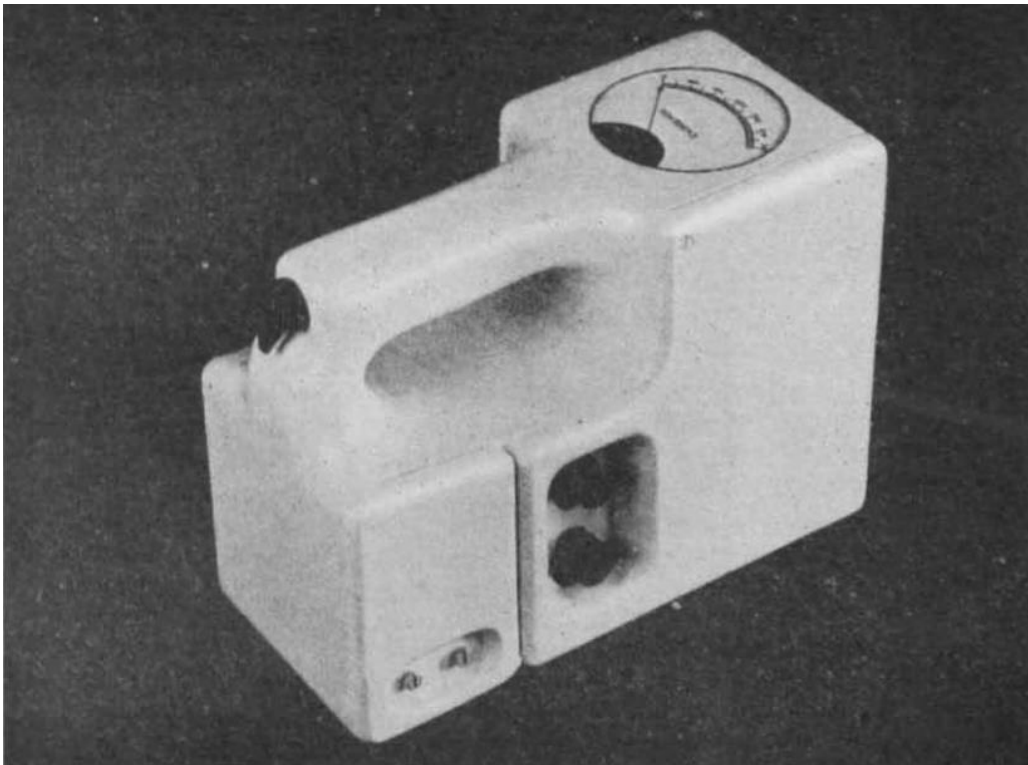


図 5 ポータブル線量率計



写真 1 & 2 広島。矢印で示す爆心を見渡す広島の概観。爆心近傍でも、一部の建物の骨組みが残っている。写真 1 の高い建物は写真 7 と同じである。前景は跡形もなく壊れた日本の住居。



写真 3 長崎。写真の左の橋から 300m の爆心近くの概観。吹き飛ばされ焼けた日本住居の残骸の小ささに注目。被災前の同様の住居については写真 19 参照。

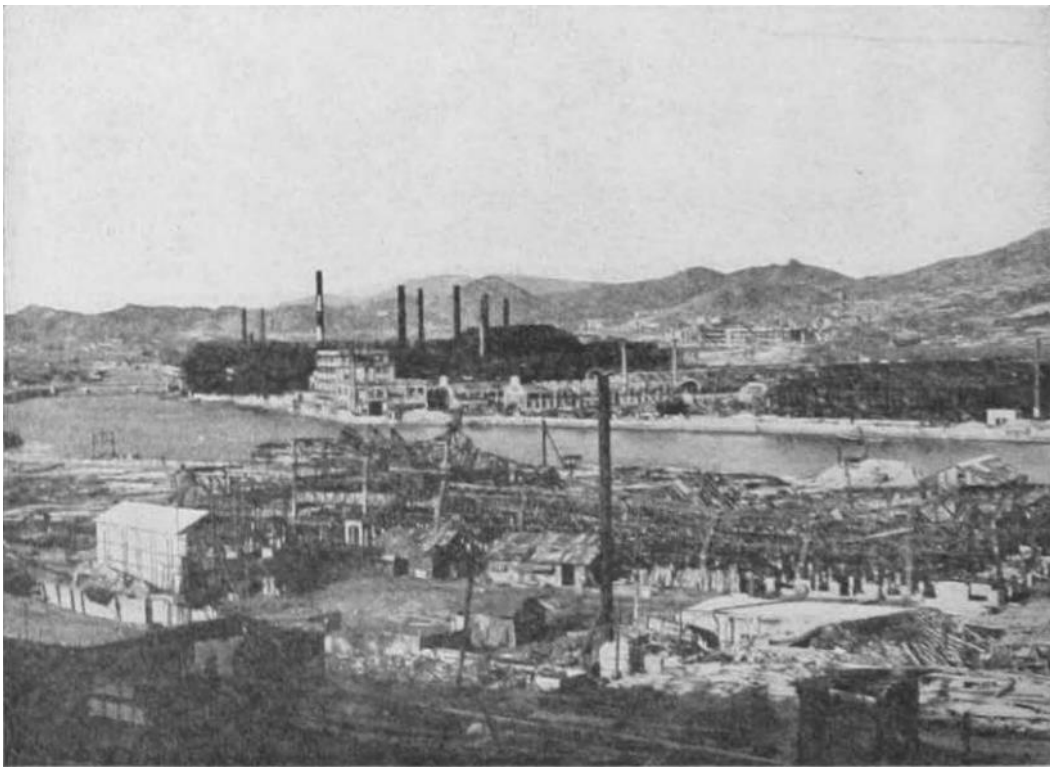


写真 4 長崎。工場建屋の概観。前景は全壊した木工所で、中景の三菱製鋼の煙突群付近の爆心から 1.6km 地点にある。



写真 5 長崎。写真右の爆心から 500m 鉄筋コンクリートの木造屋根の学校。爆心から遠い側の長い壁の上部は、部分的にはもう一方の長い壁からの屋根を経由したスラストにより、部分的には吸い込み風により折れ曲がった。これはマスディストーションの典型例である。

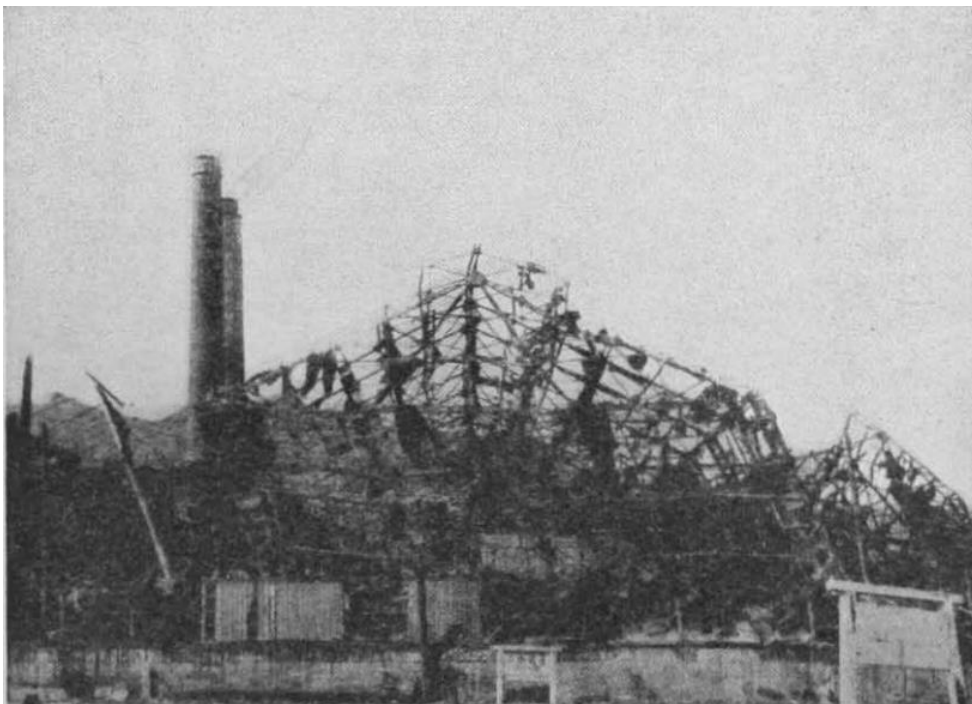


写真 6 長崎。爆心である写真右の建物から 800m にある鉄骨建築のマスディストーション。爆発で鉄骨が大きく折り曲げられている。



写真 7 広島。写真左の爆心から 300m の鉄筋コンクリート建築。大きな損傷は見られないが、屋根は押圧され、内壁は歪んでいる。耐震設計により、鉄骨鉄筋コンクリート構造をしている。



写真 8 広島。右側の爆心から 200m の鉄筋コンクリート建築物。爆弾の爆風で屋根スラブが押し下げられ、スラブが柱頭の周りを剪断し、内部の柱の残骸を突き抜けた状態となっている。

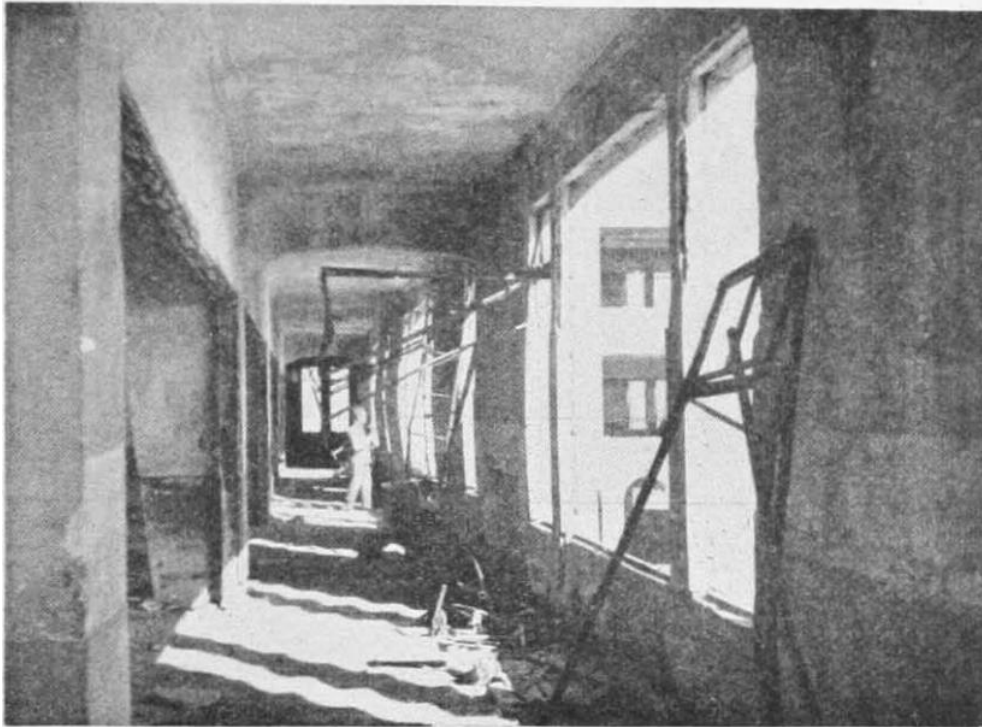


写真 9 広島。右の爆心から 500m の鉄筋コンクリートの学校。この建物の骨格は、特別な設計（戸口）の壁であり、横方向の力に抵抗した。外壁は連続した鉄筋コンクリートできていて、見られるようにすべてが曲がっていたが、倒れなかった。



写真 10 長崎。右側の爆心から 1.6km 圏内の鉄筋コンクリート 1 階建て工場。アーチ型の鉄筋コンクリート屋根が損傷し、爆発に近い側が内側に、遠い側が上方に押し上げられた。



写真 11 広島。爆心から 400m の小さな鉄骨建築物は、鉄骨全体が折れ曲がり、爆発の反対側に建物は傾いている。

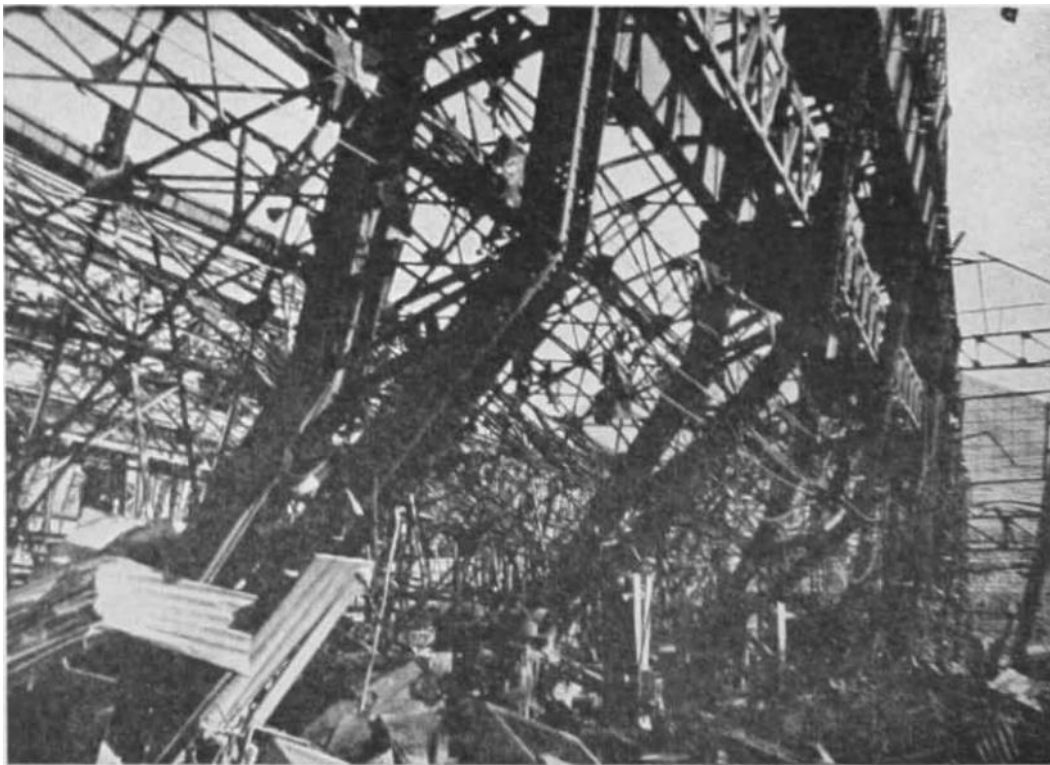


写真 12 長崎。爆心から 1.2km の三菱製鋼の鉄骨建築。鋼鉄の支柱が爆発の反対側に曲がり、これらの支柱の両側の上の屋根のトラスは崩壊している。



写真 13 長崎。爆心から 800m 地点。爆風と火災によって破壊された多くの木材工場の 1 つにある典型的な破損した機械。いくつかの機械は建物の動きによって覆された。一部は火災だけで破壊された。他は天候にさらされて損傷している。

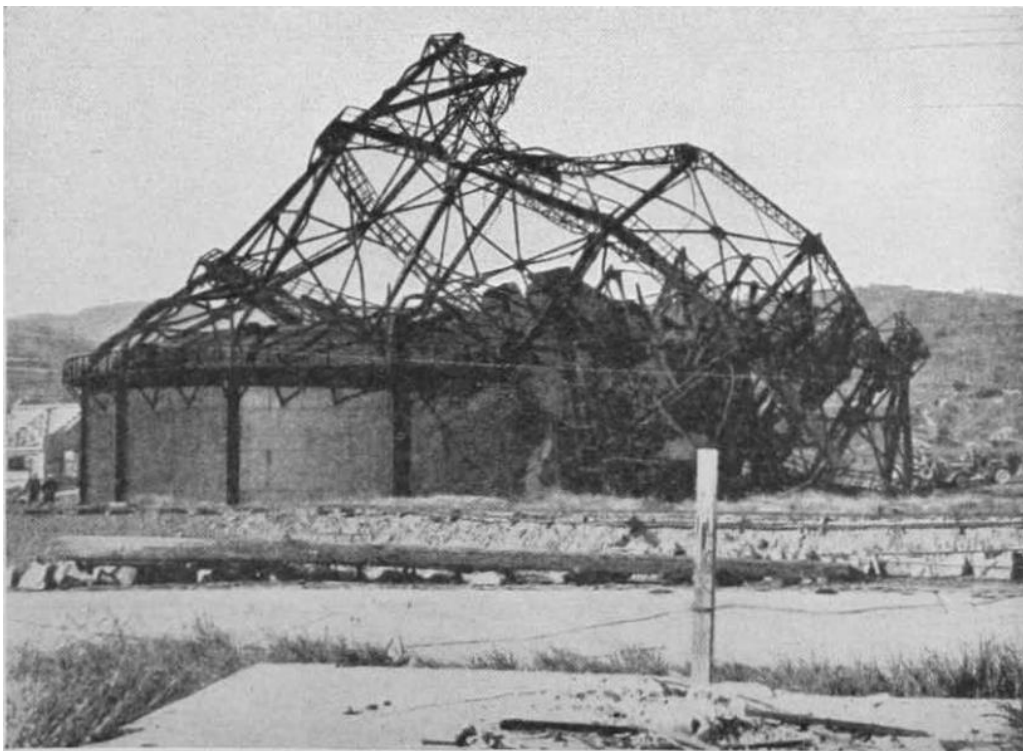


写真 14 長崎。爆心から 800m のガスタンク。全体構造が爆発と反対側に傾いている。



写真 15 広島。頑丈な構造で、英国の基準に匹敵する耐荷重レンガ壁を備えた 3 階建ての銀行ビル。このような建物へのこの程度の損傷は、爆心から半径 800m に及ぶ。遠景の鉄骨鉄筋コンクリート建築物の挙動と比較のこと。



写真 16 長崎。爆心から 600m のローマカトリック大聖堂。壁は耐荷重性レンガ造。損傷の大半は爆風によるもの。火災はその後可燃性瓦礫を燃やし尽くした。前景は、原爆後に日本人が一時居住用に建てられた小屋。



写真 17 広島。右の爆心から 300m の、典型的な部分的地下の土で覆われた木材骨組みのシェルター。完全地下シェルターと同様に、露出していない部分に爆風の被害は見られない。露出した木造部分は閃光燃焼しやすい。内部爆風が避難者を投げ飛ばし、ガンマ線で死傷した可能性がある。



写真 18 長崎。右の爆心から 100m 以内にある、典型的な小型の土で覆われた木材骨組みの裏庭シェルター。このようなシェルターは多数あったが、300m 以内にあった、このシェルターに近い屋根のほぼすべてが損傷したが、爆心から 800m 以遠では、損傷はなかった。



写真 19 長崎。周辺の丘により被害から遮蔽された通り沿いの典型的な日本家屋。同様の構造の建物が長崎と広島の建物の大部分を占めていた。



写真 20 長崎。爆心から 800m の、コンクリート造の病院の部屋。建物は構造的に損傷を受けておらず、内部火災による被害を免れた数少ない建物の 1 つ。つり天井、パーティションなどの崩壊により、多くの犠牲者が出た。火災が起きていれば、ひどい状態になっていただろう。



写真 21 広島。爆心から 200m の、閃光燃焼効果により研磨花崗岩の粗面化。(A) 階段に座った人物、(B) 階段に隣接する台座の隅によりかかる人物、(C) 台座の影によって遮蔽された部分のみの研磨面が残っている。

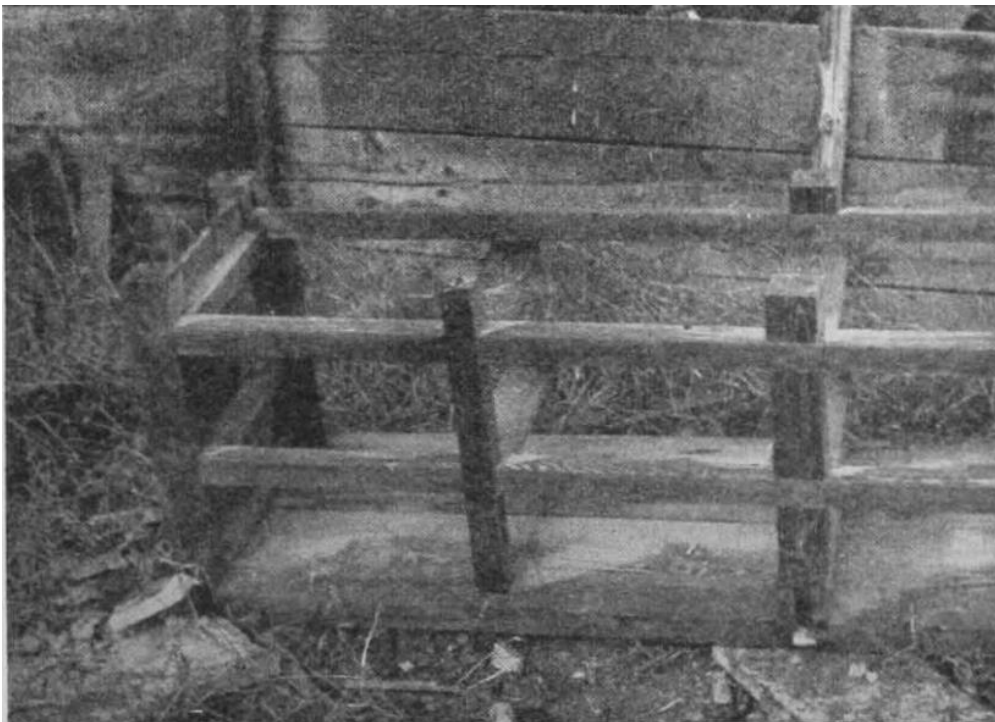


写真 22 長崎。爆心から 800m の、熱放射で焦げた木材骨組み。垂直材で遮蔽された部分は焦げていない。

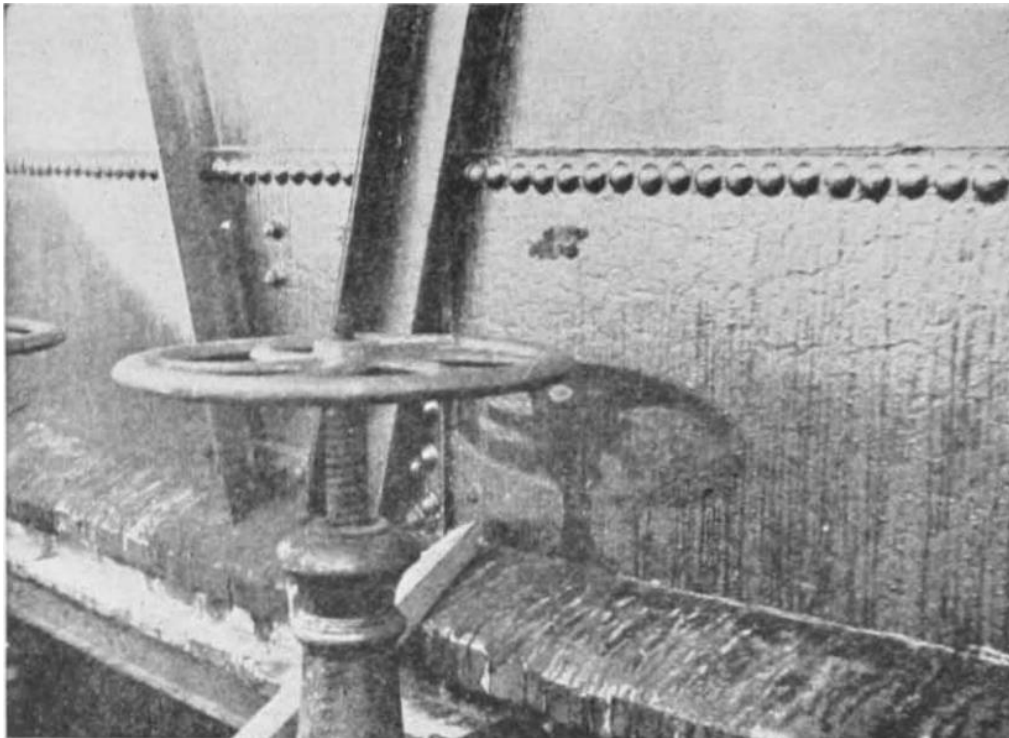


写真 23 広島。爆心から 2km の、ガスタンク側面に残るバルブホイールの影。鋼板の瀝青塗装は、ホイールとスピンドルで遮蔽された場所以外は熱放射の影響を受けている。

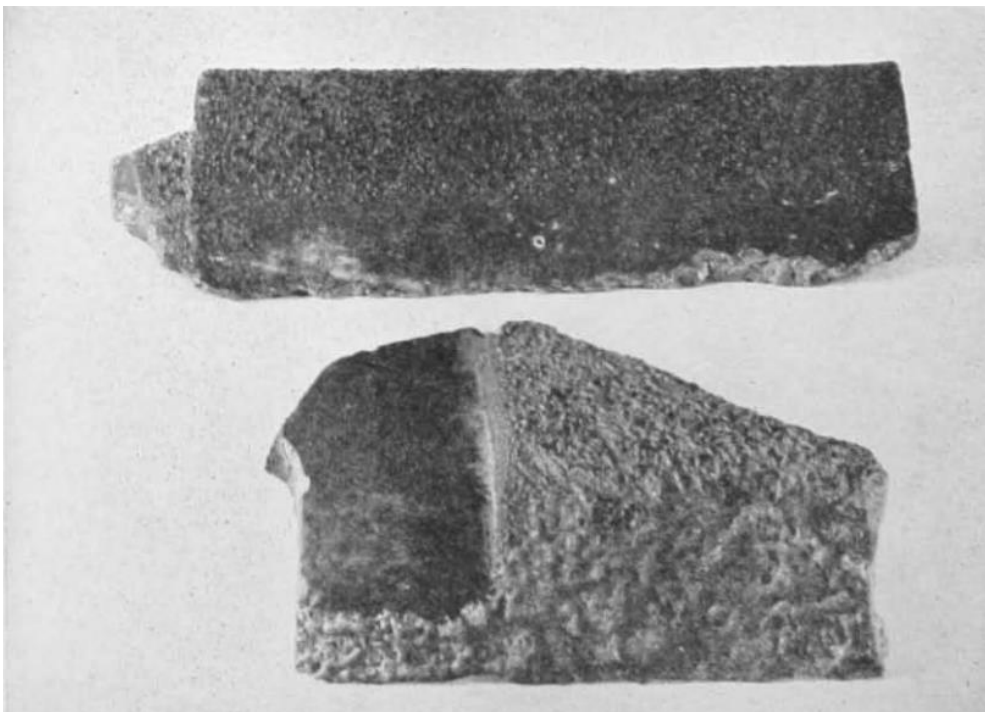


写真 24 長崎。爆心から回収された、激しい熱放射によって生じた気泡効果を示す屋根瓦の一部と棟瓦の一部。半円形の瓦のグラデーション及び、重なった隣接する瓦で防護され焦げていない部分に注目。

ポータブル線量率計：このタイプの機器と上記の機器との間には重要な違いがある。それは、現時点までに累積した総線量を読み取るのではなく、時間当たりの線量率を測定する。ポータブル線量率計は電池式であり、ショルダースリング付きの頑丈なフェルト裏地付きケースにして、民間防衛で使えるようにする必要がある。スイッチを回すと、いつでもダイヤルの読み値を取得できる。（図 5 参照）

これらの機器は、重度に汚染された爆心周辺の線量率等高線を測定するためのもので、事前に用意された表から、安全な作業時間を計算できる。これらの過程は、発泡ガスのポケット蒸気および地上検知器の關係に似ている。

汚染計：これは皮膚や衣服の放射能汚染の痕跡を検出する目的の、非常に敏感な計器である。

汚染計は病院や除染ステーションや人体の除染が必要な施設に設置するためのものである。計器を通過することにより、組み込まれたメーターの読みとスピーカー音の増加で、事実瞬時に示し、個人が汚染されているかどうか判断できる。したがって、汚染物を汚染されていない物から分離できる。これにより、汚染の場所とエリアを正確に示せる。（図 6 参照）

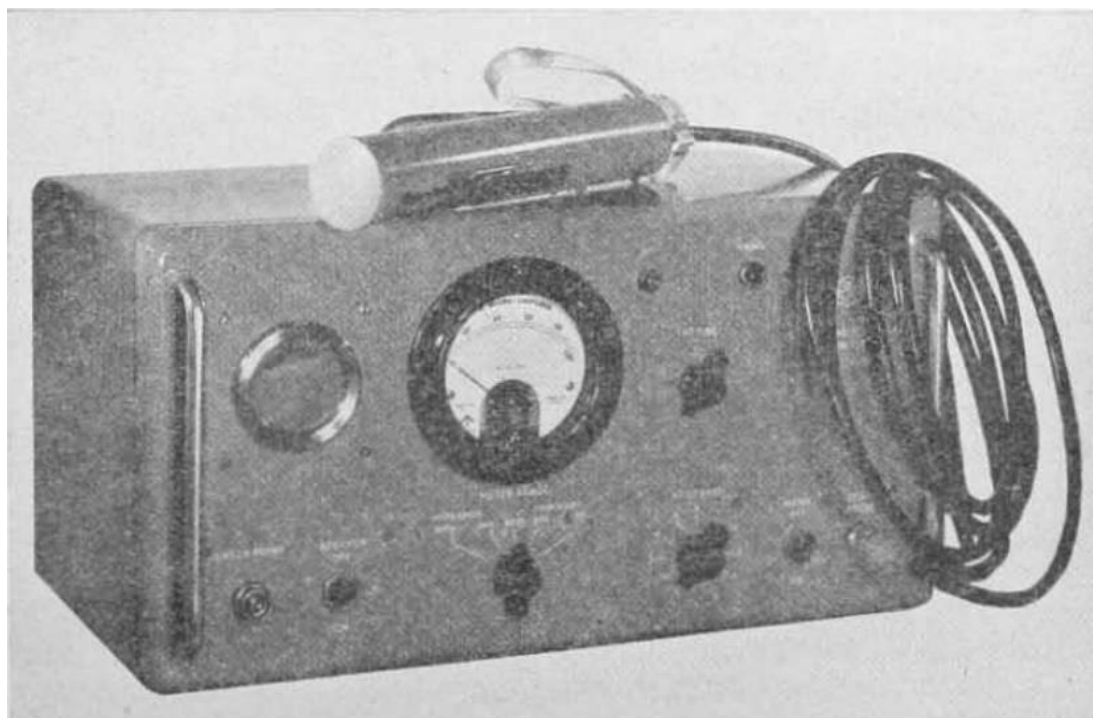


図 6 汚染計

（ii）衣服と装備：ガンマフラッシュあるいは、核分裂生成物や誘導放射能物質が発するガンマ線から着用者を保護する衣服は存在しないが、これらは飛程が非常に短く、実質的に透過力がないため、生成される可能性が高いアルファおよびベータ粒子から人体を防護することは非常に簡単である。次の段落で説明する。

アルファ粒子は大気中では、飛程はわずか数センチであり、透過力はない。吸い込んだり、飲み込んだり、あるいは（傷口など）壊れた皮膚から入ったりした物質から放出される場合に危険となる。この種の被曝の可能性は小さいと見なせる。

ベータ粒子は大気中では数メートルの飛程を持ち、透過力は強くない。アルファ粒子と同様に、体内に侵入した物質から放出された場合非常に危険であり、さらに、長時間、露出した皮膚に触れていた場合、皮膚はひどく傷つく。適度にしっかりした織りの普通の衣服で、手首と足首の開口部を何らかの方法で閉じた状態を保つことができるなら、ベータ粒子を放出する物質が皮膚に触れないようにするには十分である。保護マスクを着用すれば、それらの物質を吸い込んだり、飲み込んだりすることから防護できる。

汚染された塵などが髪に付着しないようにすることも必要である。これは、適切な種類のフードや帽子で可能であり、帽子は通気性があってもよい。

上記から、重度に汚染された地域を通過したり作業したりする必要のある人に適した衣服と機器の描像が明らかになる。

- (a) 保護マスク
- (b) デニムの上着（例）
- (c) 手袋（できればゴム製）
- (d) レスキュー隊で使用されているゴムブーツあるいは丈夫な革製ブーツ

(iii) 重度に汚染されたエリアの回避：任務でやむを得ない場合以外、重度に汚染されたエリアに出入りしないことが原則である。一般人は通常、計画的かつ秩序立った方法で避難する必要がある。計測器を持った偵察要員は、汚染エリアの範囲を知っているので、彼らのアドバイスに従う必要がある。

そのようなエリアに滞在して作業をしなければならない場合、特定の予防措置を実施する必要がある。核分裂生成物による汚染の危険があるので、食料や飲料や菓子や煙草などを携行してはならない。そのようなエリアでの作業が 1～2 時間以上かかる場合は、作業者に食料や飲料を提供する必要がある。これは、風上の汚染エリア外から、必要な物資を密閉容器で搬入する移動スナックで行える。そして、手を完全に洗淨するまで、誰も手を触れないようにする。（特に爪の下に注意を払うこと。）また、手袋を外した後、手が衣服や機器に触れないようにする必要がある。

(iv) 人員の除染：核戦争と化学戦争の両方に共通する防護対策が多くある。汚染された人員を除染するための手順はその一例であり、核分裂生成物によって汚染され人員に役立つ手順は、化学兵器によって汚染された場合のものとはほぼ同様である。

この章の最初の方で述べたように、化学兵器が使用されていない限り、放射能汚染エリアで気密防護服を用いる必要はない。しかし、放射性ダストの拡散や吸引を防ぐため、脱衣に注意する必要がある。脱衣の際には、衣服の粒子を揺さぶらないようにすること。ダスト粒子が飛び散って、汚染が拡大するからである。軽い水スプレーはとても有用であり、規則とすべきである。脱いだ衣服は通常のゴミ箱に入れ、後で廃棄あるいは除染する。

洗浄手順は、デッキブラシを使うなど、十分なものでなければならない。皮膚の末端や爪に注意を払う必要があるので、手洗器や爪ブラシを用意すべきである。洗浄後、人員を再計測する。汚染が残留している場合、汚染が検出されなくなるまで、洗浄を繰り返す必要がある。

(v) 除染：化学兵器と異なり、放射能を破壊できないことを認識することが重要である。除去して害が及ばないところに置くことは可能である。あるいは放置して自然に崩壊するのを待つことも可能だが、ものにより長期にわたることもあれば、比較的短期で済むこともある。今のところ、これら以外に民間防衛に適合した除染手段はない。

(a) 衣服：衣服が重度に汚染されている場合、すべて廃棄することが望ましい。汚染が軽度の場合、大なり小なり、洗濯やドライクリーニングでも、安全な状態にできる。

(b) その他の物：物の汚染が吸収される前に、除染を行える場合は、持続性ガスの除去で使われる手法と類似した手法で除染できる。

(c) 道路及び公共の場：今のところ、完全に除染する方法は知られていない。使用した水がさらなる危険を引き起こすことなく使えるなら、水による除染は役立つ。すなわち、使用後の水の処分を注意深く監視しなければならない。条件が許せば、その地域を自然の放射性崩壊のプロセスに任せてもよい。

(d) 食料：ガンマ線は食品に悪影響をもたらさない。密閉容器に入っているか否かにかかわらず、原爆爆発時に中性子が放出される範囲に近い場合は放射化される可能性があり、廃棄すべきである。防護されていない食品への核分裂生成物の付着は重大な危険であり、それを未然に防ぐために、食料は密閉して保管する必要がある。

(vi) 定期健康診断と被曝管理規則：放射能汚染エリアで作業を実施する民間防衛隊員の健康管理が必要である。何らかの計器で、一度の被曝線量を測定でき、これ以上の被曝が危険かどうか判定できる。

この問題と関連しているのは、超えてはならない線量である。この最大許容被曝量は、現在調査中であり、いずれ通知される。この許容量は、ある範囲では、線量の累積時間に依存する。今のところ、言えるこ

とは、しかしながら、作業の条件により異なる計測基準が必要となることである。たとえば、一般人の基準、民間防衛隊員や警察や消防などの関連要員の基準、さらにはシェルターの閉じ込められた避難者たちを救出するレスキュー隊員の基準などである。これらの基準は、最終的に決定されたときに、責任者の地位につく人々に周知し、運用判断ができるようにするとともに、医療及び救急作業に従事する人々にも周知しなければならない。全体的な目的は、実用的な範囲で、被曝を管理し、例外的なリスクを取らざるを得ない場合にも、やみくもに命令が出されるようなことを避けられるようにするためである。

放射線量はレントゲンと呼ばれる単位で測定される。個人線量計などの民間防衛用放射能計は、総放射線量を測定するか、放射線量率を測定するかに応じて、レントゲンまたは 1 時間あたりのレントゲンを測定する。例外は汚染計で、放射能の小さな痕跡の表示し、放射能汚染の量を測定する。これはキュリー（または場合によってはミリキュリーまたはマイクロキュリー）で測定される。

21. 放射線障害

(i) 急性：放射線障害は、核爆発時の外部被曝した人々に見られる最も特徴的な症状である。急性障害は、重度汚染エリアで、爆発後早期に長時間被曝しない限り、核分裂生成物被曝によっては生じそうにない。

最も重度な症例では、数時間以内に、極端な脱力感と嘔吐を伴う深いショック症状が現れる。被曝線量が少ない場合は、症状の発症は、数日間を目立っては見られない。その後、様々な程度のショック症状や嘔吐、発熱、著しい衰弱などが見られる。しばらくの間、生存した者はその後、血液系の症状が出て、胃や腸の障害を併発し、感染症にも罹る。

最も重症度の低い症例では、3 週目まで症状が発現しない場合があり、この場合、回復するのが一般的である。同様に、6 週目まで生存した患者は回復の可能性が高い。これらの患者や 10 日以上生存した患者たちに見られる放射線病の最も特徴的な兆候の一つが脱毛である。通常は頭髮に限られるが、時には眉毛や髭などにも影響を与えることがある。3～4 か月で、毛髪が再成長する。

放射線病のより深刻な合併症のいくつかは、血液の正常成分の大部分が由来する骨髄の損傷によるものである。この損傷は、白血球と赤血球の両方の産生に影響を及ぼし、結果として血管中の白血球と赤血球が減少する。白血球は細菌に対する体の防御に重要な役割を果たしており、血管中の白血球の不在または破壊により、これらの細菌は優勢となり、感染が拡大する可能性がある。同様に、赤血球の数の減少は、非常に頻繁に重度の貧血や虚血を引き起こす。これは、放射線障害に共通的にみられる出血傾向により悪化する症状である。死因は通常、死亡の原因は通常、感染、失血、貧血の併発である。

(ii) 晩発性：

現在定義されているように、平時運用の反復被曝の最大許容線量率は、1 日 8 時間あたり 0.1 レントゲン、または 1 週間あたり 0.5 レントゲンである³。（レントゲンは放射線量の測定単位で、Appendix II: 用語集参照）

長期間にわたる、上記数値を上回る日次線量率の反復被曝をした場合、胃腸の不快や衰弱の増加や様々な重度の血液の変化などに示される晩発放射線障害を引き起こす可能性がある。反復被曝 25 レントゲン以上の場合、病気を引き起こす可能性がある。

前段落で説明したように、平時の条件下で、不妊のリスクはない。非常時運用によるリスクの増大を考慮する必要のある戦時では、一時的な不妊リスクが発生する可能性がある、ただし、2 つの日本の都市、広島と長崎で行われ、現在も続けられている綿密な調査において、これが一時的であることを明確に示されている。

長期間、放射性物質が皮膚に付着していたり、人体内を運ばれていたりした場合、皮膚に晩発症状が起きる可能性がある。

応急処置：ショック症状やその他の負傷が持続した場合、治療が重要となる。身体及び精神の完全な休養が重要であり、それとともに、寒さを防ぐための環境温度を注意深く制御し、傷による感染を防ぐための細心の注意を払うことが重要である。多くの犠牲者が放射線障害と外傷に苦しむことになる。血液形成の減少により、身体は傷の感染に晒される。放射線障害の患者の膚は熱に非常に敏感であり、湯たんぽ等の熱源に注意を払う必要がある。放射能汚染が疑われる場合は、救急処置所や病院に入院する前に除染する必要がある。

原因がわかっているか疑われる場合、晩発障害はすぐに識別できる。これらの症例は、適切な医療センターに委ねるべきである。安定的な回復後、治療および更なる被曝の回避が続けられるが、特定症例では定期的な健康診断が必要になることがある。このパンフレットでは応急処置のみを記載している。記載されている症状を治療および緩和するために医療側でできることはたくさんある。これらの手段は、この医学的および技術的知識を必要とするすべての人々に最も適切な方法で広報される。

³ 週あたり 0.5 レントゲンの線量率は、少なくとも 60 年間にわたり全身で被曝した場合にも、病気を発現しない許容量である。

22. 放射能中毒

この用語は、有害な放射線の放出による局所的または全身的毒物として作用する、放射性物質の体内への侵入によって生じる結果を記述するために使用される。これらの放射性物質は、さまざまな方法で体内に侵入できる。例えば：

- (a) 防護マスクがない場合の吸入
- (b) 汚染された食物や水の摂取や、パイプやタバコなどを通した口からの侵入
- (c) 汚染された傷や擦過傷やその他の損傷した皮膚からの血管への侵入

放射性物質の体内への侵入に続く症状は、線量が非常に大きい場合、急速に発症する可能性がある。多くの場合、月単位さらには年単位で、発症は緩慢で、微妙で、次第に悪化する。影響は体の一部（肺や皮膚など）に局在する場合もれば、全身に一般的な体質障害を引き起こす場合もある。

これらの放射性物質はごく微量でも影響があるため、予防だけが唯一の方法である。適切な防護マスクやフードや適切な防護服の着用、汚染状況下での食事や飲料の摂取や喫煙の回避、厳格な作業及び除染基準の遵守などが効果的である。

応急処置は、汚染された条件下で作業中に切り傷や傷を負う可能性のある人員にのみ適用される。負傷した場合、損傷した皮膚を流水で洗浄し、出血を促す必要がある。

第4章 爆風

27. 人体への影響

高空爆発による爆風の人への直接的な影響は予想よりも少なく、深刻な内部損傷はまれである。大半の死傷者は、石積の落下や瓦礫の飛散による負傷による二次的なものである。このような負傷は、最大距離 2.4～3.2km までであり、距離が遠くなると、ガラスやその他の破片の飛散で負傷する。間接的な死傷者の最大数は、爆風による建物の倒壊により、生存者が閉じ込められ、火災に危険に晒されることが原因である可能性が高い。この種の身体的負傷をするのは、死傷者の 70%程度だと推定されている。

爆風に対する防護は解決不能な問題ではない。日本の防空シェルターは、構造が劣っていても、うまく耐えており、地下シェルターは完全に防護されていた。シェルターは、爆風とガンマ線の両方に耐えるように構築できる。

28. 物への影響

空中爆発からの爆風波、上空から下方に向かい、まず屋根を直撃する。爆心近くでは、建物は崩壊し、特に頑丈に建築された建物では、壁が残っていても、屋根が壊れたり、へこんだりする。さらに遠くなると、爆風波水平方向から到達し、建物は倒壊したり、ひずんだりする。

建物の種類と爆心からの距離により、爆風による影響は異なる。骨組みのない普通の住宅は、鉄筋や鉄骨など骨組みのある建物よりも、大きな被害を受ける。耐震構造の建物だと、爆心から 600m でも、実質的な被害はない。垂直圧力に耐えるよう建設された橋梁は、そうでない通常の家屋よりも爆風に耐えるが、道路や河川での反射により、橋梁下部からズレを起こす可能性があり、この点については、注意深く観測する必要がある。

ブリティッシュミッションは、日本で使われたような高空爆発爆弾では、0.4ha あたり家屋 15、人口 45 の英国の普通の都市では、以下のように爆心から 3.2～4km までの住居は被害を受ける。

被害の性質	爆心からの平均距離と範囲内の家屋数	
破壊されるか、解体が必要	1.6km	30,000 戸
居住不可能で、大規模な修理が必要	1.6～2.4km	35,000 戸
一時的に居不可能だが、軽微な修理が必要	2.4～4km	50,000～100,000 戸

この被害は 40 万人が居住する住宅に影響を受け、死傷者が出て、軽微な修理が完了後に難くできる者や、避難する必要がない者、そして 10 万人が新たな住宅を必要とし、民間防衛の大きな問題となる。

(図 7 参照)

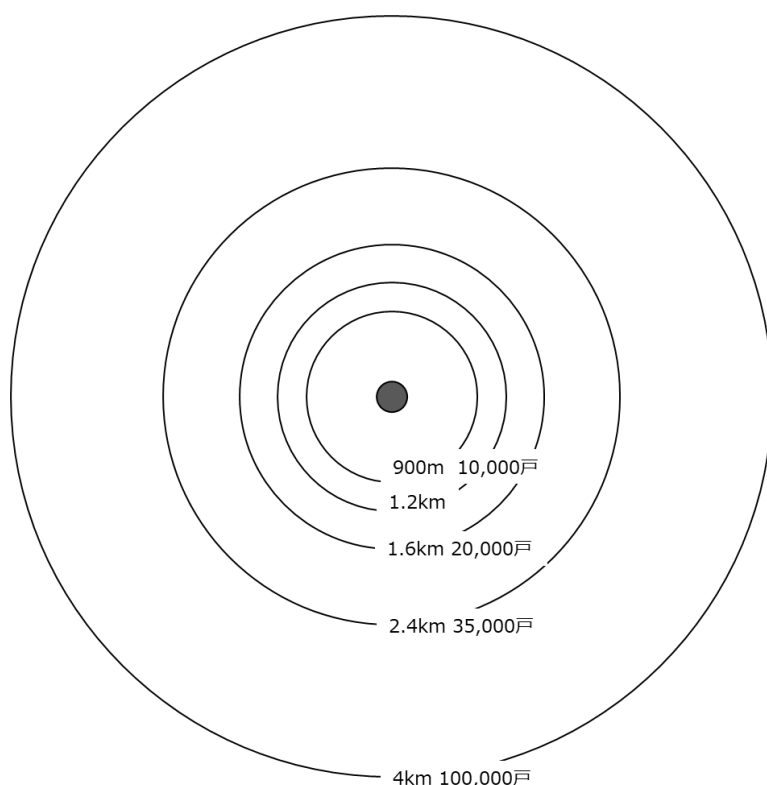


図 7 爆風被害の半径

29. 公益事業への影響

高空爆発の公益事業への影響は地上部に限られる。ガスと水道の本管は橋梁部を除き、被害を受けない。下水道も同様である。地上にあるガスタンク、水道ポンプ施設、変電所、架空電線、路面電車、電信電話線、鉄道、バス、自動車は、爆心から 1.6km までは大なり小なりの被害を受け、その修理は公益事業にとって、大きな問題となる。鉄道の線路や路面電車の軌道は、おそらく損傷しないが、瓦礫や周辺火災や車両の転覆などの被害を受ける。地上爆発や低空爆発では、クレーターが形成され、地面の衝撃で地下に被害が及ぶが、地上の被害範囲は、かなり小さい。誘導放射能や核分裂生成物により遅延された危険があれば、復旧作業が相当面倒になる。

30. 救助の問題

火災以外に大きな問題となるのが、救助作業である。先の戦争で実際に判明した爆風の効果で、救助の問題を面倒にする、多くの瓦礫や破片が生成されることは避けがたいことを認めなければならない。救助作業には高い規律と技術が必要であり、どこであれ、シェルターの設計と所在を記載して地図、予め救

助隊に提供しておく必要がある。核爆発後は見慣れたランドマークが失われている可能性があり、破片や瓦礫でシェルターに到達するのが困難になるので、救助隊も、これらの地図を利用できるように慣れておく必要がある。

完全なオペレーションの開発には時間がかかるが、可能な限り速く、何らかの行動を開始することが最初に重要になる。軽装備の救助隊は、たとえば、破片の上をまっすぐに進み、予備偵察を開始し、主力隊が追従している間に救助活動を開始できる場合がある。この主力隊には、重車両の進路を確保するための機械設備が必要になる場合があるので、先行する軽装備の救助隊は、早めに、シェルターに閉じ込められた人々に、救助が到着することを知らせることができる。ある種の条件が適切な場合は、水路を通ことで、最速で到達することが可能になるので、救助作業の問題について探求する際には、これらの可能性も考慮する必要がある。そして、救助隊や他の人々が現在なじみのない状況下で活動できるよう準備するための訓練が、今後、開始される。

Appendix I: 原子物理入門

1. 原子の大きさに関連する物質の構造

物質がどのように構成されているか理解するには、我々が固体だと思っている者が、実際にはそうではないことを認識する必要がある。言い換えるなら、物質は連続体ではない。我々の視点では、剃刀の刃のような薄い鋼鉄は固体である。原子の視点では網に近い。

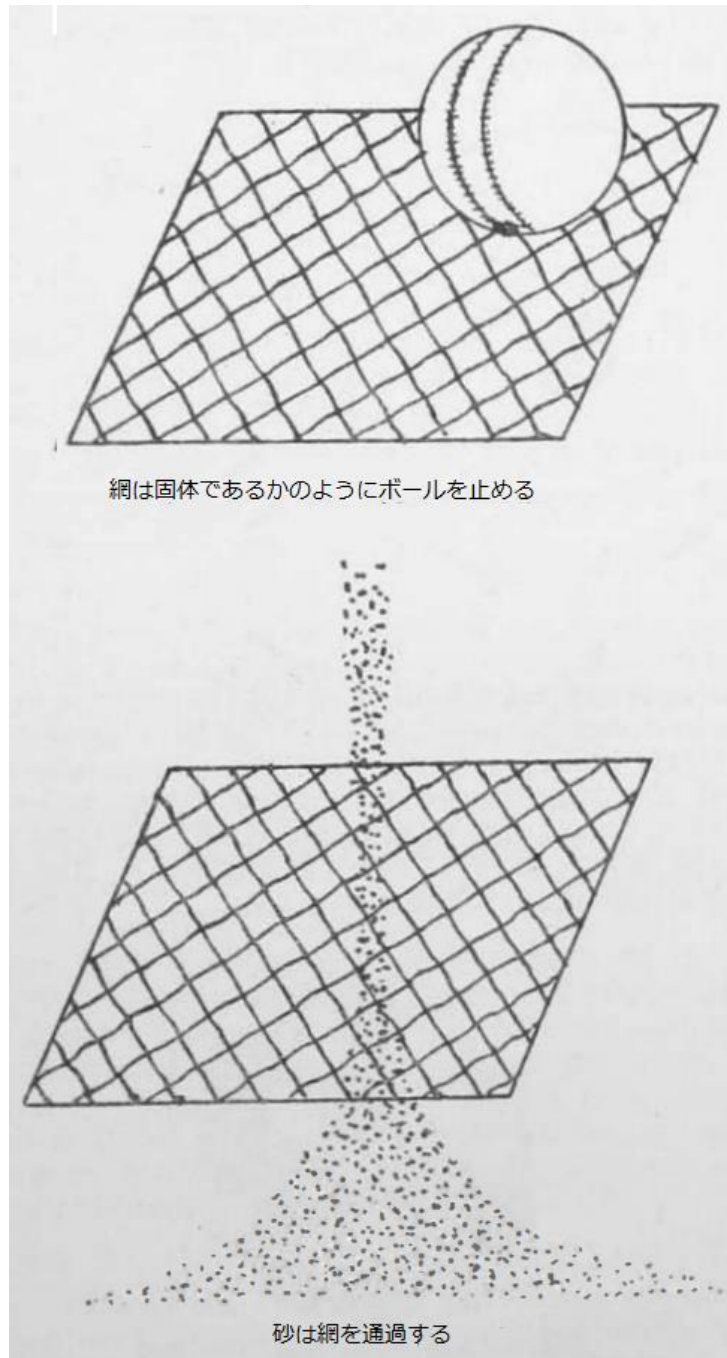


図 8

さて、2.5cm のメッシュの網について、最初はクリケットボールの視点から、次に乾燥した一握りの砂の視点から考えてみよう。クリケットボールが網に落ちてくると、止まるので、シートが固体のシートだと言っても、文句のつけようはない。一方、一握りの砂が落ちてくると、砂粒は網を通過して、下に落ちる。実際には、砂粒と網は衝突するが、砂は網を通り抜けるので、砂は網を固体や連続体とは考えないだろう。（図 8 参照）

2. 原子の構造

原子は、原子核と、その周りを周回する負の電荷を持つ電子として知られる、複数個非常に軽い小さな粒子から構成されている。その構造は、太陽を原子核とし、その周りを周回する地球やその他の惑星を電子とする我々の太陽系に例えられる。（図 9 参照）

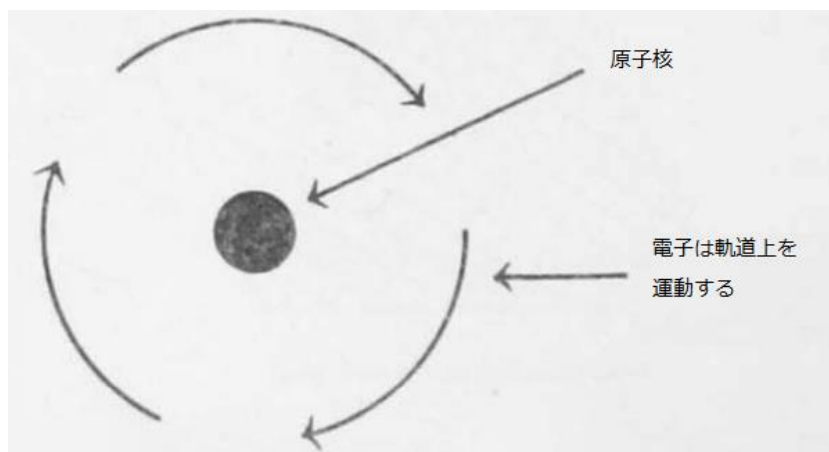


図 9

原子核は単なる固まりではなく、非常に強く束ねられた 2 種類の粒子で構成されている。（図 10 参照） 1 種類の粒子は正の電荷を持ち、陽子と呼ばれ、もう 1 種類の粒子は電荷を持たず、中性子と呼ばれる。陽子と中性子は実質的に同じ重さで、両方とも電子よりもはるかに重い。陽子と電子の数は等しく、原子全体としては電氣的に中性である。す

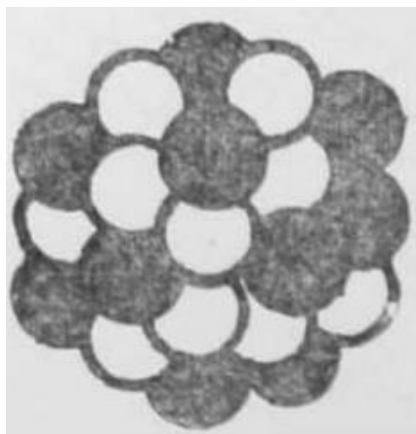


図 10 原子核

原子が結合して物質を形成すると、それぞれの原子核は変化しないが、軌道はつながる。これは、人々が腕をつなぐときに生じる状況と変わらない。そうすることで、彼らは自身の特性をもつグループになるが、それでも各人の特性は変わらない。（図 11 と図 12 参照）

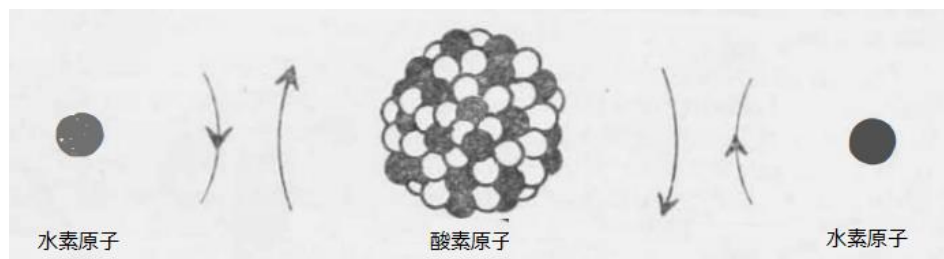


図 11

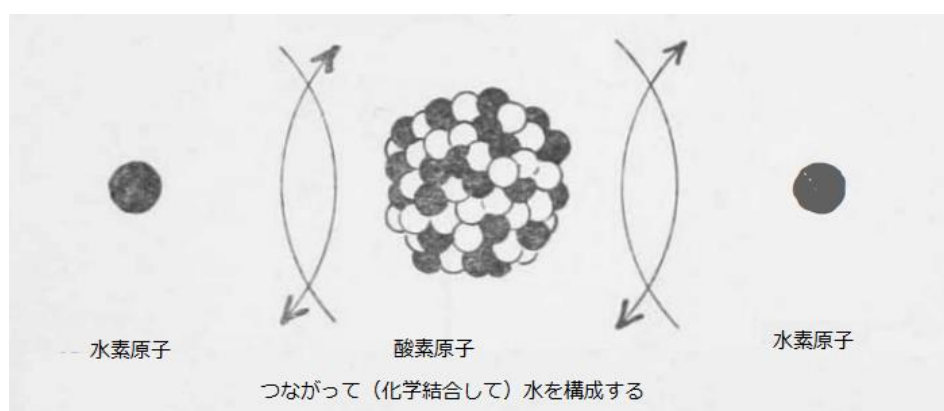


図 12

化学結合はいかなる形でも原子核には影響しない。これは電子軌道の結合と非結合によって生じている。

3. 放射能

いくつかの思い元素が放射線を出すことは、長きにわたり知られていた。放射線は原子核から放出され、電荷を持つ粒子（アルファ粒子と電子）及び、X 線のような（ガンマ線）透過放射線である。

放射能は、すべての原子核が安定な状態に変化するまでの、多くの中間段階で継続して存在する。放射性であるラジウムは最終的には安定な鉛になる。

この要する時間は対象の元素による。たとえば、ラジウムの半数が鉛になるのは 1600 年後、その 1600 年後には 1/4 のラジウムが鉛になり、もとの 1/4 のラジウムがそのまま残る。この時間は半減期と呼ばれ、ラジウムの場合は 1600 年で、ある元素だと 1 秒以下で、ある元素だと数百万年である。特定の条件で、いかなる元素も放射能を持ちうる。

4. 中性子

物質は連続体ではなく、中性子は電荷をも対アいのので、物質中を中性子は長い距離移動でき、実際、物質を通過する。

5. 核分裂

中性子は物質を通過するとき、原子核と衝突することがあり、その場合、次の2つに1つが起きる。バウンドして移動を続けるか、原子核に捕獲され、原子核に入り、その一部となる。

この捕獲された中性子による原子核の質量とエネルギーの増加で、原子核は不安定（放射性）になり、平衡状態を回復するために、次の2つに1つが起きる。中性子や重い元素などとともに放射線を放出するか、2つに分裂し、1つ以上の中性子になる。これは核分裂と呼ばれる。（図 13 図 14 図 15 参照）

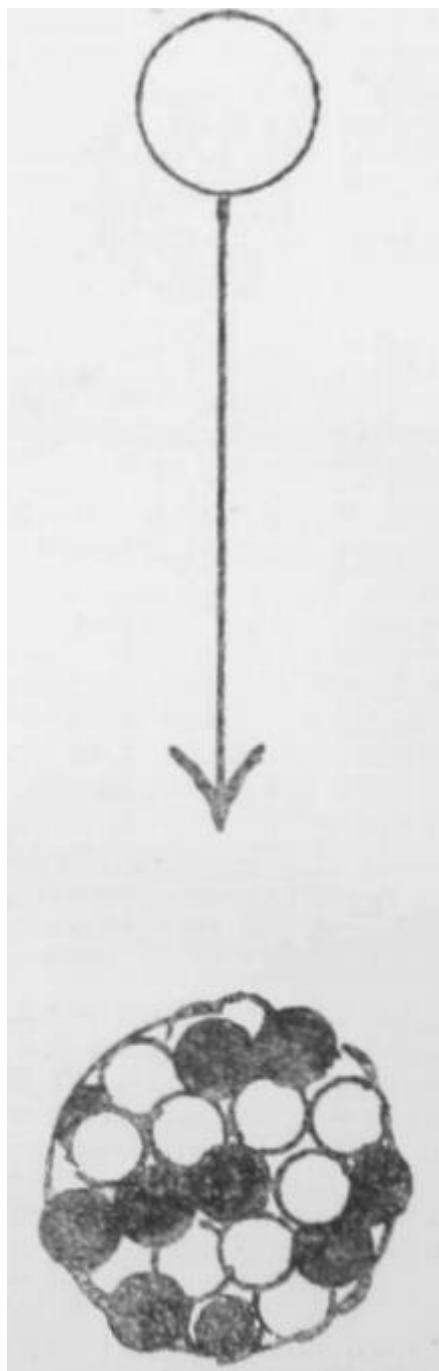


図 13 原子核に入ろうとする中性子

核分裂が起きたときに放出されるエネルギーは膨大で、0.5kg の核分裂物質がすべて核分裂した時に放出されるエネルギーは TNT8000 トンの爆発に相当する。

ある種の物質は、中性子捕獲後に、他の物質より核分裂しやすくなる。ウラン 235 とプルトニウムがそれらである。核分裂は重い元素でのみ見られる。

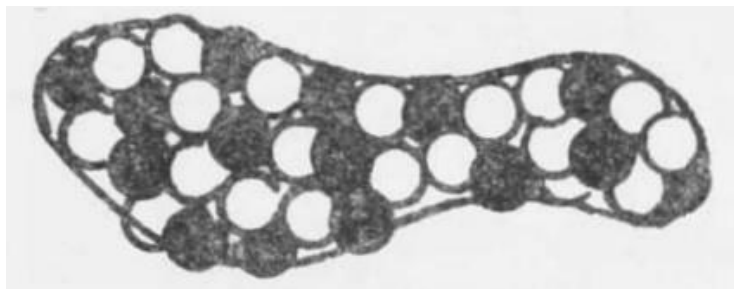


図 14 中性子を捕獲した原子核。超過エネルギーでひずんでいる。放射線を放出して平常状態を保つか、核が分裂する。

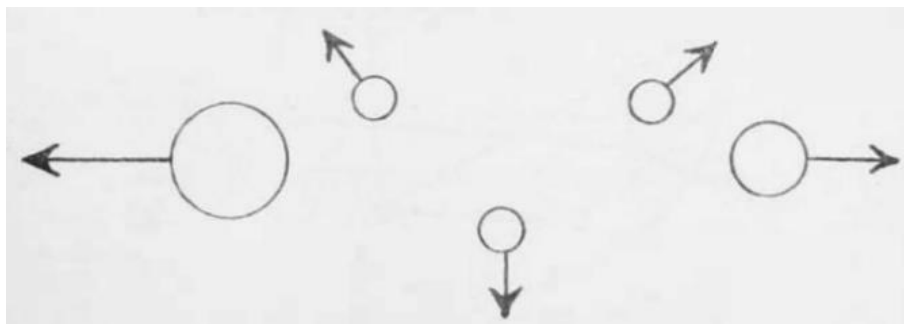


図 15 核分裂後。2つの核分裂生成物が別方向へ移動する。ここでは、3つの核分裂中性子が存在する。

6. 爆発要件

この膨大なエネルギー放出を爆発物として使うには、以下の要件を満たさなければならない。

- (a) 核分裂プロセスは、かさばる重い装置を使わずに起爆できる。
- (b) ひとつの原子核の分裂で、核分裂物質全体に分裂が広がり、連鎖反応を開始するのに十分な中性子が生成される。
- (c) 爆発物の一用条件である急速なエネルギー放出と、核分裂物質が溶けたりバラバラになったりせずに、大半が核分裂する時間が確保できるように、連鎖反応は高速に進行する。

ある大きさ（臨界サイズ）以下では、連鎖反応は起きない。それ以上だと、連鎖反応は妨げられない。臨界サイズの存在は、サイズの増大とともに、表面積体積比が小さくなることで定まっている。核分裂物質の質量が小さくなると、表面積体積比が大きくなり、その表面から中性子が逃げる可能性が高まる。

十分な質量のウラン 235 あるいはプルトニウムを使うことで、核分裂で十分な量の中性子が生成され、物質の質量全体に核分裂が及ぶ。さらに、このプロセスは爆発を生じるに十分な短時間で進む。その時間は数マイクロ秒の単位であり、マイクロ秒は 100 万分の 1 秒である。（図 16 参照）

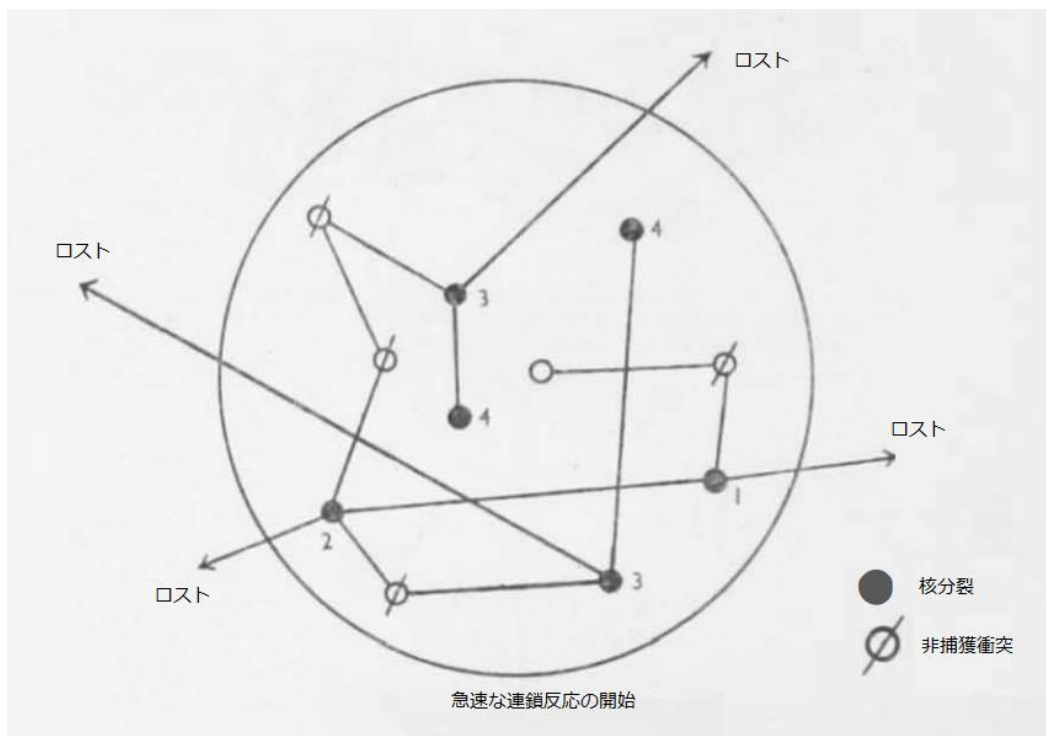


図 16

図は連鎖反応の初期段階の中性子の軌跡を示す。

物質の中心点 0 の中性子により、核分裂 1 で連鎖が始まる。この核分裂は 2 つの中性子を生成し、1 つがロストし、もう 1 つが核分裂 2 を起こす。この核分裂は 3 つの中性子を生成し、1 つがロストし、2 つの核分裂 3 を起こす。○で示す非捕獲衝突が頻繁におきる。リフレクターを用いることで、図でロストした中性子が反射されて核分裂物質にもどることで、連鎖反応を増幅する。

7. 原爆

上記にしたがい、原理的には爆弾は以下のように組上げられる。使用される物質は、純粋あるいは合理的に純粋なウラン 235 かプルトニウム。臨界未満のサイズの 2 つあるいはそれ以上の部分から構成され、合体すると臨界質量を超える。それ以上の物質を組上げると、それに比例して中性子のロスが減少し、生成時の中性子強度が増幅され、急速にプロセスが進む。

2 つの臨界未満質量が適切に離れていると、自立連鎖反応を開始できない。それらが合体すると、連鎖反応が始まるのを妨げられなくなる。それらがゆっくりと合体させられると、近づくにつれて反応が開始され、全質量が核分裂するずっと前に、物質が溶ける。数千トンの TNT の爆発に匹敵する爆発が起きず、爆弾を溶かすのに十分なエネルギーが放出されるだけである。

全体は、サイズの増加によってプロセスが停止する前に、核分裂の追加生成を可能にするのに十分なように、質量の膨張を遅らせる何らかの密度の高い物質で囲まれる必要がある。（図 17 参照）

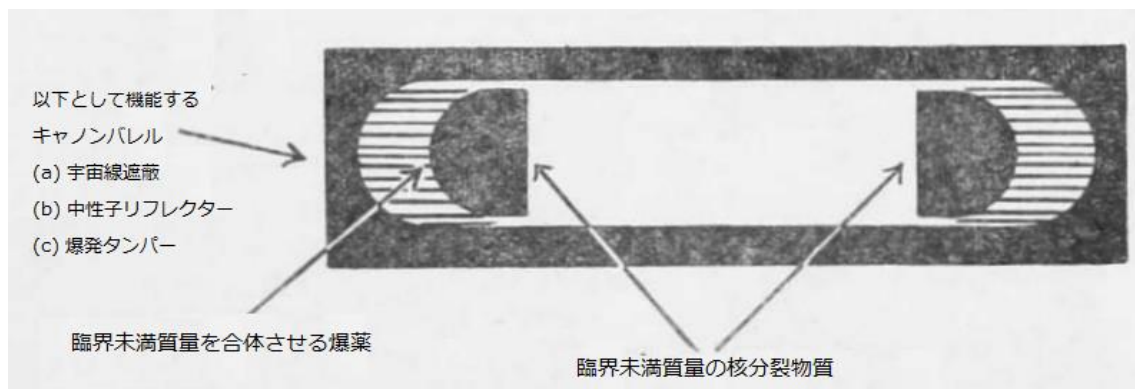


図 17 原爆の原理を示す図

Appendix II: 用語集

アルファ粒子：（正電荷を持つ）ヘリウム原子核で高速運動する。ウランやラジウムやその他の物質の原子が放射性崩壊して放出される。透過力は、きわめて短距離で無視し得るほど小さく、紙一枚でも止まる。ウランやラジウムなどを吸い込んだり、飲み込んだり、傷口から取り込んだりして、体内から放出されると、危険である。

原子：元素の性質をとどめた最小単位の元素。

ベータ粒子：ある種の原子が放射性崩壊したときに放出される高速電子。アルファ粒子を放出する物質と同じく、ベータ粒子を放出する物質は、肌に重度の火傷を起こし、危険である。

連鎖反応：一つの原子の分裂から放出された複数の中性子が、さらに多くの原子を分裂させる力を持ち、さらに多くの中性子を放出させ、反応が限りなく続くプロセス。

宇宙線：宇宙から地球に降り注ぐ透過力のある放射線。

臨界サイズ：ウラン 235 あるいはプルトニウムが、自分自身で連鎖反応を維持できる量。

キュリー：ラジウム約 1g に相当する、放射能の単位。

放射線量：単位レントゲンで計測される、人体が吸収する放射線エネルギーの量。

線量率：単位「毎時レントゲン」で計測される、放射線を受ける率。

電子：知られている最軽量の粒子。すべての原子の構成要素で、原子核のまわりの軌道を周回するが、太陽を巡る惑星の軌道とは似ていない軌道である。

元素：化学的手段では、それ以上は分解できない基本物質のひとつ。地球上には自然に 92 の元素が存在する。

放射性降下物：核爆弾の放射性物質の空中を浮遊する雲から降る、核分裂生成物の降下物で、地上に堆積する。

核分裂：原子核が 2 つ以上に、あるいは元の原子核以下の原子核と、複数の中性子に分裂することであり、大量のエネルギー放出を伴う。

核分裂生成物：原子が核分裂することで生成される物質。

火災旋風：高温ガスの上昇がそのエリアに集中し、周辺に猛烈な風を作り出す力があり、広域火災を起こす条件。これにより火災の拡大は限定されるが、火災エリアの燃焼力は強まる。

ボディチェック：人間の皮膚と衣服を検査する汚染計測器。これにより、放射能汚染の有無を判定する。

ガンマフラッシュ：核爆発から放出される強力なガンマ線を、自然及び誘導放射性物質や核分裂生成物から放出されるガンマ線と区別するための用語。

ガンマ線：波長が非常に短い、透過力が非常に強い放射線。生体組織を破壊し、蛍光発光や化学効果など多くの物理的効果を起こす力を持つ。X 線は弱いガンマ線と同じ放射線だが、特別な電子機器によって生成される。

爆心：原爆の爆発した位置の直下の地上の地点。あらゆる種類の被害が最大となる。

半減期：放射性物質の原子核の半数が自然崩壊する時間。同じ種類の原子核では定数である。原子核の種類により、数ミリ秒から 100 億年までに異なる。

熱線：爆発時に原爆から放出される、強力な熱放射。広域に、火傷と火災を起こす。

ホットエリア：原爆の爆発後に、残留放射能が検出されたエリア。

誘導放射能：原爆の爆発で放出された中性子により多くの物質に誘導された放射能。

中性子：原子核を構成する粒子の一つ。陽子とほぼ同じ質量だが、電氣的に中性である。あらゆる物質に対する透過力を持ち、透過した物質の多くを放射化する。人体組織を損傷する。

原子核：原子の核で、質量の大半が集中している。陽子と中性子から構成される。

許容線量：期間を問わず、恒久的な人体への影響が残らない、最大累積放射線量。

プルトニウム：原子量の大きな金属で、ウラン原子が中性子を捕獲して生成される。核分裂を起こし、その後の核爆弾では、ウラン 235 に代って使用されるようにあった。人工元素であり、人工的に生成されるまで自然界に存在しなかった。⁴

陽子：正の電荷を持ち、すべての原子の原子核に存在する。

放射線：電磁波の形で存在するエネルギー。アルファ粒子線、ベータ粒子線、中性子線も放射線と呼ばれる。

放射線測定器：放射能を検出し、放射線量や線量率を測定する多様な機器。指定期間の累積放射線量を記録するものもある。時間当たりの放射線量率を記録する者もある。

放射線障害：X 線あるいはガンマ線などにより、生体組織が相当量損傷したことに伴う医学的症状。数時間あるいは数日経過後でないと、自覚症状は見られない。

放射能中毒：放射性物質を人体に取り込んだことにより生じる結果。

放射能：原子核の自然崩壊によるアルファ粒子あるいはベータ粒子およびガンマ線の生成。原爆の爆発の結果でも生じる。

レントゲン：放射線量の計測単位。

遮蔽：物質を透過することによる放射能強度の減衰。

ウラン：天然鉱石に由来する重金属で、通常は瀝青ウラン鉱。通常、表面は暗黄色がかった茶色。自然界にある元素の原子量が最も高い。軽度の放射性があり、ウラン 235 を 0.75% 含んでいる。

⁴ 訳注：当時は自然界にプルトニウムが存在しないと考えられていた。

英国国家著作権

印刷・出版：英国印刷庁

入手先

York House, Kingsway, London, WC2

429 Oxford Street, London, WC1

P.O. Box 569, London, SE1

13a Castle Street, Edinburgh, 2

1 St. Andrew's Crescent, Cardiff

39 King Street, Manchester, 2

Tower Lane, Bristol, 1

2 Edmund Street, Birmingham, 3

80 Chichester Street Belfast

あるいは書店

1950