

mesoporous oxidative nanoparticles)は表面の性状を変えると色々な細胞と反応しやすくなる。液性免疫や細胞性免疫も賦活化すると言っていた。T細胞もB細胞も活性化させるということか。抗原を結合させたり、分離したりといった制御も出来ると言う。どのくらい本当か？Sandia 国立研究所からの発表でもあり注意すべきと考える。

#5 Machesky

ナノ粒子にいろんなものを入れ込み、BBBを通るか Trans-well assay で検討している。Vivo ではマンニトールで BBB 透過性が亢進し、ベラパミルで低下するとの報告であった。

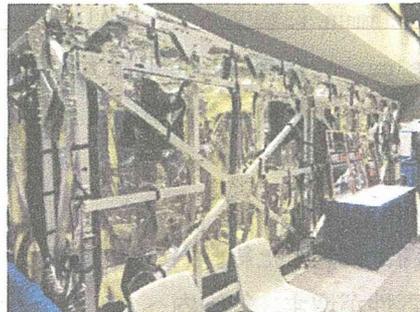
第3日目

1. パネルディスカッション【エボラアウトブレイクに対する米国政府の対応】

まずは一連の対応のまとめを海軍の軍医が発表した。今回のエピソードでは実に多くの政府機関、例えば NIAID (国立アレルギー感染症研究所)/NIH、Walter Reed 陸軍メディカルセンター、BARDA (Biomedical Advanced Research & Development Authority) 生物医学先進研究開発センター、FDA、CDC、DoD、JPEO (Joint Program Executive Office)、JVAP (Joint Vaccine Acquisition Program)、MRMC (Medical Research & Material Command)、USAMRIID などが一連のエボラアウトブレイクでのオペレーションに関与していた。米政府は規模が大きいので上記の JPEO のような多種の部門間の調整部署がある。

1. 患者隔離搬送システムの開発：患者の輸送に Aeromedical Biological

Containment Shelter (ABCS)を使った。今は **TIS-100A** に改良している。これには陰圧装置が装備されているが、実際のエボラでは空気感染がなく必要がなかったはずだ。ビニール貼りの軽量タイプ。8人を C17, C130 で搬送した。



2. 医療対処 MCM：治療薬として **ZMapp**、ワクチンとして **VSV-ZEBOV** を開発した。VSV-ZEBOV は現在西アフリカで第1相試験中。ZMapp とは3種類のヒト化モノクローナル抗体の抗体カクテルを遺伝子組換えによりタバコ(植物)に組み込んで育成し、そのタバコの葉から抽出して作られた抗エボラウイルス薬である。
3. 診断：**EZ1 RT-PCR** を開発した。FDA は2011年に開発していたが、アウトブレイクを受け数週間で使える段階までにした。60分間でエボラザイール株を診断出来る。
4. アウトブレイクしたエボラウイルスの機能解析：ウイルスの寿命(5.9~14日間)、症状発現に必要なウイルス量(1~10個で感染成立)などを解析した。
5. 現地政府のサポート：現地政府を尊重し支援した。いろんな医療施設を整え、地域文化を尊重し、情報を共有し

た。科学者チームや実働チームを現地に派遣して、科学的根拠に基づき、迅速に対処行動した。物資の輸送、患者搬送など空軍の支援がとても重要だったと言っていた。

質問では PPE、現地公衆衛生に関して質問があった。CDC の教訓に関する質問では緊急時の対処に関するトレーニングを予めやっておくことが効果的だと言っていた。情報を共有し如何に迅速に行動するかが重要であったと。

分科会セッション

セッション 3 : エボラウイルス

急遽、エボラのセッション 3 が大きな会場に変更となった。

#1 Schuit 【NBACC (National Biodefense Analysis & Countermeasure center, 国立生物防護解析医療対処センター)】

エボラザイール株に関して、血液検体、便、嘔吐物でのウイルス生存活性を詳細に報告した。21°C 湿度 40% がウイルスに最も適した環境であった。乾燥に弱く湿度が高い環境が生存に適しているようだ。Makona 株ともう一つの株で比べていた。嘔吐物では 24 時間、便では速やかに毒性活性が失活すると言っていた。(ではなぜ医療従事者がうつったのか?) 一方で乾燥した血液でも湿度が高いとなかなか失活しないとも言っていた。かなり詳しくエボラウイルスの特性を調べ上げていた。

#2 Sozhamannan 【Joint Program Executive Office, Medical Countermeasure System】

エボラは RNA ウィルスなので変異しやすいとの指摘がある (Gire, Science

2014)。しかし実際は診断や治療に重要な部分には変異はなかった。

#3 Gonzalez ApoH (Apolipoprotein H) Technology という会社?

(<http://www.apotech.com/en/home.html>) がエボラウイルスの診断を従来の 100 倍の感受性で出来るキットを作ったと言っていた。また馬でエボラの中和抗体も作ったとも言っていた。

セッション 1 : 感染制御対策

#4 Fox 【Los Alamos Nat. Lab.】

バイオフィームについて Ionic Fluid は従来、バイオフィームを壊すことで効果があると言われてきたが、病原体への中和効果があることを発見したと報告していた。In vitro の皮膚感染モデルを用いた検討であった。

#5 Donini Soligenix 社

SGX94 という免疫賦活剤を開発したと報告。これの投与により好中球が減少したり、RANTES が上昇したり、マクロファージが遊走したりといった炎症反応が生体に出るが、MRSA、緑膿菌感染では生体での菌クリアランスを上げるらしい。健常人の第 1 相試験は終わっているとのこと。

#6 Collins

Synthetic probiotics に関する発表。DNA にあらかじめ toxin 遺伝子を組み込んでおき、これを発現させることで感染した細菌を殺すとのこと。転写開始遺伝子を 3 段階で操作して toxic gene を翻訳させる。Vitro のデータを発表していた。



分科会セッション

セッション1：難治性感染制御対策

#2 Ruiz 【USAMRIID】

Burkholderia psuedomallei は類鼻疽感染（メリオイドーシスという）を来たす。治療抵抗性で生物兵器としても開発が検討されていた。オーストラリアに多い。本菌はバイオフィームを作るため抗生剤が効きにくい。バイオフィームは Crystal Violet Assay で検出していた。プランクトンアッセイ（Planktonic assay）というのもある。抗原性を見ていた。

#3 Schweizer

類鼻疽感染メリオイドーシスの治療に関して、まず抗生剤抵抗性となる機序を検討した。抗生剤排出ポンプ（抗生剤が細胞外へ出てしまう）が耐性獲得の原因ではないかとしていた。細胞内での生存様式の変化が原因か？

#4 Shamoo

薬剤抵抗性の予測。Vitro で大きなインキュベーターを使って培養するとバイオフィームなどが出来、そこに抗生剤を入れると菌の消長が分かり、薬剤抵抗性を類推できる。条件を一定にするのが難しいと思われた。N Engl J Med (Arias C. A. and Murray B. E. ; N Engl J Med 2009; 360:439-443) に報告している。

#5 Hong-Gellar 【Los Alamos Nat Lab】

Burkholderia psuedomallei（類鼻疽感染，メリオイドーシス）の難治性感染から薬剤耐性遺伝子 BTH II 1041 を見つけた。これは毒素でもあり、大腸菌にこれを入れても薬剤抵抗性となった。

#6 Goma

CRISPR-Cas を用いたプログラム化細胞死を発現する細菌。これは攻撃用兵器となるのではないか？菌に死ぬようなプログラムを DNA にロックインする。Programmable Killing of bacteria は2 演題発表があった。

C, 研究結果（放射線防護剤開発に関する研究内容の紹介）

【検討方法】

1. マウス全身被曝モデルとビタミンCの投与効果

マウスに 8Gy(グレイ)以上を全身照射すると、骨髄細胞がアポトーシスを来たし骨髄不全により死に至る。被曝1日後に骨髄移植を行うと骨髄不全が回避出来、マウスは生存し得る。しかし、照射線量を増していくと骨髄の次に腸管上皮が傷害され、腸管不全を来たす。14Gyの全身被曝ではマウスの場合、骨髄不全を来たす他に腸管上皮がアポトーシスに陥り、腸管不全を来たす状態となる。このような状態では被曝1日後に骨髄移植を行っても、これにより骨髄不全は回避出来るものの腸管不全により死に至ってしまう(図1)。

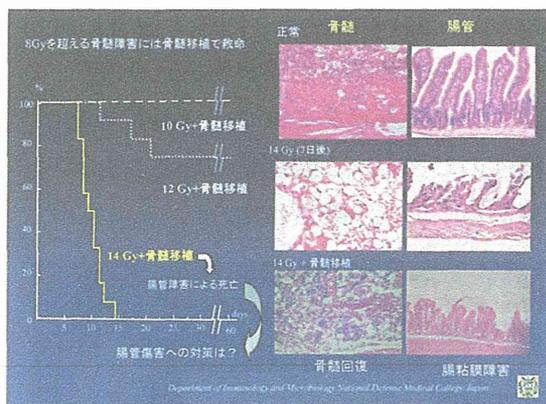


図1 マウスの放射線誘発腸管傷害モデル(14Gy全身照射)

そこでマウスに 14Gy の全身照射を行い、1 日後に骨髄移植を行った。このマウスに対して、放射線照射前の 3 日間にビタミンC (アスコルビン酸) を 150 mg/kg/day 経口投与し、放射線誘発腸管傷害へ与える影響を検討した。比較としてビタミンC の照射前投与のみで骨髄移植を行わなかった群、ビタミンC の照射後 3 日間投与と骨髄移植を行った群を作製し比べた(図 2)。



図2 実験1のプロトコール

2. 放射線誘発腸管傷害に対する安定化ビタミンC (糖転移ビタミンC) の投与効果

ビタミンC は水溶性であるため、過剰摂取しても尿中に排泄されるため安全性が高い。しかし一方で、水溶状態では容易に失活する難点がある。このため実際の被曝防護には、錠剤のビタミンC を大量に服用す

る必要があり実用化に支障があった。そこで林原研究所が開発した水溶状態でも失活しない糖転移ビタミンC (アスコフレッシュ®) を用いて、その放射線防護効果を前述の大量全身被曝モデルで検討した。すなわちマウスの 14Gy 全身照射モデルで、糖転移ビタミンC であるアスコフレッシュ® をビタミンC 投与量で 150 mg/kg/day を照射前 3 日間経口投与し、照射 1 日後に骨髄移植を行った。

3. より効果的なビタミンC 投与法の開発—腹部照射モデルでの検討—

次にビタミンC の投与レジメを工夫することで、放射線誘発腸管傷害マウスの救命率向上を検討した。骨髄移植を必要としない放射線誘発腸管傷害モデルとして腹部照射モデルを作製した。腹部に 13Gy を照射すると、照射部位以外の胸骨や大腿骨では骨髄傷害が回避されていた。しかし、顕著な腸管傷害が発生し、これによりマウスは死に至った。本モデルにおいてビタミンC の投与方法を工夫することでより効果的なビタミンC の放射線防護効果が得られないか検討した。

4. 被曝後でも有用なビタミンC 療法の開発

これまでは原子力災害等で救出に向かうレスキュー隊員への対策を念頭に研究を行って来た。この視点から、被曝前の予防投与は極めて有用であった。しかし、原子力災害等の被災者への対策としては、被曝前の予防投与は有用でない。そこで、放射線被曝後の放射線傷害防護対策を検討した。残念ながら、腸管傷害を来たす程の高線量

被曝において事後投与のみではビタミンCの放射線防護効果は認められなかった。そこで、7-8Gyの骨髄傷害を来たす程度の放射線被曝モデルで、ビタミンCの事後投与の効果を検討した。放射線被曝後は腸管傷害を来たすため、マウスへのビタミンC投与は腹腔内投与とした。

【検討結果】

1. マウス全身被曝モデルとビタミンCの投与効果

ビタミンCの被曝前3日間の経口投与を被曝1日後の骨髄移植と共に行うことで、致死線量の14Gy全身被曝マウスの40%を救命することに成功した。ビタミンCの投与により腸管傷害が軽減されていた(図3)。一方、ビタミンCの投与のみでは骨髄傷害が軽減されず全例が死亡し、ビタミンCの被曝後投与では腸管傷害が改善せず、骨髄移植を行ってもやはり全例が死亡していた(図3)。

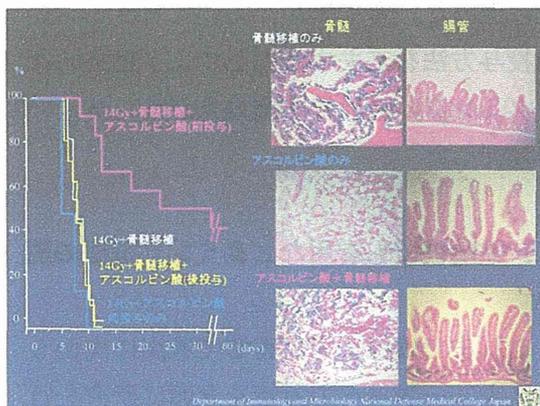


図3 マウス全身被曝モデルでのビタミンC前投与効果

2. 放射線誘発腸管傷害に対する安定化ビタミンC(精転移ビタミンC)の投与効果

14Gyの全身被曝マウスで被曝1日後の骨髄移植と共にアスコフレッシュを3日間被曝前投与すると、通常のビタミンC(ア

スコルビン酸)の前投与と同等の腸管に対する放射線傷害防護効果が得られた(図4)。これによりビタミンCの大量投与時に水溶性のビタミンC製剤を用いることが可能であることが示唆された。

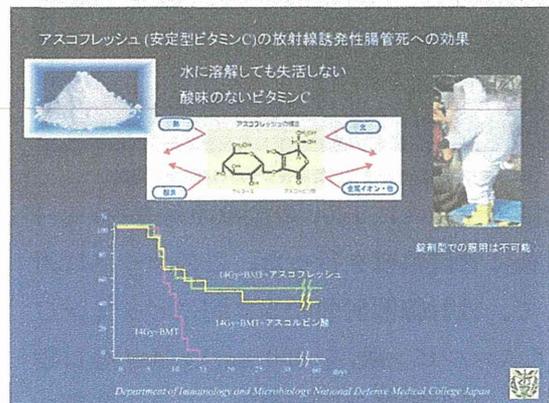


図4 精転移ビタミンC(アスコフレッシュ)の放射線防護効果

3. より効果的なビタミンC投与法の開発—腹部照射モデルでの検討—

放射線照射部位を腹部に局限させるため、特殊な放射線照射装置を作製し、マウスへ13Gyの腹部照射を行った(図5)。次にビタミンC 250 mg/kg/dayの経口



図5 マウスの腹部照射装置

投与を被曝前3日間行ったが(Plan I)、生存率は20%と低かった。ビタミンC 250 mg/kgを照射8時間前に bolus 経口投与しても生存率は20%で(Plan II)、3日間経口投与に bolous 投与を加えても生存率は同様に20%であった(Plan III)。ビタミンCを照射後に7日間経口投与しても全く効果はなかったが(0% survival)(Plan IV)、ビタミンC投与を照射前3日間から照射後7日間へと続けて行くと生存率が

40%に上がった(Plan V)。さらにここで先程の照射8時間前の bolus 投与を加えると生存率が100%へと飛躍的に向上した(Plan VI) (図6)。bolus 投与により腸管組織中のビタミンC濃度は顕著に向上していた。

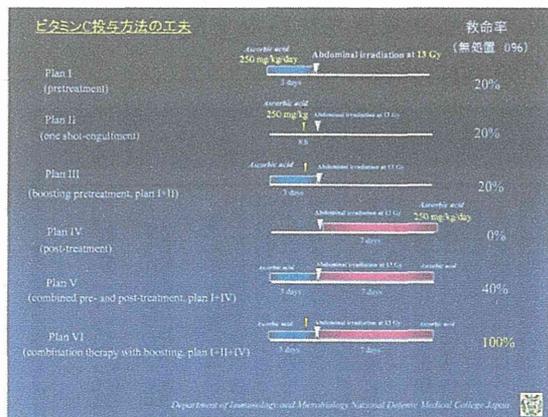


図6 腹部照射モデルでのビタミンC投与方法の工夫と放射線防護効果

4. 被曝後でも有用なビタミンC療法の開発

マウスの8Gy 全身照射では、骨髄傷害により全例死亡する。照射30分前にビタミンCを3 g/kg 腹腔内投与すると、70%の生存率が得られた。興味深いことに被曝後30分後にビタミンCを同量投与しても20%の生存率が得られた(図7)。この時のビタミンC

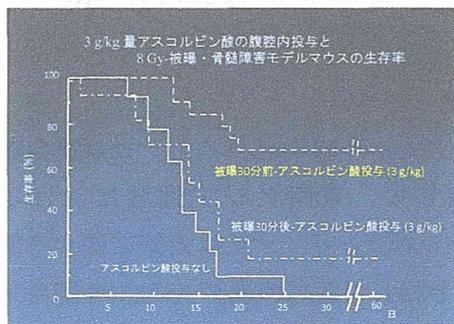


図7 ビタミンCの被曝後投与での効果

の事後投与において、骨髄細胞への放射線傷害軽減効果が認められた(図8)。



図8 ビタミンC被曝後投与での骨髄傷害軽減効果

マウスへの7.5Gyの全身照射では、過半数が骨髄傷害で死に至ったが、ビタミンC 3 g/kgの事後投与で80%以上が救命できることが分かった。そこで事後投与が被曝後何時間まで可能であるかを検討したところ、被曝後24時間後でもビタミンCの放射線傷害防護効果が認められた。しかし、これ以上被曝後時間が経過すると効果が消失していた(図9)。

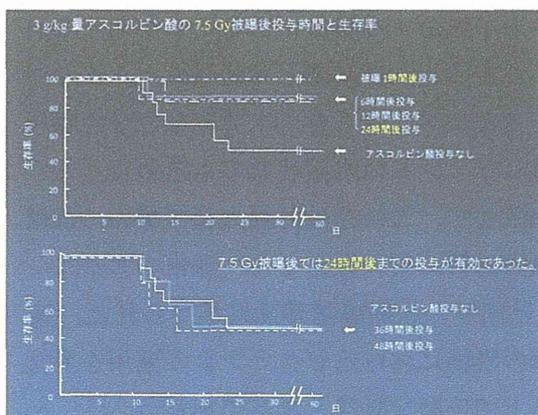


図9 被曝後、ビタミンC投与までの時間と放射線防護効果

3 g/kgのビタミンCの投与量は、ヒトへ

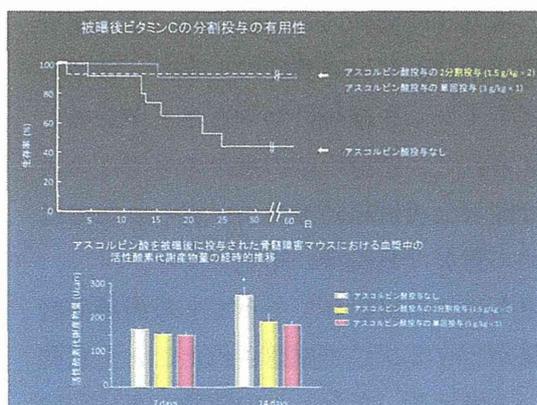


図10 ビタミンCの被曝後投与における分割投与の効果

の投与を考えると大量である。そこで、分割投与により1回投与量を減らせないかを検討した。すなわち、被曝1時間後と24時間後にビタミンCを1.5 g/kgずつ分割投与に放射線防護効果を検討した。その結果、顕著な放射線防護効果が得られ、血中の活性酸素代謝産物の上昇も単回大量投与の場合と同様に有意に抑えられていた(図10)。

D. 検討に関する考察

マウスにおける検討で、ビタミンCの予防投与は放射線大量被曝時の腸管傷害に有用であることが示唆された。しかしながら、ビタミンCは水溶状態で容易に抗酸化作用が失活する特性があることから、これに対する工夫が必要と考えられた。グルコースとビタミンCを1:1で結合させた糖転移ビタミンCは水溶状態でも抗酸化作用が失活せず、これを放射線大量被曝時の腸管傷害対策に用いたところ、通常のビタミンCと同等の放射線防護効果が得られた。実際の現場におけるビタミンCの運用を考える上で重要な知見となるであろう。

また、ビタミンCの投与レジメを工夫することで、全例致死であった放射線被曝マウスを全例救命することが出来た。これには、被曝8時間前のbolus投与による腸管組織でのビタミンC濃度の上昇と、被曝後もビタミンCを継続投与することが重要と考えられた。抗酸化剤の投与のみでこのような顕著な放射線防護効果が得られたのは極めて重要な意義深い知見である。

さらに、事後投与であっても放射線防護効果がビタミンCで確認されたことも意義深いと考える。ただしこの防護効果は限定

的で骨髄傷害においてのみ有効であった。しかし被曝1日後であってもビタミンCを投与することで放射線傷害に対する防護効果が得られたことは、今後の原子力災害における被災者の被曝防護対策を考える上で極めて重要な知見であり、社会的にも本研究結果が新聞報道されるなど関心が高いことが窺われた(図11)。

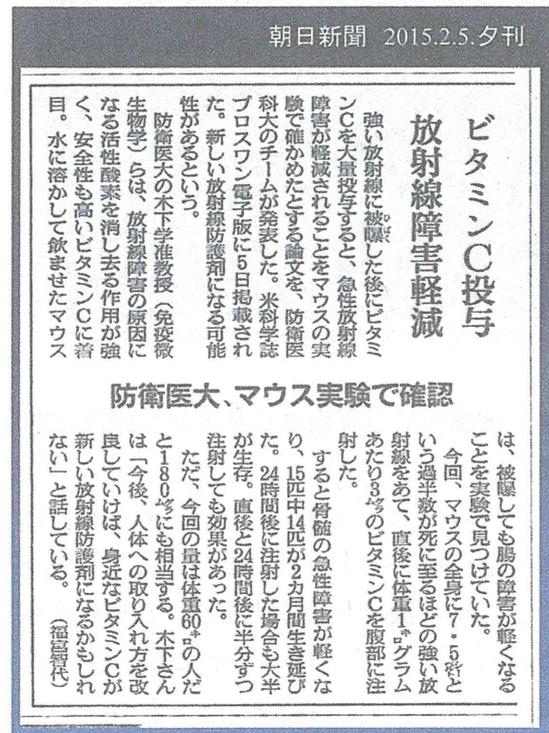


図11 ビタミンC研究の紹介記事

E. 結論

●アジア太平洋感染症バイオテロ対策会議に参加して、東南アジア地域におけるpandemic対策とバイオテロ対策に関する情報共有と相互の意思疎通がASEAN各国や米国と図ることができた。今後は、ここで得られた情報ネットワークを活かし、より有効な健康危機管理対策やバイオテロリズム対策に資する情報共有基盤の整備が期待される。また、生物化学防護に関する科学技術会

議に参加して、生物化学兵器に関する脅威は、本当に米国が直面している直近に解決すべき重要課題なのだろうかという率直な疑問が浮かび上がった。この脅威は本当に米国社会を根底から不安に陥れるものであろうか。生物兵器による攻撃は高度な専門知識を有する集団によってのみ行えるもので、テロリストが行うには労力の割に効果が少ないのではないか。その点では費用対効果が大きい IED や少なくとも化学テロを行うのではと予想され、脅威は軽減されているのではないか。これが今回の学会で感じた米国のスタンスだった。ただ、テロは最も予期しない時期に最も予期しない手段で仕掛けられるものであり、決して準備を怠ってはいけなさと考える。かつて CBRN 対処の一環としてエボラ対策に巨額の投資をしワクチンを開発していた米陸軍感染症研究所 (USAMRIID) が、今回のエボラアウトブレイクに際して速やかに ZMapp を感染地域に送り出したということからも、CBRN 攻撃への準備の重要性が言えるのではないだろうか。

●放射線防護剤開発に関する研究では以下のことが結論付けられた。

1. ビタミン C の被曝前 3 日間経口投与 (150 mg/kg/day) で、致死性の放射線誘発腸管傷害 (全身照射 14Gy, 骨髄移植) を生存率 40% まで救命することが出来た。
2. また、糖転移ビタミン C の投与でも同等の放射線防護効果が得られた。
3. ビタミン C の被曝前 3 日間経口投与 (250 mg/kg/day)、8 時間前の bolus 経口投与 (250 mg/kg)、被曝後 7 日間の経口投与 (250 mg/kg/day) で致死性の放射線誘発腸管傷害 (腹部照射 13Gy) を 100% 救命する

ことが出来た。

4. ビタミン C の被曝後腹腔内投与 (3 g/kg) で放射線誘発骨髄傷害 (全身照射 7.5Gy, 47% 生存) を改善出来た (93% 生存)。本効果は被曝後 24 時間後の投与でも有効であり、また被曝直後と被曝 24 時間後の 1.5 g/kg ずつの分割投与でも有効であった。
5. このようにビタミン C は安全で、かつ優れた放射線防護効果が実験的に認められ、将来的に原子力災害やテロ対処に有用となることが期待された。

F. 健康危険情報

なし。

G. 研究発表

原著

1. Hinoki A, Saito A, Kinoshita M, Yamamoto J, Saitoh D, Takeoka S. Poly lactic acid nanosheet prevents postoperative intestinal adhesion but does not affect bacterial propagation in mice. Br. J. Surg. (in press) IF=5.542
2. Hagiwara K, Kinoshita M, Miyawaki H, Sato S, Miyazaki H, Takeoka S, Suzuki H, Iwaya K, Seki S, Shono S, Saitoh D, Nishida Y, Handa M. Fibrinogen γ -chain peptide-coated, ADP-encapsulated liposomes rescue mice from lethal blast lung injury via adenosine signaling. Crit. Care Med. (in press). IF=6.312
3. Miyawaki H, Saitoh D, Hagiwara K, Noguchi M, Sato S, Kinoshita M,

- Miyazaki H, Satoh Y, Harada N, Sakamoto T. Catecholamine vasomotive effect rescue mice with blast lung injury caused by laser-induced shock wave in super acute phase. *Int Care Med Exp* (in press)
4. Zulaziz N, Azhim A, Himeno N, Tanaka M, Satoh Y, Kinoshita M, Miyazaki H, Saitoh D, Shinomiya N, Morimoto Y. Photodynamic therapy mediates innate immune responses via fibroblast-macrophage interactions. *Hum. Cell* 28; 159-66, 2015 IF=1.405
 5. Hashimoto M, Taguchi K, Ogaki S, Watanabe H, Kinoshita M, Nishikawa K, Takeoka S, Ikeda Y, Handa M, Otagiri M, Maruyama T. Pharmacokinetic properties of single and repeated injection of liposomal platelet substitute in a rat model of red blood cell transfusion-induced dilutional thrombocytopenia. *J. Pharm. Sci.* 104; 3968-3976, 2015 IF=2.59
 6. Ito K, Saito A, Fujie T, Miyazaki H, Kinoshita M, Saitoh D, Ohtsubo S, Takeoka S. Sustainable antimicrobial effect of silver sulfadiazine-loaded nanosheets on infection in a mouse model of partial-thickness burn injury. *Acta Biomaterialia* 24; 87-95, 2015 IF=5.684
 7. Miyazaki H, Kinoshita M, Ono S, Seki S, Saitoh D. Burn-evoked reactive oxygen species immediately after injury are crucial to restore the neutrophil function against postburn infection in mice. *Shock* 44; 252-7, 2015. IF=3.203, doi: 10.1097/SHK.0000000000000404.
 8. Yoshida K, Tsujimoto H, Matsumura K, Kinoshita M, Takahata R, Matsumoto Y, Hiraki S, Ono S, Seki S, Yamamoto J, Hase K. CD47 is an adverse prognostic factor and a therapeutic target in gastric cancer. *Cancer Medicine* 4; 1322-1333, 2015
 9. Ito K, Saito A, Fujie T, Miyazaki H, Kinoshita M, Saitoh D, Ohtsubo S, Takeoka S. Development of a ubiquitously transferrable silver-nanoparticles-loaded polymer nanosheet as an antimicrobial coating. *J. Biomed. Mater. Res. Part B.* (in press) IF= 2.328
 10. Nishikawa K, Iwaya K, Kinoshita M, Fujiwara Y, Akao M, Sonoda M, Thirupathi S, Suzuki T, Hiroi S, Seki S, Sakamoto T. Resveratrol increases CD68⁺ Kupffer cells co-localized with adipose differentiation-related protein (ADFP) and ameliorates high-fat-diet-induced fatty liver in mice. *Mol. Nutr. Food Res.* 59; 1155-1170, 2015 IF= 4.909

11. Sato T, Kinoshita M, Yamamoto T, Ito M, Nishida T, Takeuchi M, Saitoh D, Seki S, Mukai Y. Treatment of irradiated mice with high-dose ascorbic acid reduced lethality. PLoS ONE 10: e0117020, 2015. IF= 3.534, doi: 10.1371/journal.pone.0117020.
12. Maeda H, Hirata K, Watanabe H, Ishima Y, Chuang VTG, Taguchi K, Inatsu A, Kinoshita M, Tanaka M, Sasaki Y, Otagiri M, Maruyama T. Polythiol-containing, recombinant mannosylated-albumin is a superior CD68⁺/CD206⁺ Kupffer cell-targeted nano-antioxidant for the treatment of two acute hepatitis models. J. Pharmacol. Exp. Ther. 352; 244-257, 2015. IF=3.855, doi: 10.1124/jpet.114.219493.
13. Hagiwara K, Nishikawa K, Yanagawa R, Kinoshita M, Doi M, Suzuki H, Iwaya K, Saitoh D, Seki S, Takeoka S, Handa M, Nishida Y. Treatment with fibrinogen γ -chain peptide-coated, ADP-encapsulated liposomes as an infusible haemostatic agent against active liver bleeding in acute thrombocytopenic rabbits. Transfusion 55; 314-325, 2015. IF=3.526
14. Sato A, Nakashima H, Nakashima M, Ikarashi M, Nishiyama K, Kinoshita M, Seki S: Involvement of the TNF and FasL produced by CD11b Kupffer cells/macrophages in CCl₄-induced acute hepatic injury. PLoS ONE 9: e92515, 2014 IF= 3.534
15. Ito Y, Kinoshita M, Yamamoto T, Sato T, Obara T, Saitoh D, Seki S, Takahashi Y. A combination of pre- and post-exposure ascorbic acid rescues mice from radiation-induced lethal gastrointestinal damage. Int. J. Mol. Sci. 14; 19618-35, 2014. IF=2.464
16. Ikarashi M, Nakashima H, Kinoshita M, Sato A, Nakashima M, Miyazaki H, Nishiyama K, Yamamoto J, Seki S. Distinct development and functions of resident and recruited liver Kupffer cells/macrophages. J. Leukocyte Biol. 94; 1325-36, 2013. IF=4.568
17. Takigawa T, Miyazaki H, Kinoshita M, Kawarabayashi N, Nishiyama K, Hatsuse K, Ono S, Saitoh D, Seki S, Yamamoto J. Glucocorticoid receptor-dependent immunomodulatory effect of ursodeoxycholic acid on liver lymphocytes in mice. Am J Physiol-Gastr L 305; G427-38, 2013. IF=3.694
18. Hagiwara K, Saito A, Kinoshita M, Fujie T, Otani N, Shono S, Park YK, Takeoka S: Effective control of massive venous bleeding by "multi-overlapping therapy"

- using polysaccharide nanosheets in rabbit inferior vena cava injury model. *J. Vasc. Surg: Venous and Lymphatic Disorders.* 1; 289-297, 2013 IF=3.153
19. Maemura T, Shin M, Kinoshita M: Tissue Engineering of the Stomach. *J Surg Res* 183: 285-295, 2013. IF=2.239
 20. Kinoshita M, Miyazaki H, Ono S, Seki S: Immunoenhancing therapy with interleukin-18 against bacterial infection in immunocompromised hosts after severe surgical stress. *J. Leukocyte. Biol.* 93; 689-698, 2013. IF=4.992
 21. Sato A, Nakashima H, Kinoshita M, Nakashima M, Ogawa Y, Shono S, Ikarashi M, Seki S: The effect of synthetic C-reactive protein on the in vitro immune response of human PBMCs stimulated with bacterial reagents. *Inflammation* 36; 781-792, 2013. IF=2.457
 22. Tanaka M, Mroz P, Dai T, Huang L, Morimoto Y, Kinoshita M, Yoshihara Y, Shinomiya N, Seki S, Nemoto K, Hamblin M. Linezolid and vancomycin decrease the therapeutic effect of methylene blue-photodynamic therapy in a mouse model of MRSA bacterial arthritis. *Photochem. Photobiol.* 89;679-682, 2013. IF=2.287
 23. Ono S, Kimura A, Hiraki S, Takahata R, Tsujimoto H, Kinoshita M, Miyazaki H, Yamamoto J, Hase K, Saitoh D. Removal of increased circulating CD4+CD25+Foxp3+ regulatory T cells in patients with septic shock using hemoperfusion with polymyxin B-immobilized fibers. *Surgery* 153: 262-271, 2013. IF=3.103
 24. Aoki S, Kinoshita M, Miyazaki H, Saito A, Fujie T, Iwaya K, Takeoka S, Saitoh D. Application of poly-L-lactic acid nanosheet as a material for wound dressing. *Plast Reconstr Surg.* 131; 236-240, 2013. IF=3.382
 25. Nakashima H, Ogawa Y, Shono S, Kinoshita M, Nakashima M, Sato A, Ikarashi M, Seki S: Activation of CD11b⁺ Kupffer cells/macrophages as a common cause for exacerbation of TNF/ Fas-ligand-dependent hepatitis in hypercholesterolemic mice. *PLoS ONE* 8; e49339, 2013 IF=3.730
 26. Okamura, Y., Kabata, K., Kinoshita, M., Miyazaki H, Saito A, Fujie T, Ohtsubo S, Saitoh, D., and Takeoka, S. Fragmentation of Poly(lactic acid) Nanosheets and Their Patchwork Treatment for Burn Wounds. *Adv. Mater.* 25; 545-551, 2013. IF=13.877
 27. Otani N, Kinoshita M, Fujie T, Saito A, Takeoka S, Saitoh D, Hagisawa K, Nawashiro H, Shima K.

Novel therapeutic usage of polysaccharide nanosheets for aracinoid plasty and reinforcement of venous tensile strength in rat microneurosurgery. *J. Clin. Neurosci.* 20; 301-305, 2013
IF=1.247

総説

1. Seki S, Nakashima H, Kinoshita M, The Liver as a Pivotal Innate Immune Organ., 2012, *Immuno-gastroenterology* 1; 76-892.
2. 木下 学, プロカルシトニン, 2012, *外科と代謝・栄養*, 46: 15-18
3. 田中優砂光, 吉原愛雄, 守本祐司, 木下 学, 光線力学療法(PDT)を用いた骨関節手術後感染の予防戦略, 2012, *整形・災害外科*, 55: 75-79
4. 田中優砂光, 守本祐司, 木下 学, 光線力学療法(PDT)の局所感染症への応用—化膿性関節炎モデルを用いた実験的研究—, 2012, *防衛医科大学校雑誌*, 37; 243-256, 防衛医科大学校学術集会賞受賞記念論文.
5. 田中優砂光, 木下 学, 吉原愛雄, 光線力学療法(PDT)の生体防御能賦活効果—局所細菌感染症の治療への応用—, 2012, *光クライアンス*, 5; 42-45
6. 木下 学, 野上弥志郎, 庄野 聡, 人工血小板や人工赤血球を用いた出血性ショック治療, 2012, *侵襲と免疫*. 21; 48-52
7. 西山靖将, 木下 学, 染田英利, 危機管理の視点からみた輸血用血液準備の重要性と人工血液の開発, 2012, *人工血液* 20; 58-64
8. Maemura T, Shin M, Kinoshita M, Tissue Engineering of the Stomach., 2013, *J. Surg. Res.*, 183; 285-295, IF: 2.121
9. Kinoshita M, Miyazaki H, Ono S, Immunoenhancing therapy with interleukin-18 against bacterial infection in immunocompromised hosts after severe surgical stress., 2013, *J. Leukocyte. Biol.* 93; 689-698, IF: 4.304, *most accessed papers in the last six months since publication*,
10. 萩沢康介, 木下 学, 西川可穂子, ナノ粒子による外傷性大量出血の止血治療, 2013, *BIO INDUSTRY*, 30: 3-9
11. 西川可穂子, 萩沢康介, 柳川練平, 木下 学, 人工血小板 H12 (ADP) リポソームを用いた急性血小板減少病態への止血・救命対策, *人工血液*, 21: 60-67
12. 小野 聡, 平木修一, 辻本広紀, 木下 学, 外科侵襲による immunoparalysis とその制御, 2013, *侵襲と免疫*, 22; 7-18
13. 木下 学, 人工赤血球、人工血小板の臨床応用, 2014, *Anet*, 18: 14-17
14. 木下 学, 放射線被曝時の Intestinal Failure とその対策, 2014, *消化と吸収*, 36: 341-347
15. 西山靖将, 木下 学, 染田英利, 軍事史に学ぶ輸血用血液の重要性と人工血液への期待, 2014, *防衛衛生*, 61: 45-56
16. Seki S, Ikarashi M, Kinoshita M, New Findings about Liver Kupffer cells/Macrophages, B cells and

their functions., 2014, J. Hepat

Res. 1: 1-3

報告書

1. アジア太平洋感染症バイオテロ対策会議に関する報告書(防衛省、厚労省関係機関に配布)。
2. CBT S&T 2015 生物化学防護に関する科学技術会議報告書(防衛省、厚労省関係機関に配布)。

2. 学会発表

1. 木下学、山本哲生、斎藤大蔵、関修司:
放射線防護剤としての新規安定型ビタミンC製剤の開発. 第20回日本集団災害医学会総会. 2015. 2. 27.

H. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得
なし。
2. 実用新案登録
なし。
3. その他
とくになし。

分担研究報告

「爆弾テロ」

研究分担者 徳野 慎一

(防衛医科大学校 防衛医学講座 講師)

爆弾テロ

研究分担者 徳野慎一

防衛医科大学校 防衛医学講座 講師

研究要旨

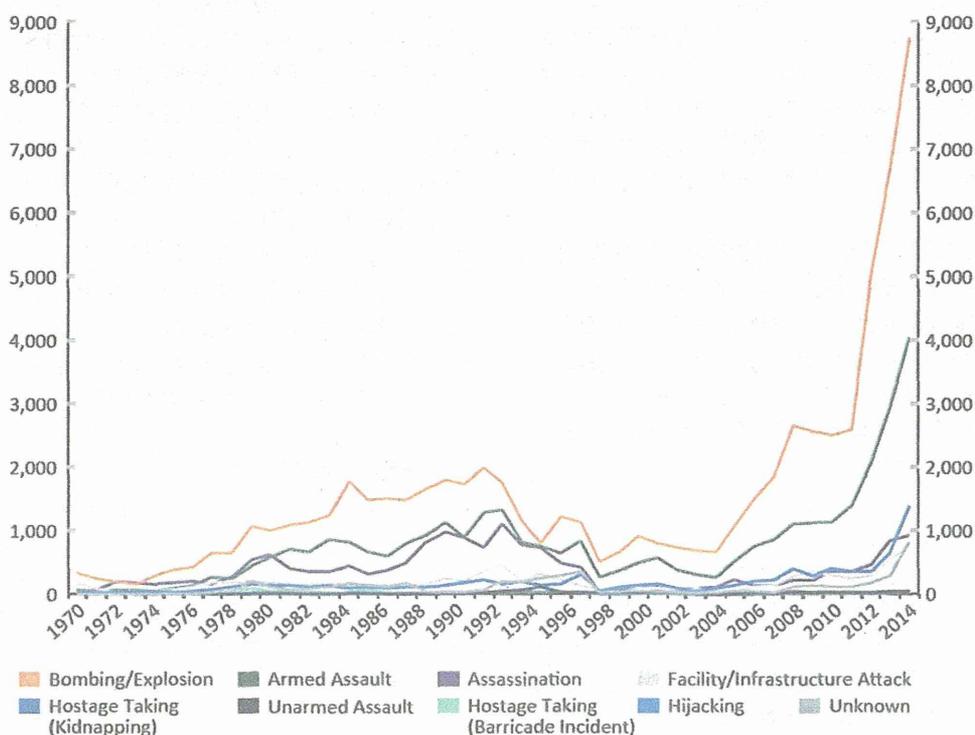
爆弾テロあるいは爆発事故対処における基礎研究、過去・最近の事例について調査しその教訓や課題あるいは提言をまとめ、本邦における爆弾テロ対応への応用を検討した。爆弾テロ・爆発事故対応において以下のような共通の課題が認められた。対応初期のコミュニケーションの確立、指揮・統制が確立するまでの対応方法、安全の確保の時期、オーバートリアージをどこまで許容するか、各機関の情報の共有、一般市場に出回っている薬品等による爆発物の作成の蔓延、原料等なりうる製品販売の規制の限界、各機関の情報の共有、小規模の爆破テロでも死亡者はでる、防ぎえた死を出さないために、爆傷治療の普及が必要である。

A. 研究目的

2013 年は、4 月にボストン・マラソン爆発事件が、8 月に福知山花火大会露店爆発事故が発生し、多くの市民が負傷したり亡

くなったりした。12月にロシアのヴォルゴグラードの駅およびバスの連続爆破テロ、などが相次いで起こっている。

2014 年にも、2月にタイ各地の反政府爆



破テロ、5月以降にナイジェリアで連続爆弾テロが発生した。他にも、4月にパキスタン、5月に中国ウイグル自治区などで爆弾テロが発生し、イスラム国を名乗るグループによる爆弾テロがイラク・シリアを中心に世界各地で発生している。

2015年にも、8月タイのバンコクで爆発事件が、9月にはタイのタイ南部・ナラティワット県内の4か所で爆弾テロが相次いだ。11月にはエジプトを発ったロシア航空機が爆破された。また、フランスでは自爆テロを含むパリ同時多発テロが発生し、首都はさながら戦場と化した。

2016年に入って、1月にインドネシアのジャカルタで、トルコのイスタンブールでと爆弾テロが相次ぎ、3月にはベルギーのブリュッセルで連続爆破テロが発生した。

The University of Maryland の National Consortium for the Study of Terrorism and Responses to Terrorism (START)によると、湾岸戦争後に一時抑制されたテロ事案がイラク戦争後が再燃し、2014年には爆弾テロだけでも9000件/年に迫っている。また、発生地域もこれまでは中東中心であったものが、東南アジアやヨーロッパへと拡大している。

2020年には東京オリンピックが開催され、安全な国「日本」を実現するためには、万が一の時に備えて対応できる体制を整えておかなければならない。そのためには、爆傷のメカニズムを解明し、治療法を確立するとともに、それを広く普及し、医療全体がシステムとして対応できる体制づくりが不可欠である。

本研究では、爆傷の基礎的研究の現状を調査し新しい治療法の可能性を探るとともに、過去の爆弾テロの事例から教訓や課題、あるいは提言をまとめ、爆弾テロ対応における情報共有のあり方を検討する。また、得られた知見を学会発表や論文等で広く普及することを目的とする。

B. 研究方法

初年度は、防衛省等で実施されている爆傷に関する基礎的研究を調査し、治療法につながる新たな知見を整理した。また、欧米を中心に爆弾テロや爆発事故への対応について調査し、その教訓や課題あるいは提言

をまとめ、本邦における爆弾テロへの応用を検討した。その際、国内の爆弾テロの事例として1974年に起こった三菱重工ビル爆破事件を取り上げた。

次年度は、2014年10月28-30日にニューヨークのLong Islandで行われた、「7th CBRNe Convergence 2014」に参加し、米国の最新動向を調査した。

最終年度は、本邦でもっとも蓋然性が高いと考えられる小規模爆弾の殺傷能力に関して検討した。検討の対象として、オウム真理教が引き起こした1995年の東京都庁小包爆弾事件を選んだ。

これらの知見を広く普及する場、および情報収集の場として研究会を開催した。また学生有志による勉強会等で講演を行った。

C. 研究結果

1. 基礎的研究の現状

防衛医科大学校を中心に多くの爆傷に関する研究が実施されており、新たな知見が得られている。分担研究者(徳野)自身も衝撃波が人体に及ぼす影響について物理学的側面からの研究を進めており世界軍医学会および爆傷研究会において発表した。

現在の基礎的研究者の関心は爆発衝撃波による外傷性脳損傷に向いておりそのメカニズムの解明が進んでいる。

一例としては衝撃波によって脳内の脱文局がおり、そのため虚血や低酸素が発生することや、胸部に衝撃波を受けたことにより、頭部に衝撃波を受けなくても行動異常等が起こると言うような知見が得られている。また、治療に直結する研究としては人工血小板を予防投与することで胸部爆傷の致死率を低下させることができたとの報告がある。また、分担研究者(徳野)は衝撃波による肺胞崩壊の物理的メカニズムの解明や衝撃波の頭蓋内伝播をコンピューター上でシミュレートする研究を実施している。

2. 過去の事例検討

ア. オクラホマシティ連邦政府ビル爆破事件

After Action Report: Alfred P. Murrah Federal Building Bombingでは、「多数の地方、州および連邦政府機関が即座に対応し、当初数時間は異なる3か所のインシデントコマンドポスト(ICP)、各機関を代表

する多くのモバイルコマンドポスト (MCP) が展開し、総合危機管理システム (IEMS) およびインシデントコマンドシステム (ICS) が急性期には弱体化した。」と記されている。

医療サイドがまとめた報告では以下の9点が課題として挙げられている。

1. サイトとの通信途絶
2. 現場での医療支援の調整の欠落
3. 患者の規制には明確に定義された地点や場所がなかった
4. 現場に複数の救護所が異なるグループによって設立されたが、それらの間に情報共有や協調はなかった。
5. 多くのボランティアとボランティアのグループが呼ばれたが、必要な数や活動地域は不明だった。
6. 一部のボランティアは遠方から来たにもかかわらず、彼らのサービスは必要とされなかった。
7. 非常に多くのグループが保管や流通が問題となるような食事を提供した。
8. 爆発後直ちにデータ収集を開始したが、事件に関連するすべての患者を同定することがいくつかの病院では困難であった。
9. 消耗品として既に登録されているものを要求したりしないように、要求されたアイテムを得ることができる中央の場所があるべきである。

イ. 米国同時多発テロ

非常に多くのレポートが存在し、全てを包括することは困難であるが、代表的なものとして、The 9/11 Commission Report は、「ニューヨーク市とバージニア州北部の異なる状況を考えると、両方のサイトで発生した指揮・統制、および通信で起こった問題は、おそらく同じような規模の任意の緊急事態に再発すると考えられる。第一対応者が可能な限り状況を把握し、協調して対応できるようにすることである…全国の緊急対応機関は、インシデントコマンドシステム (ICS) を採用すべきである。複数の機関又は複数の管轄区域が関与する場合、それらは、統一されたコマンドを採用すべきである。どちらも、緊急対応のための実証済みのフレームワークである。」と結論付け

ている。

ウ. マドリード列車爆破テロ

事件後、早期の報告では、以下のように評価している。

- 迅速な EMS の対応と搬送があったが、オーバートリアージ、搬送の偏在、コミュニケーションの困難さがあった。
- 初期の時間帯では、最寄りの病院のサイズとリソースが、全体的な応答の妥当性を決定した。

de Ceballos, J. Peral Gutierrez, et al. Casualties treated at the closest hospital in the Madrid, March 11, terrorist bombings. *Critical care medicine* 33.1 (2005): S107-S112.

エ. ロンドン地下鉄爆破テロ

Aylwin, Christopher J らは以下のように報告している。

急性期の死亡率は迅速で高度な大事故災害対応によって減少し、オーバートリアージとは無関係のようであった。

病院の外科対応能力は、繰り返し有効なトリアージを行い、病院全体がダメージコントロールの考え方をもち、検査を最小限に維持し、迅速に患者を根本治療へと移すことによって維持することができる。

Aylwin, Christopher J., et al. "Reduction in critical mortality in urban mass casualty incidents: analysis of triage, surge, and resource use after the London bombings on July 7, 2005." *The Lancet* 368.9554 (2007): 2219-2225.

オ. 三菱重工爆破事件

東京消防庁の資料によると、当時の救急隊は以下のように活動したとされる。

- 路上の負傷者については、主に先着救急隊および警視庁の車両により医療機関に搬送された。
- 建物内の負傷者については、特別救助隊および第1、第2出場の消防隊により救急車へ搬出救護された。
- 建物内の負傷者には、建物内の診療所で初療後、症状により救急車で転院搬送されたものもいた。
- 現場救護所を2か所に設置し、特別救助隊等により救出救護されたものの初療および症状による区分後、救急車搬送した。(トリアージ)

その結果、30 隊の救急隊により 106 名が近

隣 29 病院に搬送された。その際、非常に効率的に重傷者を分散搬送しており、救命率の向上に寄与したと考えられる。

カ. 福知山花火大会露店爆発事故

事故現場の近隣には救急センターは 1 箇所しかなく、全ての傷病者はそこに搬送された。会場には、市消防本部と地元消防団の計 128 人がおり、要員としては十分だったため、当初、多数傷者への対応の原則に従い一部負傷者にトリアージを始めた。しかしながら、大混乱に加え河川敷に十分な空間がないことから、現場でのトリアージは困難と判断し、現場でトリアージすることなく、先ず病院に搬送し、搬送先の病院でトリアージを実施することにした。事故後約 70 分で 2 台の救急車と 1 台の大型バスで 45 名の傷者を搬送した。一旦収容した病院においてトリアージを実施し、応急処置後、重傷者は県外を含む救急センター (3 府県の 8 病院) へ分散搬送を実施した。全ての重症患者のそれぞれの病院への搬送が終了したのは事故発生後 5 時間後であった。

県外への分散搬送の仕組みは、事前にシステムとして構築されたものではなく、DMAT を中心に兵庫県災害医療センターが調整し実施した。

キ. ボストン・マラソン爆発事件

現在、各方面から多くのレポートが報告されつつある。

250 名を超える傷病者が円滑にしない 6 ヶ所のトラウマセンターに搬送され、病院でも適切な対応がなされたことは賞賛に値する。

本マラソンは歴史的なイベントでボストンでは十分な計画の下、訓練を重ねてきた。まさに、爆弾テロも訓練のシナリオに含まれており、対応は計画通りに進められたと言える。また、イベントのために準備された医療資源も膨大なものであり、医療資源が対応に不足することはなかった。

また、ボストンでは災害対応のための施設の充実化が図られており、インフォメーションセンター等の整備が行われている。

その一方でいくつかの幸運が重なったことも事実である。例えば、

- 事件が大型の医療テントと多数の救急

車が配備されたゴール近くで起こったこと。

- 発生時刻が午後 3 時前であり、各病院は勤務交代のためスタッフの数に恵まれたこと。
- 爆弾が地面に設置されており、負傷者の多くが下肢の負傷であったことにくわえ、医療対応者のなかにイラクやアフガニスタンでの従軍経験のあるものが含まれており、ターケットによる一次止血を周囲に指導した。

などである。

米国と日本とでは医療システムが異なり、一概に同様の方法を持ち込むことは困難である。例えば、救急センターは全ての患者を受け入れなければならないと法律で定められており、その結果、各病院ではオーバーフローした際の患者対応のためサージカルキャパシティーエリアをもつなどの対応を日常的に行っている。

今回、災害モードに入った際に救急での受入がスムーズであったのはこうした経験によるところが大きい。

本件については引き続き調査を実施中である。

3. 米国の最新動向：ホームメイド爆弾 (7th CBRNe Convergence 2014)

3 日間の内、まる 1 日をかけて手製爆弾に関するワークショップ実施された。二様は、爆発物に関する一般的な講義の後に、デモンストレーションがあった。

講義の内容は、特に新しい情報等はなく、近年の脅威としていわゆる homemade bombs の問題があると説明。こうした、ホームセンターやドラッグストアで購入可能な商品の規制やトラッキングが必要とされた。しかしながら、現状ではインターネット等で簡単に購入でき、グループによる分散購入等により追跡は非常に困難との指摘も。

さらに、問題なのがインターネットによる製造法の拡散である。ページの削除等に心がけているが、毎日のようにレシピが公開され、動画サイトに製造過程が投稿されるという、いたちごっこが続いている。

デモンストレーションでは、ホームセンターやインターネットで調達した材料で製造 (一部の爆薬は、目の前で合成) した ANFO,

表1.爆発物の主な材料と入手先

ANFO	硝酸アンモニウム 油(ナフサ)	肥料、瞬間冷却材 工具用燃料、ライター用オイル
TATP	過酸化水素 (30%) アセトン 硫酸 (または塩酸) <レモンジュースで代用の事例も>	試薬 (30%)、漂白剤 (5%)、医薬品 (3%) 試薬、有機溶剤、化粧品 (除光液) 試薬、バッテリー、(トイレ洗浄剤)
HMTD	ヘキサメチレンテトラミン (ウロトロピン、ヘキサミン) 過酸化水素水 クエン酸	試薬、固形燃料、利尿剤 試薬、漂白剤、医薬品 試薬、調味料、洗剤
RDX	硝酸 ヘキサメチレンテトラミン (ウロトロピン、ヘキサミン)	試薬 試薬、固形燃料、利尿剤
テルミット	アルミ 酸化鉄 マグネシウムリボン	試薬、硬貨、空き缶 試薬、使い捨てカイロ、スチールたわし 試薬
ナパーム	油(ナフサ) ナパーム剤 (発泡スチレンとガソリンで代用可)	工具用燃料、ライター用オイル 粉石けんで代用
硝酸尿素	尿素 硝酸	肥料 試薬

TATP, RDX, テルミット, ナパーム等を実際に爆破させその威力を展示していた。

4. 小規模爆弾の被害シミュレーション

東京都庁小包爆弾事件の概要は、単行本の中に仕掛けられた爆薬 (RDX) が、本を開いたときに爆発し、男性 1 名が指を切断するという大怪我を負ったというものである。

本検証では、至近距離における小型の爆弾で人を死亡させるためにはどの程度の火薬が必要かを検証した。

爆傷には 1 次爆傷から 4 次爆傷までであるが、ここでは直接的に死に至らしめる 1 次爆傷 (爆発衝撃波による直接被害) を検証した。

距離が 30cm~1m の場合、爆薬の爆発による正圧継続時間は 1ms 以下であり、過去の米軍の研究では、生存率 1% となる圧は 250psi (17.6 kgf/cm²)、生存率 50% となる圧は 190psi (13.4 kgf/cm²)、肺に損傷を来たす圧は 55psi (3.9 kgf/cm²) と報告されている。参考までに、距離が数十m の場合、爆薬の爆発による正圧継続時間は 10ms 以下であり、生存率 1% となる圧は 70psi (4.9 kgf/cm²)、生存率 50% となる圧は 55psi (3.9 kgf/cm²)、肺に損傷を来たす圧は 15psi (1.1 kgf/cm²) となり、大型の爆弾が必要である。

Hopkinson-Cranz のスケール則により、爆発衝撃波の圧は換算距離によって求められる。

表2.手製爆弾の代表的な使用例

ANFO	オクラホマシティ連邦政府ビル爆破事件
硝酸尿素	世界貿易センタービル爆弾テロ
TATP	ロンドン同時多発テロ
HMTD	ロンドン同時多発テロ
RDX	新宿都庁爆弾事件(オウム真理教) 近年のイスラム系テロ

$P_{so} = 476.2 \times K \cdot 1.40$ (単位: kPa)

ここで、 $K=R/W^{1/3}$: 換算距離 (R, W の単位はそれぞれ m, kg)

R : 爆心からの距離

W : 爆薬量 (TNT 換算)

これにより、

50%の人が圧死する圧力 (13.4kgf/cm²)

を発生させるのに必要な爆薬量は

距離 30cm で RDX189 g

距離 40cm で RDX448 g

距離 50cm で RDX875 g

距離 60cm で RDX1520 g

距離 70cm で RDX2400 g

が必要と考えられた。

ちなみに、偶発的に人が死亡する圧として、人が圧死する圧力の下限 (4.9kgf/cm²)を発生させるのに必要な爆薬量を計算してみると、

距離 30cm で RDX21.6 g

距離 40cm で RDX51.1 g

距離 50cm で RDX99.8 g

距離 60cm で RDX173 g

距離 70cm で RDX274 g

となった。

D. 考察

1. 基礎的研究の現状

基礎的研究が防衛省を中心に行われており、一般的な救急医療分野の研究に及んでいないことは問題である。

しかしながら、少ない研究者の成果ながら新しい知見が散見され、引き続き情報を収集する必要がある。

研究はメカニズムの解明に留まっており、新しい治療法の開発にまでは至っていない。

2. 過去の事例検討

米国での報告を見る限り、テロ対応への資金の投下は莫大である。また、イベントを行う際の事前の計画や準備に費やす資源も日本とは比べ物にならない量が投入されている。

その一方で、いくつかの課題も示されており、そこにはある程度共通の課題が見えてくる。すなわち、

- 対応初期のコミュニケーションの確立
- 指揮・統制が確立するまでの対応方法
- 安全の確保の時期
- オーバートリアージをどこまで許容す

るか？

- 各機関の情報の共有などである。

また、日本の対応が 1974 年の救急医療の黎明期においてトリアージや分散搬送が既に実施されており、今よりも明らかに通信設備等が劣る中、現代に引けをとらない対応がなされていることは特筆すべきである。

加えて、福知山花火大会露店爆発事故における対応は、医療ソースが限られた地域での対応方法に一石を投じるものであり、重症熱傷患者を地域全体で対応する方法は全国でシステム化しておく必要がある。

ボストン・マラソンでは事前によく訓練された機能的なシステムが存在したが、そのシステムを円滑に運営できたのは事前の訓練による顔の見える関係だったとの報告もある。

3. 米国の最新動向：ホームメイド爆弾

日本では平成 21 年に厚労省より「爆発物の原料となり得る化学物質」として 11 種類の化学物質を指定し、爆発物の原料となり得る劇物等の適正な管理等の徹底について通知している。また、爆弾事案の増加に伴い今年になって警察庁より「爆発物の原料となり得る化学物質を販売する事業者に係る管理者対策の徹底について」通達された。しかしながら、肥料を除き製品化された商品への規制はない。

「爆発物の原料となり得る化学物質」

○ 劇物：硫酸 (試薬、バッテリー)、塩酸 (試薬、バッテリー、トイレ洗浄剤)、過酸化水素 (試薬、漂白剤、医薬品)、硝酸 (試薬)、塩素酸カリウム (試薬・花火) 及び塩素酸ナトリウム (試薬・花火)

○ 劇物以外の化学物質：尿素 (肥料)、硝酸アンモニウム (肥料、瞬間冷却材)、アセトン (試薬、有機溶剤、除光液)、ヘキサミン (試薬、固形燃料、利尿剤) 及び硝酸カリウム (肥料)

4. 小規模爆弾の被害シミュレーション

RDX は比較的簡単に製造することが可能で、テロリストが頻繁に使用する爆薬である。インターネットでは、こうした爆薬の製造法に関する情報があふれており、使用される蓋然性は高い。

1 k g 程度の爆薬を至近距離で爆発させることが出来れば、ターゲットを即死させ