

201036030A

平成 22 年度厚生労働科学研究費補助金
(健康安全・危機管理対策総合研究事業)

総括・分担研究報告書

バイオテロ以外の CBRNE テロ対策に対する効果的な対策の検証と
国際連携ネットワークの活用に関する研究

主任研究者 金谷泰宏

国立保健医療科学院 政策科学部

平成 23 (2011) 年 3 月

平成 22 年度厚生労

平成 22 年度厚生労働科学研究費補助金
(健康安全・危機管理対策総合研究事業)

総括・分担研究報告書

バイオテロ以外の CBRNE テロ対策に対する効果的な対策の検証と
国際連携ネットワークの活用に関する研究

主任研究者	金谷泰宏	国立保健医療科学院 政策科学部
分担研究者	志方俊之	帝京大学法学部
	斉藤大蔵	防衛医科大学校防衛医学研究センター外傷研究部門
	石原雅之	防衛医科大学校防衛医学研究センター医療工学研究部門
	藤田真敬	防衛医科大学校防衛医学研究センター異常環境衛生研究部門
	徳野慎一	防衛医科大学校防衛医学講座
	種田憲一郎	国立保健医療科学院政策科学部安全科学室
研究協力者	井上忠雄	NPO 法人 NBCR 対策推進機構
	玉置洋	国立保健医療科学院政策科学部
	山口一郎	国立保健医療科学院生活環境部
	森康貴	航空自衛隊航空医学実験隊第 3 部医学適性科

目次

3 ページ 総括研究報告書

バイオテロ以外の CBRNE テロ対策に対する効果的な対策の検証と 国際連携ネットワークの活用に関する研究

主任研究者 金谷泰宏 国立保健医療科学院 政策科学部

9 ページ 分担研究報告書

化学・放射線暴露後の各段階に応じた医療支援体制の構築に向けた検討

分担研究者

藤田真敬 防衛医科大学校 防衛医学研究センター 異常環境衛生研究部門
斉藤大蔵 防衛医科大学校 防衛医学研究センター 外傷研究部門
徳野慎一 防衛医科大学校 防衛医学講座

21 ページ 分担研究報告書

国土安全保障

テロ対象物に関するリスク評価と対策上の優先度等の検討 異常事態発生時における横断的調査手法・体制構築等の方策の検討

分担研究者

志方俊之 帝京大学法学部
徳野慎一 防衛医科大学校防衛医学講座

25 ページ 分担研究報告書

生物・化学剤の除染技術

分担研究者

石原雅之 防衛医科大学校 防衛医学研究センター 医療工学研究部門
井上忠雄 NPO 法人 NBCR 対策推進機構
森 康貴 防衛省航空自衛隊航空医学実験隊

バイオテロ以外の CBRNE テロ対策に対する効果的な対策の検証と 国際連携ネットワークの活用に関する研究

主任研究者 金谷泰宏

研究要旨

世界健康安全保障行動グループの中で、CBRNE テロに使用される恐れのある化学物質に関するリスク評価が行われてきた。テロ対策を総合的に検討する上で、脅威の想定に基づき分析を行う必要があることから、脅威想定沿ったシナリオに従い対象物のリスク評価を行う。また、従来の研究においては、除染に関する本格的な技術検討は進められておらず、除染剤による環境汚染、除染効果に関する基準（特に残留化学物質レベル）の設定についての検討は行われていない。本研究においては、既存の次亜塩素酸ナトリウムに代わりうる新たな除染技術について検証を試みるとともに、ナノテク、微生物を用いた除染技術について技術面と環境面から検討を行う。

これらの検討を踏まえ、国内外における事案に対する緊急医療支援の手順を民生と国防の視点から構築を進める。我が国は、GHSI の中で化学テロに対するリスク評価を担っており、サリン事件に代表される都市型化学テロの貴重な経験を国際的なネットワークに生かすことが期待されている。しかしながら、脅威想定に基づく被害想定なしにリスク評価を行うことは、判断を誤る恐れがあり、諸外国と同様、防衛省・自衛隊の協力を仰ぐとともに、我が国も加盟する国際軍事医学会議等を通じた危機管理情報の収集とこれらの情報に基づく異常事態検出時の分野横断的な調査手法及び対策に向けた体制構築に関する検討を実施する。本研究は、情報を取捨選択しつつ、得られた情報を厚生労働行政に反映させるものである。

A. 研究目的

世界健康安全保障行動グループ（Global Health Security Initiative：GHSI）の中で、CBRNE テロに使用される恐れのある化学物質に関するリスク評価が行われてきたところである。例えば、防衛省においては、テロへの対策を総合的に検討する上で脅威の想定に基づいた分析・評価が実施されており、脅威想定に基づいたシナリオに従った対象物の評価が必要である。一方、これらテロに使

用される可能性のある物質に関するリスク評価に際しては、主観的要素（①事案の予見性、②過去の経験、③脅威の存在、④発生確率）と客観的要素（①発生様式、②対処法の有無、③標的の特異性、④汚染の範囲、⑤被害者数、⑥致死性、⑦残留性）の両面から検討を行うことで、対策の優先度が決定される。しかしながら、これまでの研究においては、除染に関する本格的な技術検討は進められておらず、主として個人除染と医療体制（急性期）に重

点が置かれ、環境除染に伴う環境汚染の問題、金属に対する腐食性の問題、さらに除染効果の評価基準についての検討は行われていない。特に、核テロについては、原子炉への攻撃を含め汚染土壌の復旧方法については、手がつけられていない。そこで、本研究においては、次亜塩素酸ナトリウムに代わりうる過酢酸水等を用いた除染技術について検証を試みる。放射性物質の除去については、既に米国においては、Microbial Genome Programの中で放射線耐性細菌 *Deinococcus radiodurans* を用いた核廃棄物の無害化に向けた検討が進められており (Nature Biotechnology18, 85-90, 2000)、本研究においてもこれら微生物を用いた除染技術、ナノテクを用いた選択性の高い除染剤について技術面と環境面から検討を行う。CBRNE テロへの対応については、各国の国防及び警察機関を通じて検討が進められていることから、国際軍事医学会議 (世界106カ国が参加) を通じた危機管理情報の収集と、これらの情報に基づく異常事態検出時の分野横断的な調査手法及び対策に向けた体制構築に関する検討を実施するとともに、これらの検討を踏まえ、国内外における事案に対する緊急医療支援の手順を民生と国防の視点から構築を進める。本研究は、平成22~23年度については、国土安全保障の専門家から構成する「国土安全保障班」、放射線・化学剤除染の専門家から構成する「除染手法開発班」及び国際医療支援に関する専門家から構成する「医療支援班」に分かれて活動を行う。

B. 研究方法

放射線、化学テロに関するシナリオを用いた評価については、コンピューターシミュレーションを用いた被害想定に基づき、自治体、国の連携体制について検討を実施した (志方、徳野)。特に、核テロについては、被災者の放

射線線量を推計することが求められることから、電子スピン共鳴装置を用いた線量評価について、研究倫理委員会で承認された研究計画に基づき、歯芽を50KV、150KVのX線、Co-60、10MVの治療用電子直線加速器で照射し、ex vivoでの検量線を作成した (玉置、山口)。

「放射線・化学テロ災害時における米国の枠組み」に関する調査については、文献を用いた検索を行うとともに、米国テキサス州サンアントニオにおけるテキサス大学サンアントニオ校ヘルスサイエンスセンター外科部門、救急部門、米国空軍ウィルフォードホールメデイカルセンター、ブルックス市立基地内米国空軍航空宇宙医学校の施設訪問による実地調査を行った (斉藤、藤田、徳野)。

国際ネットワークの構築に関しては、2010年9月7-9日ベルリン (ドイツ) で開催された「脅威と危機の評価手法の開発作業班」、2010年10月25日~29日にパリ (フランス) で開催された「核放射線訓練及び原因未確定時期の対応 (uncertainty)」に参加することでNBC対策における連携の進め方について情報収集を実施した (金谷、種田)。

(倫理面への配慮)

国立保健医療科学院 倫理審査委員会 #09012:「放射線照射菌におけるEPR信号-線量関係の確立に関する研究」

C. 研究結果

(1) 我が国におけるCBRNEテロへの対応

今日、CBRNEテロへの対応については、平成13年にNBCテロ対策会議幹事会 (内閣官房) において策定された「NBCテロ対処現地関係機関連携モデル」を基本とした対応が求められており、その中心は地方自治体とされている。一方で、*Australian Clinical Guidelines for Acute Exposures to Chemical Agents of Health Concern: A Guide for the*

Emergency Department Staff - October 2007(GHSI-G7 Val de Grace, October 2010) の中で、化学兵器として使用が考慮される物質として神経ガス、マスタード等の化学兵器以外の工業、商業用化学物質への対応が求められている。そこで、本研究において脅威の想定を行うにあたり、各自治体の対応能力を把握する必要がある。初期対応において必要とされる「検知」に関して地方衛生研究所の分析能力について調査を実施した。この結果、特にテロにおいて使用が危惧される汚染物質、変異物質、自然毒等に関する検査項目数については、平成 16 年度から 21 年度の 5 年間に於いて、自治体で測定できる項目の減少が認められた。一方、放射性ヨード、セシウム等の大気中放射性物質については測定可能な項目数は増加していることが明らかとなった。さらに、有機リンを含む農薬に関する検査能力については、約 90 種類（平成 16 年度）から 180 種類（平成 21 年度）と 2 倍程度まで分析できる等、大幅な能力の向上が認められた。

化学兵器として使用が考慮される物質

A: 化学兵器

【シアン化物】

Cyanide salts, Cyanogen chloride

Cyanogen bromide, Cyanogen cyanide

【びらん剤】

Mustard, Lewsite, Phosgene oxime

Riot control agents (催涙剤), Acids

【窒息剤】

Chlorine, Chloropicrin, Phosgene

Mustard, PF1B, Smokes, Acids, CO

Osmium tetroxide

【神経剤】

Tabun, Sarin, Soman, VX

B: 非致死性化学兵器

【無能力化剤】

BZ (自白剤), Hydrogen sulphide

【催吐剤】

Chloropicrin

【催涙剤】

Chloroacetophenone, Chloropicrin

C: 工業、商業用化学物質

Acetaldehyde, Acids, Ammonia, Alkaline

Arsenic pentoxide, Arsenic trioxide

Arsine, Beryllium compounds, Bromine

Cadmium, Chlorates, Chlorine Copper

Compounds, Dimethyl sulphate, Dimethyl

Sulphaxide, Ethylene glycol, Fluorine

Fluoroacetate compounds, Hydrogen

Sulphide, Nickel compounds, Organic and

Inorganic, Mercury compounds

Organophosphates, Osmium tetroxide

Paraquat, Phenol, Phosphorous oxychloride

Phospine, Sodium azide, Sodium sulphate

Thalium compounds, Toluene

Triethanolamine, Vanadium compounds

(2) シナリオ想定によるリスク評価

徳野らは、インターネット上で公開されているツールを使用して、国会議事堂前で 0.5Kt 又は 2Mt の核爆弾が爆発した場合の熱線および爆風による被害想定を検討した。2Mt の例は上空 8000ft (2400m)、0.5Kt 場合は、地表 (1m) での爆発を想定した。熱線の影響に示す $10\text{cal}/\text{cm}^2$ とは、III度の熱傷を引き起こす熱量であり、 $20\text{cal}/\text{cm}^2$ とは木材等に着火し火災を引き起こす熱量である。

メガトン級の核弾頭による攻撃が起こった場合は、都心部が壊滅状態となり医療対応そのものが困難であることがわかった。また、蓋然性の観点からも、10t 程度の小型の核爆弾が地上で爆発した場合の想定に従い細部のシナリオ検討を実施する。

(3) 米国における CBRNE テロへの対応

大規模災害の発生における初動は、緊急事態管理者 (Emergency Manager)、緊急指揮所 (Emergency Operation Center: EOC) を通じて、早期の指揮管理が実施される。州への支援依頼後、州においては州緊急事態管理庁 (State Emergency Management Agency) が指揮管理を引き継ぐ。近隣の州への支援依頼は緊急管理支援協定 (Emergency Management Assistance Compact: EMAC)、全米緊急管理者協会 (National Association of Emergency Managers) により取り決めがなされている。州兵は化学剤災害による検知隊 (Civil Support Team) を有し、災害派遣医療チーム (DMAT) は野外医療に対応する。州の支援開始に至っては FEMA が現地の各種自治体、官公庁の管轄を行う。州対策本部が設置され、連邦政府 (国) への支援依頼後の現地災害事務所の設置が行われる。連邦政府への支援依頼後は地方、州の対応に加えて軍、国家安全保障省等、各省庁が対応する。現地事務局 (Area Field Office: AFO) が設置される。これらの順を追った対応は国家対応計画 (National Response Plan) や国家災害医療制度 (National Disaster Medical System) により規定されている。

大規模な放射線被曝、化学剤などによる地域汚染時は海兵隊や陸軍の除染隊が除染確認の後、患者空輸が考慮される。地方 (市や郡) や州における初動や準備体制に関するガイドラインは米国疾病対策予防センター (CDC) や FEMA から公表されているものが見られる。大規模災害時の広域患者空輸について米国空軍が担っており、重症患者搬送チーム (CCATT) における集中治療の標準化、機材、薬剤の標準化が行われている。また国家規模で、国民の相互輸血が可能にする「歩く血液銀行制度 (walking blood bank)」、化学剤災害時の応急処置薬等の備蓄 (chempack program) も進められている。

米国の施設見学を行い特記すべきはマンパワの増強策である。軍病院や公立病院の医師の兼務や退官医師の再雇用、ボランティアの配置などが積極的に行われている。退役した医療従事者を全国的に管理し緊急時に活用する Medical Reserve Corps という制度が機能し、大災害初期から生じる大きな医療需要に対応する。病院における空ベッド数の情報共有、緊急事態において主要病院における後方ベッドを確保する制度が取り決められているようである。

放射線爆発においては電磁衝撃波 (EMP: electromagnetic pulse) により電子機器の断線が生じる可能性がある。この現象により通信機器などの機器が全て機能しなくなる事態が想定され、対応には医療や病院の範囲に留まらない大規模な対応が必要となる。

(4) 新たな除染剤の開発

銀ナノ粒子/キトサン複合体を用いた新規生物化学剤除染材料 我々は易溶解性ガラスに硝酸銀を含有させその粉体 (粒径 10-100 μM) を調製した。その粉体を生理食塩水に入れて、還元剤及び安定剤としてグルコースを添加したコロイド溶液を 120°C、20 分、5 気圧でオートクレーブすることで安価、高収率で 5-15 nm の均一な銀ナノ粒子を生成できることを見出している。この銀ナノ粒子はキトサン線維に強く吸着し、銀ナノ粒子/キトサン複合体を形成する。この新規銀ナノ粒子/キトサン複合体には抗真菌や抗菌性のみでなくインフルエンザ等の強い抗ウィルス活性や防臭性が見出されている。我々は、生物化学剤の除去のためキトサンを適用した新規多孔性吸着剤の開発を進めているが、これに銀ナノ粒子を包含させることで、有機物である化学剤及びウィルスを含んだ生物剤両者を除染できるマテリアルの開発を行った。

D. 考 察

我が国における CBRNE 対策は、平成 13 年に NBC テロ対策会議幹事会（内閣官房）において策定された「NBC テロ対処現地関係機関連携モデル」に従って対応が取られることとなっている。保健所と地方衛生研究所において原因物質の分析・評価が行われることとされているが、地方衛生研究所における検査能力については、様々な理由により低下してきている。一方、テロ発生初期段階においては、「何が発生したのか？」について明確にすることは困難であり、原因物質の特定については、医療機関からもたらされる情報は極めて大きい。これら CBRNE 対策を円滑に進めるためにも早期診断、治療を可能とするための情報基盤の構築が不可欠である。平成 22 年度に開催されたフランスにおける国際会議においてもいかに早期に原因物質を特定するかが、その後の治療と除染を左右する観点からも重要性が指摘されている。一方、ここ数年におけるテロ災害の大半が、爆薬を用いたものである。そこで、本研究においても、核テロを想定したシナリオ検討を行ったが、小型の核を用いたテロが仮に実施された場合、インフラの破壊、フォールアウトさらには電磁パルスの影響を考慮した場合、関東一円に被害が及ぶこととなり、極めてその後の被災者の救助が困難となるものと予想された。そこで、これら熱核兵器への対応について、米国の制度について調査を実施した。米国の制度構築の基盤は大きな予算と人的資源の投入である。これらの調査内容の全容を我が国の制度に導入することは予算や財源の制約を伴い、既存組織の改変を必要とし大きな困難を伴うことが予測される。制度構築のノウハウや、病院における防護服の準備指針、患者搬送時の治療手順の標準化については我が国の平時医療の効率化や予算削減にもつながる可能性があり普及を推奨したい。我々の調査内容を我が

国の制度に効率的に導入するにはこれらの情報共有の後に更なる考察を必要とする。我が国の現状も踏まえた議論を積極的に行っていきたい。

E. 結 論

米国の放射線災害、大規模災害における連携、患者搬送、血液製剤の供給に関する先進的な制度を調査した。米国の制度構築の基盤は大きな予算と人的資源である。我々の調査内容を我が国の制度に効率的に導入するにはこれらの情報共有の後に更なる考察を必要とする。我が国の現状も踏まえた議論を積極的に行っていきたい。速やかに普及を推奨したい事象、新たな専門家チームの立ち上げを要する分野の提言を行った。次年度における更なる調査研究を行いたい。

F. 健康危険情報

該当事項無し。

G. 研究発表（2010/4/1～2011/3/3 発表）

- 論文、報告書、発表抄録等
 - 藤田真敬、徳野慎一、石原雅之、大野友則、耐弾時鈍的外傷と次世代防弾チョッキ（総説）、防衛衛生、57(9) 151-5, 2010.
 - 斉藤大蔵、藤田真敬、徳野慎一、平成 22 年度米国施設訪問調査報告：厚生労働科学研究 健康安全・危機管理対策総合研究事業「バイオテロ以外の CBRNE テロ対策に対する効果的な対策の検証と国際連携ネットワークの活用に関する研究： 金谷泰宏 主任」平成 22 年 12 月 20 日
 - 藤田真敬、斉藤大蔵、徳野慎一、放射線災害、大規模災害時における患者空輸と血液銀行制度に関する米国の枠組み、平成 22 年度厚生労働科学研究補助金 研究班会議 分担研究者成果報告抄録 平成 23 年 2 月 7 日 防衛省

2. 学会発表

1. 藤田真敬、斉藤大蔵、徳野慎一、放射線災害、大規模災害時における患者空輸と血液銀行制度に関する米国の枠組み、平成 22 年度厚生労働科学研究補助金 研究班会議 分担研究者成果報告 平成 23 年 2 月 7 日 防衛省

H. 知的財産権の出願・登録状況

(予定を含む。)

1. 特許取得

該当事項無し。

2. 実用新案登録

該当事項無し。

3. その他

該当事項無し。

化学・放射線暴露後の各段階に応じた医療支援体制の構築に向けた検討

¹ 藤田 真敬、² 斉藤 大蔵³ 徳野 慎一

- 1 防衛医科大学校 防衛医学研究センター 異常環境衛生研究部門、
- 2 防衛医科大学校 防衛医学研究センター 外傷研究部門
- 3 防衛医科大学校 防衛医学講座

研究要旨

米国同時多発テロ（平成 13 年）以降、大規模災害・テロリズムに対する関心が国際的に高まっている。米国では国家安全保障省(DHS)、連邦緊急管理庁(FEMA)など先進的な危機管理体制が構築され、先進諸国の注目を浴びている。そこで、本研究では、米国における核・化学兵器による大規模災害時の機関連携、患者搬送、血液製剤の供給等に関する取組みについて調査した。米国においては、初動は州の警察、消防組織が行い、災害の規模に応じて州対策本部、連邦政府（国）による現地災害事務所が設置される。州兵が化学剤等の検知を担い、災害派遣医療チーム（DMAT）が医療を対応する。州の支援開始に至っては FEMA が現地の各自治体、官公庁を統括する。連邦政府の対応に伴い軍、各省庁が対応する。核・化学テロに伴う病院の対応指針については、米国労働安全衛生局（OSHA）が提示している。広域患者空輸については、米国空軍が担っており、重症患者搬送チーム（CCATT）による集中治療の標準化、機材、薬剤の標準化が行われている。米国の災害対応の要は、人員増強策であり、軍を含む公立病院と民間基幹病院等における医師の兼務や退官医師の再雇用、ボランティアの配置等が積極的に行われている。特に、核テロ発生時においては、電磁衝撃波（EMP:electromagnetic pulse）により電子機器の断線が生じる可能性があり、対策を考慮すべき分野と考えられた。

A. 研究目的

米国同時多発テロ（平成 13 年）以降、大規模災害・テロリズムに対する関心が国際的に高まっている。米国では国家安全保障省(DHS)、連邦緊急管理庁(FEMA)など先進的な危機管理体制が構築され、先進諸国の注目を浴びている。そこで、本研究では、米国における核・化学兵器による大規模災害時の機関連携、患者搬送、血液製剤の供給等に関する取組みについて調査することに

より、将来の我が国における不測事態対応の糧とする。

B. 研究方法

本年度は「放射線災害、大規模災害時における患者空輸と血液銀行制度に関する米国の枠組み」に関して文献、書籍による概要調査および平成 22 年 12 月 7 日～13 日、米国テキサス州サンアントニオにおけるテキサス大学サンアントニオ校ヘルスサイエ

ンスセンター¹⁾外科部門、救急部門、米国空軍ウィルフォードホールメデイカルセンター²⁾、ブルックス市立基地³⁾内 米国空軍航空宇宙医学校⁴⁾の施設訪問による実地調査を行った。同地は、米国大学医学部、陸軍、空軍の大規模施設が連携した医療を行っており、戦時災害時の患者空輸の世界的ネットワークおよび大災害における重症熱傷、外傷の治療拠点である。

(倫理面への配慮)

調査研究のため該当事項無し。

C. 研究結果

1. 概要

大規模災害の発生における消防、警察による初動は地方自治体、市による管理により行われる。(図1) 地方においては、緊急事態管理者(Emergency Manager)、緊急指揮所(Emergency Operation Center: EOC)が早期の指揮管理を担う⁵⁾。地方(市)による地方対策本部、州への支援依頼後、州においては州緊急事態管理庁(State Emergency Management Agency)が指揮管理を引き継ぐ。近隣の州への支援依頼は緊急管理支援協定(Emergency Management Assistance Compact: EMAC)、全米緊急管理者協会(National Association of Emergency Managers)により取り決めがなされている⁵⁾。州兵は化学剤災害による検知隊(Civil Support Team)を持ち対応にあたり災害派遣医療チーム(DMAT)は野外医療に対応する。州の支援開始に至ってはFEMAが現地の各種自治体、官公庁の管轄を行う。州対策本部が設置され、連邦政府(国)への支援依頼後の現地災害事務所の設置が行われる。

連邦政府への支援依頼後は地方、州の対応に加えて軍、国家安全保障省等、各省庁が対応する。現地事務局(Area Field Office: AFO)が設置される。これらの順を追った対応は国家対応計画(National Response Plan)や国家災害医療制度(National Disaster Medical System)により規定されている⁵⁻⁷⁾。

放射線、化学事故における病院の準備指針を米国労働安全衛生局(Occupational Safety and Health Administration: OSHA)が提示し、病院における防護服の準備などの記載が見られる(図2)⁸⁾。

大規模な放射線被曝、化学剤などによる地域汚染時は海兵隊⁹⁾や陸軍の除染隊が除染確認の後、患者空輸が考慮される。

地方(市や郡)や州における初動や準備体制に関するガイドラインは米国疾病対策予防センター(CDC)やFEMAから公表されているものが見られる¹⁰⁻¹²⁾。大規模災害時の広域患者空輸について米国空軍が担っており、重症患者搬送チーム(CCATT)¹³⁾における集中治療の標準化、機材、薬剤の標準化が行われている(図3)。我が国の規定では1類感染症とされるエボラ出血熱などの感染患者の空輸システムも保有している(図4)¹⁴⁾。米国の医療機器メーカーから東京ロサンゼルス間の補助人工心臓装着患者の空輸報告も見られる¹⁵⁾。これらの制度はDMATにおける患者空輸システムや防衛省航空自衛隊における機動衛生隊の制度に一部継承されている。また国家規模で、国民の相互輸血が可能にする「歩く血液銀行制度(walking blood bank)¹⁶⁾」、化学剤災害時の応急処置薬等の備蓄(chempack program)も進められている¹⁷⁾。米国の施設見学を行い特記すべきはマンパワーの増強策である。

軍病院や公立病院の医師の兼務や退官医師の再雇用、ボランティアの配置などが積極的に行われている。退役した医療従事者を全国的に管理し緊急時に活用する Medical Reserve Corps¹⁸⁾ という制度が機能し、大災害初期から生じる大きな医療需要に対応する。病院における空ベッド数の情報共有、緊急事態において主要病院における後方ベッドを確保する制度が取り決められているようである。

放射線爆発においては電磁衝撃波 (EMP: electromagnetic pulse) により電子機器の断線が生じる可能性がある¹⁹⁻²¹⁾。この現象により通信機器などの機器が全て機能しなくなる事態が想定され、対応には医療や病院の範囲に留まらない大規模な対応が必要となる。更に詳細な調査を進めていきたい。

放射線事故、大災害時の対応部署や国家机关はその他に国土安全保障省²²⁾、保健社会福祉省²³⁾、連邦緊急管理庁²⁴⁾ などがあり役割を担っている。州においては State Dep. of Health (州衛生部) も役割を担っている。

2. 放射線災害、大災害時の患者搬送制度について

テキサス大学サンアントニオ校ヘルスサイエンスセンター¹⁾ 外科部門、救急部門の見学を行った。病院にヘリコプターを保有しているため、比較的遠距離の患者の空輸収容が容易である。病院の収容能力を超える場合には近隣の施設への転送する必要があるが、米国では、毎日の重症熱傷等の集中治療が必要な患者の収容可能なベッド数の集計を行っているため、どの病院に収容余裕があるか、病院間で情報共有がなされている。熱傷部門については、米国軍

の展開する戦地の患者も含めて、米国内の収容能力を超えた患者が発生したことは無いという²⁵⁾。

救急外来では事務担当、トリアージ担当医師及び看護師、病歴治療内容の記録担当看護師、点滴確保や応急処置担当看護師、治療総括指揮担当医師が各々に役割分担を担うため、医師に業務が集中することなく治療が進んでいく。

大災害と大量傷者発生に十分耐える救急外来機能を持っている。CT検査、各種検査室は救急外来に隣接している。受診の半数以上が銃創とナイフ創による外傷ということもあり、非常に迅速な診断、治療方針の決定がなされる設備配置となっている。

大量患者発生時に必要となる血液製剤は血液銀行が対応し、現在まで血液が不足する事態を経験したことが無いという。また過去に経験した規模以上の大災害を想定して、地域住民全員がお互いに自分の血液を供給できる「歩く血液銀行: walking blood bank」制度¹⁶⁾が考案されている。

3. 世界規模の患者空輸体制を保有する米国空軍 ウィルフォードホールメディカルセンター

米国空軍ウィルフォードホールメディカルセンター²⁾は世界規模の患者空輸体制¹³⁾を保有し世界の戦地から傷者を搬送する。応急処置と安定化により戦地、遠隔地から広域患者空輸を行い、確実な治療が可能な地域まで後送するシステムが確立されている^{26, 27)}。疾病の種類、重傷度により同伴する医療従事者の数と職種、専門領域を決めてある²⁸⁾。また長時間の搬送に耐えるモニター類、想定しうる搬送中の急変の事態に対応する最小限の医療資源を確保している

29)。応急処置のマニュアル³⁰⁾、使用器材、使用医薬品の標準化が図られている³¹⁾ため、医師による治療範囲の偏りは生じにくく、緊急時の対応に関する教育も標準化されている。大規模な患者発生時には全ての民間旅客機を動員する制度も保証されている。戦場からの世界規模の患者空輸においては搬送先の病院のレベルの定義についても統一された基準が決められている(図5)³²⁾。

放射線事故、化学事故、バイオテロに際しては、除染隊が安全確保の処置を行うまで患者空輸チームは出動しない。ウィルフォードホールメデイカルセンターは患者空輸の実務を担っているが、患者空輸の指揮所はイリノイ州セントルイスにあるスコット空軍基地³³⁾の空輸司令部³⁴⁾であり、国家規模の災害時、患者空輸の指揮所となる施設である。

4. 広域患者空輸体制の要員教育

患者空輸システムの教育は、ブルックス市立基地³⁾内米国空軍航空宇宙医学校⁴⁾が担っている。初級から上級に至る各種航空宇宙医学関連予防医学や患者空輸医学を教育する教育機関であり、年間の教育実績は7000名超の米国最大の患者空輸教育の拠点である。教育対象学生は米国軍の医療従事者をはじめ、世界各国の軍の医療従事者である。我が国においては航空自衛隊から昭和63年以降数十名が学び、我が国の災害派遣医療チーム(Disaster Medical Assistance Team: DMAT)における航空患者搬送制度や航空自衛隊機動衛生隊の基本を築いている。平成23年以降、米国空軍航空宇宙医学校はオハイオ州デイトン、ライトパターソン空軍基地³⁵⁾に移転する。

5. サンアントニオにおける放射線事故対策と医療対策

米国救急医学会のホームページ等^{36, 37)}によれば、サンアントニオにおいて国家災害医療部³⁸⁾が2004年「ダーティーボム」対応訓練を行っている。汚染検知、個人装備による医療従事者の汚染防止などの訓練を行っているが、現状では準備は不十分とされている³⁹⁾。状況に応じた被害予測、血液需要予測などシミュレーションは少ないながら散見される^{40, 41)}。これらの報告は最近数年に限られ、危機管理先進国米国においても、その対応策のノウハウについては広くは普及していないことを伺わせる。

D. 考 察

上記米国の制度について概要の調査を行った。米国の制度構築の基盤は大きな予算と人的資源の投入である。これらの調査内容の全容を我が国の制度に導入することは予算や財源の制約を伴い、既存組織の改変を必要とし大きな困難を伴うことが予測される。

制度構築のノウハウや、病院における防護服の準備指針、患者搬送時の治療手順の標準化については我が国の平時医療の効率化や予算削減にもつながる可能性があり普及を推奨したい。

核災害時に生じうる電磁衝撃波は医療機器に関わらず、全てのライフラインや通信インフラの機能停止を起こしうる問題である。核兵器を保有しない我が国においては研究や議論が希少な分野と考えられる。国家安全保障の観点からも新たな専門家チームの立ち上げを要する分野と思われる。医

療機器における対策について更なる調査研究を行いたい。

我々の調査内容を我が国の制度に効率的に導入するにはこれらの情報共有の後に更なる考察を必要とする。我が国の現状も踏まえた議論を積極的に行っていきたい。

E. 結論

米国の放射線災害、大規模災害における連携、患者搬送、血液製剤の供給に関する先進的な制度を調査した。

米国の制度構築の基盤は大きな予算と人的資源である。我々の調査内容を我が国の制度に効率的に導入するにはこれらの情報共有の後に更なる考察を必要とする。我が国の現状も踏まえた議論を積極的に行っていきたい。

速やかに普及を推奨したい事象、新たな専門家チームの立ち上げを要する分野の提言を行った。次年度における更なる調査研究を行いたい。

[参考文献]

1. University of Texas Health Science Center, San Antonio
<http://www.uthscsa.edu/>
2. Wilford Hall Medical Center
<http://www.whmc.af.mil/>
3. United States Brooks City Base
<http://www.brooks.af.mil/>
4. United States Air Force School of Aerospace Medicine
<http://www.wpafb.af.mil/afrl/711hpw/usafsam.asp>
5. David A. McEntire, Disaster Response and Recovery, 1st ed., p33-41, 255-257, 325-346, Wiley, NJ, USA, 2006.
6. 近藤民代、永松伸吾、米国の地方政府における Incident Command System の適用実態—ハリケーン・カトリーナ災害に着目して—、地域安全学会論文集 No.9, 2007.11
http://www.tamiyokondo-lab.jp/pdf/essay/essay_08.pdf
7. 財団法人 自治体国際化協会 米国における災害対策—地方政府内外での行政機関の連携—CLAIR REPORT NUMBER 264, July 12, 2005
http://www.clair.or.jp/j/forum/c_report/cr264m.html
8. Occupational Safety and Health Administration, OSHA best practices for hospital - based first receivers of victims from mass casualty incidents involving the release of hazardous substances, 2005
http://www.osha.gov/dts/osta/bestpractices/firstreceivers_hospital.pdf
9. Chemical Biological Incident Response Force
<http://www.marines.mil/unit/cbirf/Page.s/default.aspx>
10. U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, The Public Health Response to Biological and Chemical Terrorism, Interim Planning guidance For State Public Health Officials, July 2001
<http://www.bt.cdc.gov/Documents/Planning/PlanningGuidance.PDF>
11. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, Public Health

Emergency Response Guide for State,
Local, and Tribal Public Health
Directors, Ver. 1.0

[http://www.bt.cdc.gov/planning/pdf/cdc
responseguide.pdf](http://www.bt.cdc.gov/planning/pdf/cdc
responseguide.pdf)

12. Federal Emergency Management Agency,
State and Local Guide (SLG) 101 ,Guide
for All-Hazard Emergency Operations
Planning September 1996

[http://www.fema.gov/pdf/plan/slg101.pdf#search='Guide for AllHazard Emergency
Operations'](http://www.fema.gov/pdf/plan/slg101.pdf#search='Guide for AllHazard Emergency
Operations')

13. Critical Care Air Transport Team
(CCATT), Wilford Hall Medical Center

http://www.sammc.amedd.army.mil/patient/departments/nursing/sammc_south/ccatt/

14. Christopher GW, Eitzen EM Jr. Air
evacuation under high-level biosafety
containment: the aeromedical isolation
team. *Emerg Infect Dis.* 5(2):241-6. 1999

15. Pristas JM, Lee J, Wheeldon DR,
Portner PM., Flight experience with the
Novacor LVAS, *ASAIO J.* ;47(3):266-71.
2001.

16. Hrezo RJ, Clark J The walking blood
bank: an alternative blood supply in
military mass casualties. *Disaster Manag
Response.* 2003 Jan-Mar;1(1):19-22.

17. Nolin K, Murphy C, Ahern JW, McBride
K, Corriveau M, Morgan J. Chempack
program: role of the health-system
pharmacist. *Am J Health Syst Pharm.* 2006
Nov 15;63(22):2188, 2190.

18. Office of the Civilian Volunteer
Medical Reserve Corps, Office of the
Surgeon General, U.S. Department of

Health and Human Services

<http://www.medicalreservercorps.gov/HomePage>

19. Vandre RH, Klebers J, Tesche FM,
Blanchard JP, Electromagnetic pulse
(EMP), Part II: Field-expedient ways to
minimize its effects on field medical
treatment facilities, *Mil
Med.* 158(5):285-9. 1993

20. Vandre RH, Klebers J, Tesche FM,
Blanchard JP., Electromagnetic pulse
(EMP), Part I: Effects on field medical
equipment, *Mil Med.* 158(4):233-6, 1993.

21. Ross LH Jr, Mihelic FM., Healthcare
vulnerabilities to electromagnetic
pulse, *Am J Disaster Med.*
3(6):321-5, 2008.

22. United States Department of Homeland
Security

<http://www.dhs.gov/index.shtm>

23. Office of the Secretary for
Preparedness and Response, U.S.
department of Health and Human services
[http://www.phe.gov/preparedness/pages/
default.aspx](http://www.phe.gov/preparedness/pages/default.aspx)

24. United States Federal Emergency
Management Agency (FEMA)

<http://www.fema.gov/>

25. Wolf SE, personal presentation
slides, Lessons from combat casualties
2010, Department of Surgery, University
of Texas Health Science Center, San
Antonio

26. Sariago J. CCATT: a military model
for civilian disaster
management. *Disaster Manag Response.*
2006 Oct-Dec;4(4):114-7.

27. Beninati W, Lairret J, King J, Vojta L, McCarthy M, Gholdson A, and Henderson J, Short term outcomes of US air force critical care air transport team (CCATT) patients evacuated from a combat setting between 2007 and 2008 Chest Meeting Abstracts 2009 136: 28S-g
<http://meeting.chestpubs.org/cgi/content/abstract/136/4/28S-g>
28. Dorlac GR, Fang R, Pruitt VM, Marco PA, Stewart HM, Barnes SL, Dorlac WC. Air transport of patients with severe lung injury: development and utilization of the Acute Lung Rescue Team. *J Trauma*. 2009 Apr;66(4 Suppl):S164-71.
29. Kilty BG, Wright CH, Barrett SF, Calkins JM, Drzewiecki TM. Design of a smart hemodynamic monitoring simulator. *Biomed Sci Instrum*. 43:236-41. 2007.
30. Derdak S, WHMC-BAMC Adult Critical Care Reference 2009
http://wramcim.com/Derdak_Crit_Care_Ref_Sheet_May_7_2009__2_.pdf
31. Barillo DJ, Renz E, Broger K, Moak B, Wright G, Holcomb JB. An emergency medical bag set for long-range aeromedical transportation. *Am J Disaster Med*. 2008 Mar-Apr;3(2):79-86.
32. Department of Peacekeeping Operations, United Nations, Medical Support manual for United Nations Peacekeeping Operations, 2nd Edition, 1999
[http://www.reliefweb.int/rw/lib.nsf/db900sid/LGEL-5SYHMV/\\$file/dpko-medical-1999.pdf?openelement](http://www.reliefweb.int/rw/lib.nsf/db900sid/LGEL-5SYHMV/$file/dpko-medical-1999.pdf?openelement)
33. United States Air Force Scott Air Force Base
<http://www.scott.af.mil/>
34. United States Air Force Air Mobility Command
<http://www.amc.af.mil/>
35. United States Wright-Patterson Air Force Base
<http://www.wpafb.af.mil/index.asp>
36. Varney SM, American College of Emergency Physicians, 13(1) January 2004
<http://www.acep.org/content.aspx?id=38962>
37. South Texas Chapter, United States Health Physics Society 24(3), December 19, 2003
<http://www.stc-hps.org/pdf/1203Scrn.pdf>
38. United States National Disaster Medical System
<http://ndms.dhhs.gov/>
39. Bader JL, Nemhauser J, Chang F, Mashayekhi B, Sczur M, Knebel A, Hrdina C, Coleman N. Radiation event medical management (REMM): website guidance for health care providers. *Prehosp Emerg Care*. 2008 Jan-Mar;12(1):1-11.
40. Weinstock DM, Case C Jr, Bader JL, Chao NJ, Coleman CN, Hatchett RJ, Weisdorf DJ, Confer DL. Radiologic and nuclear events: contingency planning for hematologists/oncologists. *Blood*. 2008 Jun 15;111(12):5440-5. Epub 2008 Feb 20.
41. Wolbarst AB, Wiley AL Jr, Nemhauser JB, Christensen DM, Hendee WR. Medical response to a major radiologic

emergency: a primer for medical and public health practitioners. Radiology. 2010 Mar;254(3):660-77.

42. United States Army Institute of Surgical Research

<http://usaisr.amedd.army.mil/>

43. U.S. Defense Medical Readiness Training Institute (US. DMRTI)

<http://www.dmrti.army.mil/>

F. 健康危険情報

該当事項無し。

G. 研究発表 (2010/4/1～2011/3/3 発表)

1. 論文、報告書、発表抄録等

1. 藤田真敬、徳野慎一、石原雅之、大野友則、耐弾時鈍的外傷と次世代防弾チョッキ (総説)、防衛衛生、57(9) 151-5, 2010.

2. 斉藤大蔵、藤田真敬、徳野慎一、平成 22 年度米国施設訪問調査報告：厚生労働科学研究 健康安全・危機管理対策総合研究事業「バイオテロ以外の CBRNE テロ対策に対する効果的な対策の検証と国際連携ネットワークの活用に関する研究：金谷泰宏主任」平成 22 年 12 月 20 日

3. 藤田真敬、斉藤大蔵、徳野慎一、放射線災害、大規模災害時における患者空輸と血液銀行制度に関する米国の枠組み、平成 22 年度厚生労働科学研究補助金 研究班会議 分担研究者成果報告抄録 平成 23 年 2 月 7 日 防衛省

2. 学会発表

1. 藤田真敬、斉藤大蔵、徳野慎一、放射線災害、大規模災害時における患者空輸と血

液銀行制度に関する米国の枠組み、平成 22 年度厚生労働科学研究補助金 研究班会議 分担研究者成果報告 平成 23 年 2 月 7 日 防衛省

H. 知的財産権の出願・登録状況

(予定を含む。)

1. 特許取得

該当事項無し。

2. 実用新案登録

該当事項無し。

3. その他

該当事項無し。

I. 添付資料

1. 放射線、化学事故における病院の準備体制に関する指針：米国労働安全衛生局 (Occupational Safety and Health Administration, OSHA best practices for hospital-based first receivers of victims from mass casualty incidents involving the release of hazardous substances, 2005)

http://www.osha.gov/dts/osta/bestpractices/firstreceivers_hospital.pdf

2. 米国空軍ウィルフォードホールメデイカルセンター重症患者マニュアル (Wilford Hall Medical Center-Brook Army Medical Center Adult Critical Care Reference 2008)

3. 国連平和維持活動医療マニュアル (Department of Peacekeeping

Operations, United Nations, Medical
Support Manual for United Nations
Peacekeeping Operations, 2nd Ed.)
[http://www.reliefweb.int/rw/lib.nsf/db900sid/LGEL-5SYHMV/\\$file/dpko-medical-1999.pdf?openelement](http://www.reliefweb.int/rw/lib.nsf/db900sid/LGEL-5SYHMV/$file/dpko-medical-1999.pdf?openelement)

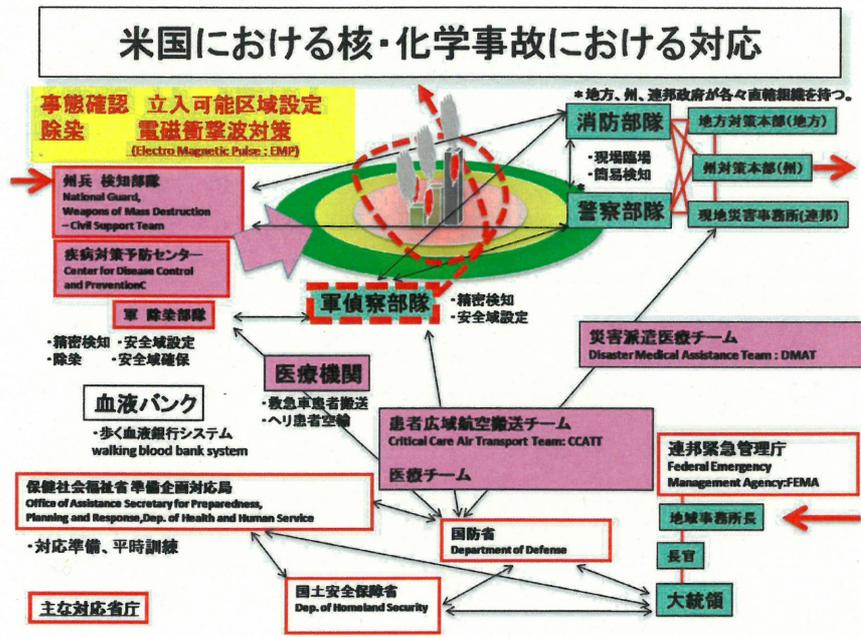


図1 米国における核・化学事故における対応

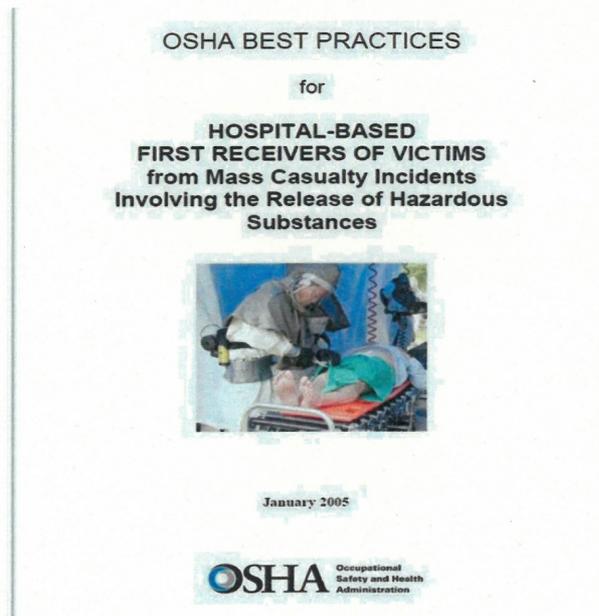


図2 放射線、化学事故における病院の準備体制に関する指針
(米国労働安全衛生局)

http://www.osha.gov/dts/osta/bestpractices/firstreceivers_hospital.pdf

WHMC-BAMC ADULT CRITICAL CARE REFERENCE SHEET 2006

ICU QA CHECKLIST (as applicable): Hand-Washing-Infection Control-Universal Precautions? DVT prophylaxis/US screening? GI ulcer prophylaxis? VT₆ 6 ml/kg PBW + Pplat₃₀[ARDS]? Daily breathing trials [FIO₂:0.5, PEEP₆?] Xigris™ if sepsis+APACHE-28? Monitor platelets on heparin [HIT]? Glucose 60-110? Nutrition? EPO? Spine-cleared? THOB 30-45 ? Skin care? Lines-tubes tips+duration? Antibiotic duration? Paralysis/sedation breaks? PT/OT consult? Restraint orders? Advance directive? Transfer planning [intermed care, rehab-SNF]? Social services? Family updated daily?

IV ANESTHETICS	SINGLE AGENT ANESTHETIC		SEDATION			
	Induction	Maintenance	Loading dose	Maintenance		
	mcg/kg/min	mcg/kg	mcg/kg	mcg/kg/min		
Thiopental (Pentothal)	3 - 6 mg/kg (≤ 1 mg/kg elderly, BP)		useful if ICP; caution BP	2000 - 4000		
Propofol (Diprivan)	1.5 - 2.5 mg/kg	100-300	5-10 mg over 10 secs	start 5, ↑ 5 Q 5 min to max 100 ((BP, TTG, 1kcal, Jzn)		
Ketamine (Ketalar)	1-3mg/kg		useful if hypovolemia or asthma; caution if ICP, HR, AMI, ICP			
Dexmedetomidine (Precedex) (avoid CHF or > 24 hrs)			1 mcg/kg ABW over 10 min	0.2-0.7 mcg/kg/h		
Etomidate (Amidate)	0.2 - 0.4 mg/kg		useful if BP, muscle movements blunted by Fentanyl 50 - 100 mcg, adrenal?			
Morphine	1-3 mg/kg		50 - 200	30 - 150		
Fentanyl	30-100 mcg/kg	0.1 - 0.3	1 - 5	0.01-0.03		
SEDATIVES						
Midazolam (Versed)	50 - 200 mcg/kg	0.25 - 1.5	20 - 100	0.25 - 1.0		
Lorazepam (Ativan) [for seizures: 0.1 mg/kg @ 2 mg/min]				1-2 mg IV/IM Q 1-4 h		
Diazepam (Valium)				2 - 10 mg IV/IM Q 4-6 h		
Haloperidol (Haldol)	acute delirium 1 - 5 mg IV, double dose Q 20 min till calm, give total dose required BID IV or PO			(monitor QT, V tach, NMS)		
NEUROMUSCULAR BLOCKERS						
	Intubating dose	Typical load	Maintenance	Metabolism		
Succinylcholine (Anectine)	1-1.5 mg/kg	100 mg/70 kg		NR pseudocholinesterase		
Avoid: 1K, hemiplegia, guillain-barre, crush (bradycardia with repeat dosing)						
Rocuronium (Zemuron)	0.45 - 0.6 mg/kg	40 mg/70 kg	10 - 15 mcg/kg/min	liver		
Vecuronium (Norcuron)	0.08 - 0.1 mg/kg	7 mg/70 kg	(avoid long term)	0.05 - 2 mcg/kg/min liver		
Cisatracurium (Nimbex)	0.15 - 0.2 mg/kg	10 mg/70 kg	(preferred if long term)	2 - 3 mcg/kg/min Hoffman elimination		
Rapacurium	1.5 mg/kg	100mg/70 kg	(inject over 1 - 5 sec, onset 60 sec, duration 15 min)	infusion not rec.		
AUTONOMIC/CARDIOVASCULAR DRUGS						
	IV loading dose	IV Infusion (mcg/kg/min)	Dilution (in 250 ml)	Final Conc.	Duration (IV)	Notes
Phenylephrine	50-100 mcg	0.15 - 0.7	20 mg	80 mcg/ml	5 - 20 min	useful if IHR
Norepinephrine (Levophed)	NR	0.05 - 0.5	8 mg	32 mcg/ml	2 - 10 min (phenolamine for extravasation)	
Epinephrine	0.3 - 0.6 mg	0.01 - 0.3	30 mg	120 mcg/ml	5 - 10 min	

図3 広域患者空輸における治療、処置の標準化を定めたマニュアル
(米国空軍ウィルフォードホールメデイカルセンター)
<http://surgery.uthscsa.edu/saccs/downloads/adult-mil.pdf>



図4 隔離を要する患者の搬送
(Vickers Aircraft Transport Isolator)
<http://www.cdc.gov/ncidod/eid/vol5no2/christG.htm>