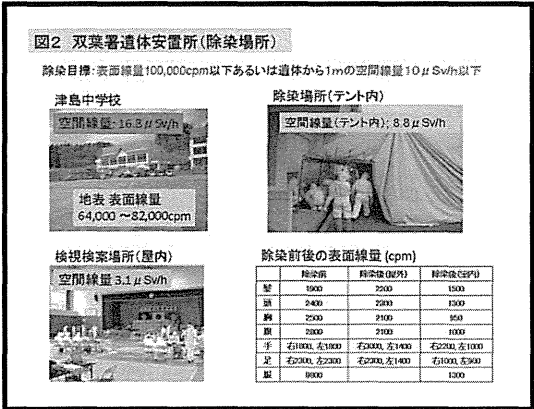
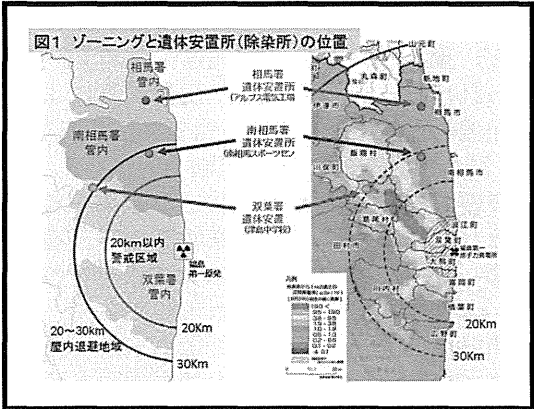


双葉署管内で遺体安置所が設置された場所（津島中学校）は、30 k m圏外ではあるものの、風向きの関係から高汚染地域であり空間線量の高さ（屋外 16.8 μ Sv/h、除染テント内 8.8 μ Sv/h）から、作業従者への被ばくや除染後の効果評価に支障を来すことが後になって判明し、同安置所は3日間で撤収となった（図1、図2）。



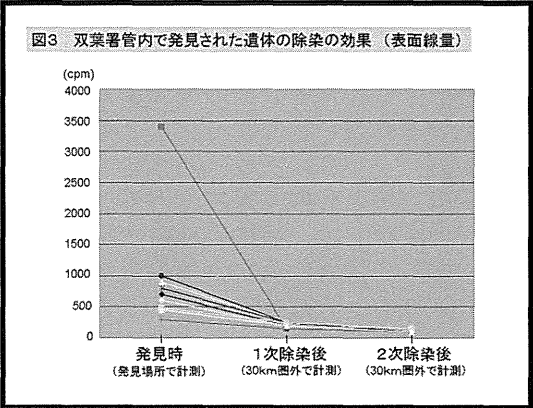
(3) 除染方法とその効果

厚労省通知では遺体の除染は「拭き取り」で行うことが示されていたものの、遺体の状況は、腐敗が進み且つ泥まみれであることから拭き取り除染は実効性の点で無理があると思われた。

実際には、双葉署管内で収容された遺体の除染は、収容時に表面線量を計測し、水槽で一次除染を行った後、30 k m圏外へ搬出し遺体安置所収容時に再度表面線量を計測し、加圧水洗浄を行い基準値（10,000cpm以下）になるまで二次除染を繰り返すとい

う手順で行われた。

除染の効果としては、1次除染で発見時線量の値に関わらず 500 cpm 以下まで表面線量を下げることができており、さらに2次除染で更にその半分以上に下げられている。水槽および加圧水流による全身洗浄は有効であったといえる（図3）。



D. 考察

震災前に策定されていた各マニュアルでは、遺体関連業務に関して、地震、津波による大量遺体の発生と、原発災害やNBC（テロ）災害による汚染遺体の発生は別個のものとして想定していた。このため、2つの事象が同時に発生した今回の東日本大震災および東京電力福島第一原発事故の対応では不備を生じる結果となったと考えられる。

また、今回の東日本大震災福島第一原発事故下における遺体関連業務の活動状況について以下考察を加える。

1 放射性物質(N)汚染遺体の取り扱い全般について

遺体に放射性物質(N)による汚染が認められる場合であっても、人道的立場からも、遺族感情への配慮の点からも、単なる汚染物体としての扱いではなく、尊厳ある特別な対応が求められることが明らかとなった。

今後の CBRN 災害対策においては、これまで未整備であった放射性物質(N)汚染犠牲者の遺体の取り扱いについて事前に十分に検討を行い、消防、自衛隊、診療放射線技師会等関係諸団体との協定等を整備しておくべきであると考えられる。

2 ゾーニングと除染所の設置について

双葉署管内の津島中学校遺体安置所の事例から、ゾーニングを行う段階で風向き等の汚染物質の拡散に影響をあたえる情報の入手や、事前の汚染状況に関する確認評価を十分に行えなかったことが結果的に混乱につながったといえる。今後、災害対策マニュアルでは、ゾーニング設定に関して化学剤(C)、生物剤(B)と同様に、放射性物質(N)汚染災害についても SPEEDI 等の拡散予測情報とモニタリングの情報を加えるための手順を明確にしておくべきと考える。

3 除染方法とその効果について

今回の事例では、遺体の放射性物質(N)汚染に関して拭き取りによる除染が推奨された(厚労省生活衛生課長通知(H23.3.31))が、遺体が腐敗しており且つ泥等による汚れが著しい場合には水洗による複数回除染が現実的且つ効果的であることが判明した。

今後のマニュアル等で示す除染方法のあり方についての参考とすべきであると考え

E. 結論

今回の東日本大震災および東京電力福島第一原発事故対応における遺体関連業務を検証した結果、以下結論を得た。

今後のマニュアル等の改定に際しては、地震、津波と NBC 災害の複合災害における遺体関連業務について想定すべきである。

また、NBC 災害の想定に関して、化学剤(C)、生物剤(B)に比して放射性物質(N)汚染対処についての想定が少ないことから前述の教訓事項を踏まえ、放射性物質(N)汚染対処に関する事項を充実すべきである。

F. 研究発表

1. 論文発表

(1) 東日本大震災犠牲者の身元確認作業について—福島県相馬市および南相馬市における事例検討—, 染田英利、板橋仁、菅野明彦, 日本集団災害医学会誌巻 17 号 P 200-206, 2012

【概要】福島県相馬市及び南相馬市での震災犠牲者の身元確認事例をもとに、放射性物質汚染下状況における身元確認活動のあり方について考察をおこなった。 相馬

市と南相馬市のほぼ同規模の人的被害状況に対して、南相馬市にのみ放射性物質による汚染という要素が加わったことが、遺体収容、身元確認、遺族への引き渡しにどのような影響を与えるかについて具体的なデータを示した。

本報告は、現在、厚労省、警察、歯科医師会等によって行われている災害対処計画の見直し作業を行う上で基礎データとして活用されている。

(2) 東日本大震災災害派遣の歯科業務で得られた教訓 —第1報 歯科医官による身元確認—, 片山幸太郎, 糸賀裕, 染田英利, 防衛衛生雑誌, 現在印刷中

【概要】東日本大震災における福島県相馬市及び南相馬市での震災犠牲者の身元確認作業への自衛隊歯科医官の災害派遣を検証し、今後の CBRNE テロ等において、民間歯科医師では対応困難な遺体の身元確認作業での自衛隊歯科医官の関与のあり方について考察した。

2. 学会発表

(1) 東日本大震災 相馬署及び南相馬署管内における歯科身元確認作業従事者を対象としたメンタルヘルス調査, トラウマティックストレス学会総会・学術集会 口演発表, 2012.6.9~6.10

【概要】東日本大震災での遺体取り扱い業務(歯科身元確認)従事者のメンタルヘルス状況について検証し、災害救援者のメンタルヘルス施策立案の際の資とするための検討を行った。

(2) Victim Identification in the Great East Japan Earthquake
- The influence of the Fukushima No.1 nuclear power plant accident -, 2nd ICM (International Committee of Military Medicine) Pan Asia Pacific Congress on Military Medicine ポスター発表, 2012.11.26~30

【概要】東日本大震災での福島第一原発事故下における震災犠牲者の身元確認作業について検証し、CBRN 汚染下における同分野の活動について考察し報告した。

(3) 福島第一原発事故下における震災犠牲者の遺体取扱いについての検証, 第 18

回日本集団災害医学会総会・学術集会 口
演発表, 2013.1.17～1.19

【概要】東日本大震災での放射性物質汚染
下における遺体取り扱い（特にゾーニング
設定と除染場所の選定、除染の効果、検視
検案作業環境のサーベイ等）について検証
し、今後の防災計画と各種マニュアルの更
新の際の資とするための検討を行った。

（４）福島県における東日本大震災犠牲者
の遺体取り扱いについての検証, 第５８回防
衛衛生学会 口演発表, 2013.1.31

【概要】東日本大震災での放射性物質汚染
下における遺体取り扱い（特にゾーニング
設定と除染場所の選定、除染の効果、検視
検案作業環境のサーベイ等）について検証
し、今後の自衛隊による CBRN 対策立案の
際の資とするための検討を行った。

G. 知的所有権の取得状況

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

福島第一原発事故下における
震災犠牲者の遺体取扱いについての検証

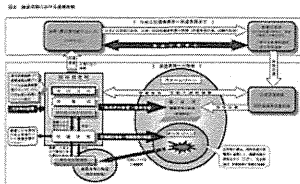
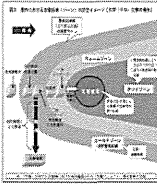
○染田英利1)、徳野慎一1)、西山靖将1)、柳川鍊平1)、金谷泰宏2)、妻島元太郎1)
1) 防衛医科大学校 防衛医学講座
2) 国立保健医療科学院 健康危機管理研究部

各種災害対処計画・マニュアル等における遺体関連事項 1		
名 称	遺体関連事項についての記述	
防災基本計画 平成20年2月 中央防災会議	震災、風水害、火山災害、雪害災害、その他災害(全般共通事項)で多数遺体の処理について規定。 原子力災害では救助、救援、医療及び復旧等について規定。遺体に関連する規定なし。	
地域 防 災 計 画 福 島 県	一般震災対策編 平成21年修正 福島県防災会議	①地震、津波等における多数遺体処理について規定 ②CBRN汚染遺体に関する規定なし
	原子力災害対策編 平成21年修正 福島県防災会議	①防災業務関係者の安全確保(被ばく管理)について規定 ②遺体関連業務に関する規定なし

各種災害対処計画・マニュアル等における遺体関連事項 2	
名 称	遺体関連事項についての記述
NBCテロ対処 現地関係機関連携モデル 平成13年11月22日 NBCテロ対策会議幹事会	①主に化学剤(C)及び生物剤(B)について規定 ②放射性物質(N)に関しては被害軽減と汚染拡大防止の対処方針のみで具体的な記載なし
福島県NBC災害等対処 現地関係機関連携指針 平成20年10月29日 福島県生活環境部災害対処課	③放射性物質(N)による汚染が認められる遺体については、汚染拡大防止のため移動の禁止あるいは制限が示されているのみ ④N多数遺体の対処については規定なし

福島県NBC災害等対処現地関係機関連携指針

NBC災害の際には汚染の有無を考慮し、ホットゾーン、ウォームゾーン、コールドゾーンの3つの地域に区分け(ゾーニング)して対処活動を行うことが規定されている。
しかしながらゾーニングに関して化学剤(C)、生物剤(B)については細部示されているものの、放射性物質(N)に関してはほとんど触れられていない。



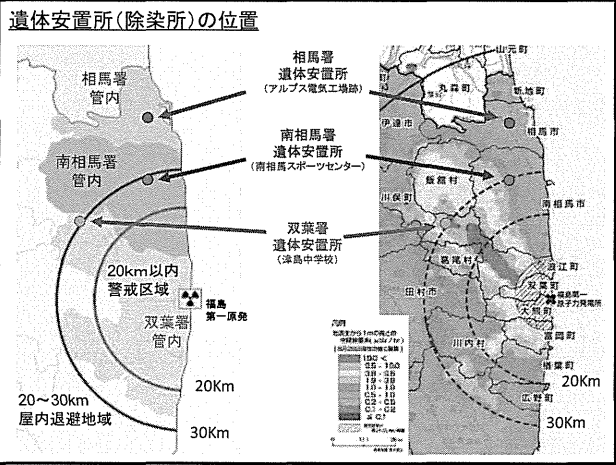
「東京電力福島第一原子力発電所災害にかかわる
避難指示区域内の御遺体の取り扱いについて」
厚労省生活衛生課長通知(H23.3.31)

避難指示区域内の遺体処理のフロー図

1 除染基準
除染目標:表面線量100,000cpm以下
あるいは遺体から1mの空間線量10μSv/h以下

2 除染方法
拭き取りによる方法を推奨

3 除染後も基準を上回る場合の対応
毛布等で包み放射線の遮蔽を図る



双葉署遺体安置所(除染場所)

除染目標: 表面線量100,000cpm以下あるいは遺体から1mの空間線量10μSv/h以下

津島中学校

空間線量: 16.8μSv/h

地表 表面線量
64,000 ~ 82,000cpm

除染場所(テント内)

テント内空間線量: 8.8μSv/h

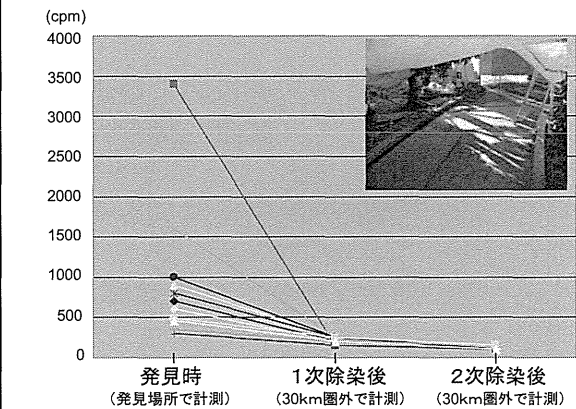
検視検案場所(屋内)

空間線量 3.1μSv/h

除染前後の表面線量 (cpm)計測の一例

	除染前	除染後(屋外)	除染後(室内)
髪	1900	2200	1500
頭	2400	2300	1300
胸	2500	2100	950
腹	2800	2100	1000
手	右1800、左1800	右3000、左1400	右2200、左1000
足	右2300、左2300	右2300、左1400	右1000、左900
服	9800		1300

双葉署管内で発見された遺体の除染の効果 (表面線量)



今後の災害対応各種指針・マニュアル改定に際して
考慮しておくべき事項

―特にCBRN汚染下における遺体取扱いに関して―

- 1 複合災害を想定する。
- 2 放射性物質(N)汚染犠牲者の遺体の取り扱い業務全般について事前の十分な検討が必要。
消防、自衛隊、診療放射線技師会等関係諸団体との協定等を整備。教育、訓練の実施。
- 3 放射性物質汚染下における多数遺体の取り扱いのマニュアル化。
(ゾーニング、収容、除染、搬出等遺体取り扱い業務の流れ)
遺体に関わる特殊事項(遺族感情、尊厳、腐敗等)を考慮。

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）
分担研究報告書

東日本大震災および東京電力福島第一原発事故対応を踏まえた
健康危機管理体制の整備・強化に関する研究

放射線熱傷に対するスキンバンクと同種皮膚移植に関する検討

研究分担者 斎藤大蔵 防衛医科大学校 防衛医学研究センター
外傷部門 教授

研究要旨

NBC 災害において、放射線熱傷や化学熱傷等の特殊な病態に対する治療法を検討する必要がある。今般の事故では放射線熱傷の症例は出現していないが、治療に関する備えとして本邦における現状を把握しておくことは社会的に必須事項である。そこで、1999 年の東日本の東海村ウラン加工施設臨界事故の症例の検討と日本スキンバンクネットワークの同種皮膚供給体制についての調査を実施した。そこから同種死体皮膚と同種培養皮膚は、患者自身の皮膚を採取することなく、手術的な創部閉鎖に有効であることが示された。

A. 研究目的

放射線熱傷に対してスキンバンクから供給された同種凍結皮膚移植の臨床効果と供給体制の問題点について検討する。

B. 研究方法

（1）被災者や事態収拾のためのレスポonderに対する急性被ばく障害への対応：放射線熱傷に対するスキンバンクと同種皮膚移植に関する検討

1) 治療効果に関する検討

2011 年 3 月 11 日に発災した東日本大震災は福島第一原発の事故を誘発し、日本は第二次世界大戦以降、最大の国難に直面している。現時点において、放射線熱傷を含む急性被ばく障害の症例は出現していないが、治療に関する備えとして本邦における現状を把握しておくことは社会的に必須事項と考える。1999 年 9 月 30 日、東日本の東海村ウラン加工施設で 3 人の作業従事者が被ばくした東海村の原発事故における急性被ばく障害、特に放射線熱傷に対する治療効果の記録 1)は貴重な資料といえる。本研究においては、被ばくした 3 人の中で 2 番目に重症であった放射線熱傷患者に対する同種皮膚移植に焦点を絞って、その治療

効果について評価する。

1999 年 9 月 30 日、東日本の東海村ウラン加工施設で 3 人の作業従事者が被ばくした。3 人の従業員の被ばく線量は、17-22 グレイ、8-10 グレイ、および 1.8-2.5 グレイであり、このうち 8-10 グレイの患者は、被ばく 5 日目に臍帯血幹細胞移植を目的に某大学医学部附属病院へ搬送された。初期の数日後に、顔面の小範囲に 1 次的な紅班が観察され、その後、手、顔面、および下肢へ、皮膚障害が増悪した。被ばく 3 週間後には、患者の手、顔、および下肢に 2 次的な紅班と水疱が出現し、7 週間後には、保存的な局所療法を行ったにもかかわらず、潰瘍が体幹・背部を越えて全体表面積の 67%にまで広がった。被ばく 10 週間後（72 日後）に、東京スキンバンクネットワーク（TSBN：のちの日本スキンバンクネットワーク）から同種凍結死体皮膚および同種培養皮膚が供給され、皮膚全層熱傷となった両側前腕あるいは下腿（さらには被ばく 17 週間後には顔面）に皮膚移植が行われた。

2) 日本スキンバンクネットワークの同種皮膚供給体制について

同種皮膚移植は広範囲熱傷患者に救命効果を有する標準的治療として現在では位置づけられている。その医学的有効性は、①創部からの浸出液が防止される、②電解質

の異常が改善される、③良好な植皮床が形成される、④培養皮膚に比べて細菌感染に強い、⑤複合型皮膚の足場材料の素材として利用できる、⑥真皮の一部は拒絶されずに生着するなどが挙げられる。一方、①拒絶が起こる、②未知の感染が潜在している可能性がある、③採否および保存に費用がかかるという難点を有する。本邦においては、1994年に東京近郊の13施設で設立されたTSBNが、同種凍結皮膚のスキンバンクとして、関東地区、全国へと拡大し、一般社団法人スキンバンクネットワーク(JSBN)に発展した。現在では全国で83施設が登録しており、実質上、本邦唯一の同種凍結皮膚バンクとして機能している。本研究においては、重症熱傷に対する同種皮膚移植の救命効果を本邦の症例で示すとともに、2010年1月から2012年9月までのJSBNにおける同種皮膚の保存、出庫、および在庫状況について報告する。また、放射線熱傷患者が実際に発生した場合の供給体制の問題点についても言及する。

(倫理面への配慮：ドナーに関しての個人情報是一般社団法人スキンバンクで厳格に管理されている。また、本報告における個人情報に関しては、既に書籍等で公表されている。)

C. 研究結果

1) 治療効果に関する検討

被ばく15週間後に同種皮膚移植した両側前腕部の植皮部位を確かめると、95%以上が生着していた。また、被ばく20週間後(同種皮膚移植後120日)においても、拒絶反応の徴候は現れなかった。また、下腿および顔面においても、手術・確認時期は異なるが治療効果は同様であった。しかしながら、皮下線維症による硬化が、放射線被ばく5ヶ月以降、各々の部位において徐々に現れた。深刻な原発事故による放射線熱傷症例は徐々に増悪し、障害程度の予測は難しかったが、同種凍結死体皮膚と同種培養皮膚は、放射線被ばく特有の全身的な免疫抑制によって長期的に生着した。同種死体皮膚と同種培養皮膚は、患者自身の皮膚を採取することなく、手術的な創部閉鎖に有効であった。

2) 日本スキンバンクネットワークの同種皮膚供給体制について

本邦におけるエビデンスとして、JSBNを用いた同種皮膚移植術の治療成績について分析・評価したのはKobayashiら²⁾である。1983年から2003年までの間に東京都熱傷救急連絡協議会13施設に入院した6401症例を対象として報告しており、東京スキンバンクネットワーク(当時)が設立された1995年から2002年までの間に入院した2559症例でロジスティック回帰分析を行うと、スキンバンクからの同種皮膚を用いることが死亡率を有意に下げていた²⁾。また、2000年4月1日から2008年3月31日までの比較的新しいデータを用いた解析でも、同種皮膚使用症例は同種皮膚非使用症例よりも死亡率が低かった³⁾。すなわち、熱傷面積カテゴリー別の図1に示したように、同種皮膚を使用すると各々の熱傷面積カテゴリーで死亡率が低下した。これらの結果から、本邦における広範囲熱傷患者に対する同種皮膚移植の生存率改善効果が示され、スキンバンクの有用性は明らかと考える。

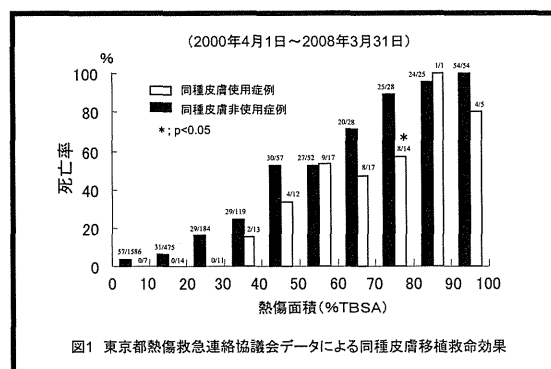


図1 東京都熱傷救急連絡協議会データによる同種皮膚移植救命効果

JSBNの2010年1月から2012年9月までの間における同種皮膚の保存および出庫状況を図2に示す。また、2012年1月から9月までの実数を表1に呈示する。

現在におけるJSBNの在庫は約900枚(1枚は7cm×15cmで約100cm²)である。広範囲熱傷患者に用いる同種皮膚移植に要する枚数を、1回15枚2回の手術に用いると仮定すると1人あたり平均30枚が必要となり、現在のJSBNの在庫では全国で30人分しか備えがないことになる。

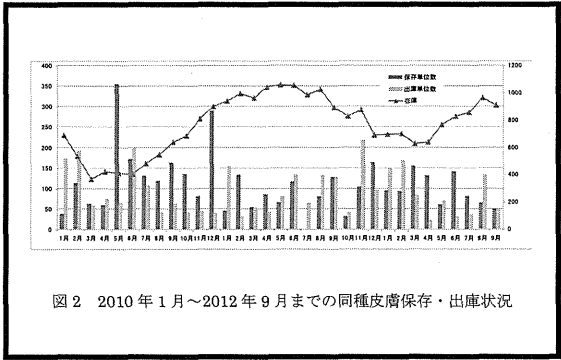


図2 2010年1月～2012年9月までの同種皮膚保存・在庫状況

2012年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月
保存 単位数	93.8	91.95	153.4	129.6	59.8	139.85	79.7	63.1	48.95
出庫 単位数	148	167	61.4	22.4	68.7	31.25	35.3	131.4	50.35
在庫	693	695.6	622.4	632.95	783.95	824.85	853.4	957.75	906.05

表1 2012年1月から9月までの同種皮膚保存・出庫および在庫状況

D. 考察

広範囲熱傷患者の植皮には通常、分層自家皮膚移植が実施されるが、放射線熱傷患者では全く障害を受けていない正常細胞の皮膚はほとんどないと思料するので、皮膚全層にわたる放射線熱傷が出現すればその領域は同種皮膚（同種凍結死体皮膚あるいは同種培養皮膚）移植の適応と考える。通常の広範囲熱傷でも急性期には免疫機能が低下するが、皮膚は基本的に拒絶反応の強い組織であるので、同種皮膚はレシピエントの免疫学的拒絶反応により、受傷約2～3週間ではほぼ脱落するが、放射線急性被ばく障害では免疫機能がさらに著しく低下すると考えられるので、永久生着する可能性がある。

東海村事故の症例経験から、放射線皮膚障害の症状と病期分類は7日未満の超急性期、7日以後～6ヶ月までの急性期、6ヶ月以後～数年の慢性期に分けられる¹⁾。このうち、急性期は7～21日の潜在期と21日以後～6ヶ月の顕在期に細分化される。急性期の放射線熱傷の程度は被ばくした線量

と組織の放射線感受性によって決まる。10グレイ前後では初期の皮膚症状（発赤、紅斑、浮腫）が3～4日で消退ののち、潜伏期を経て受傷3週目ごろより再度、組織腫脹、掻痒感、発赤、疼痛感、紫斑などが現れる。進行は緩徐で、落屑、水疱形成、表皮剥離が出現し、皮脂腺や汗腺の破壊による皮膚の乾燥もおこるといふ。被ばく線量が高く、あるいは組織の感受性が高い部位では同じ線量でも皮膚潰瘍になることがある。さらに、10グレイ以上であれば、表皮から真皮全層の壊死がおこり、20グレイ以上になると真皮下層の皮膚細胞のほとんどが死滅するとのことである¹⁾。

皮膚障害が全層になれば通常の熱傷と同様に皮膚移植が必要と考えられる。放射線熱傷を有する患者に新たな採皮創をつくるのは難治性潰瘍化へのリスクを伴うので、同種皮膚移植の有用性は通常以上にあることは明らかである。皮膚移植を行うためには、スキンバンクが必要であるが、本邦のスキンバンクはJSBNが実質上唯一であり、東海村事故の際も同種皮膚（同種凍結死体皮膚および同種培養皮膚）が供給された。しかしながら、図2や表1に示したようにJSBNの皮膚在庫枚数は不安定で十分ではなく、平常時に発生する広範囲熱傷患者の必要量を維持するのが精一杯で、大災害や核テロに備える在庫枚数には程遠いといわざるを得ない。もし、大規模な原発事故等がおこって放射線熱傷の大量傷者が発生すれば、現在、JSBNにある900枚は瞬時に枯渇することが必至である。原発事故に限らず、大規模災害やテロにおける被災者は広範囲熱傷患者が多発するといわれ、2001年9月11日の米国同時多発テロ事件による入院患者の約三分の一は広範囲熱傷を伴っていたという。さらに、核テロや原発事故による放射線障害の際には多くの放射線熱傷患者の発生が想定される。本邦におけるスキンバンクの規模拡大が、大災害の備えには必要不可欠と思料する。

（文献）

- 1) 田中秀治. 第4章 局所被ばくの診断と治療. 緊急被ばく医療テキスト. 青木芳朗、前川和彦、監修. 医療科学社（東京）, p59-74, 2004.
- 2) Kobayashi K, Ikeda H, Higuchi R

et al. Epidemiological and outcome characteristics of major burns in Tokyo. Burns 31S: S3-S11, 2005.

- 3) 齋藤大蔵. Skin bank の役割と問題点. PEPARS 47:26-32, 2010.

E. 結論

放射線熱傷の治療には患者救命のために同種皮膚移植が有用であり、スキンバンクの規模拡大が国家的な災害対処において必要と考える。

F. 研究発表

1. 論文発表

1. Okamura Y, Kabata K, Kinoshita M, Miyazaki H, Saito A, Fujie T, Ohtsubo S, Saitoh D, Takeoka S. Fragmentation of poly(lactic acid) nanosheets and their patchwork treatment for burn wounds. Adv Mater (in press).
2. Saito A, Miyazaki H, Fujie T, Ohtsubo S, Kinoshita M, Saitoh D, Takeoka S. Therapeutic efficacy of an antibiotic-loaded nanosheet in a murine burn-wound infection model. Acta Biomater 8: 2932-2940, 2012.
3. Hasegawa H, Sato S, Saitoh D, Shinomiya N, Ashida H, Terakawa M. Control of burn wound sepsis in rats by methylene blue-mediated photodynamic treatment. Proc SPIE 8210: 82100V, 1-6, 2012.
4. Miyazaki H, Kinoshita M, Saito A, Fujie T, Kabata K, Hara E, Ono S, Takeoka S, Saitoh D. An ultrathin poly(l-lactic acid) nanosheet as a burn wound dressing for protection against bacterial infection. Wound Repair Regen 20:573-579, 2012.
5. 齋藤大蔵. 日本熱傷学会「熱傷入院患者レジストリー」の現状. VI. 同種皮膚移植に関する検討. 熱傷 38:304-305, 2012.
6. 田熊清継, 齋藤大蔵. 日本熱傷学会「熱傷入院患者レジストリー」の現状.

VII. 予後因子. 熱傷 38:306-307, 2012.

7. 齋藤大蔵, 松村一, 鳴海篤志, 他. 日本熱傷学会スキンバンクマニュアル 2012 年度版. 熱傷 38:310-323, 2012.

2. 学会発表

1. Miyazaki H, Kinoshita M, Ono S, Saito A, Takeoka S, Saitoh D. Evaluation of allogeneic microskin grafting on wound healing of a full thickness skin defect from debrided deep burns in a murine model. The 4th Congress of the World Union of Wound Healing Societies, Yokohama, 2012.9.
2. Miyazaki H, Anzai K, Ono S, Kinoshita M, Saito A, Takeoka S, Saitoh D. Allogeneic microskin grafting promotes angiogenesis in a partial thickness burn wound. The 16th Congress of the International Society for Burn Injuries, Scotland, 2012.9.
3. 安西一正*, 宮崎裕美, 小野聡, 木下学, 齋藤晃広*, 武岡真司*, 齋藤大蔵. 同種皮膚を用いたマイクロスキングラフティングによる熱傷創部の血管新生促進効果. 第 11 回日本組織移植学会総会・学術集会, 東京, 2012.8

G. 知的所有権の取得状況

1. 特許取得
なし
2. 実用新案登録
なし
3. その他
なし

分担報告「放射線熱傷に対するスキンバンクと同種皮膚移植に関する検討」

東海村原発事故の放射線熱傷症例
- 同種皮膚移植の治療効果について -

1999年9月30日、東日本の東海村ウラン加工施設で3人の作業従事者が被ばくした。
3人の従業員は、17-22グレイ、8-10グレイ、および1.8-2.5グレイの高線量の放射線を浴びた。
そのうち、8-10グレイ被ばくした症例の放射線熱傷に対する同種皮膚移植に焦点をあてて報告する。

被ばく数日後

顔面の小範囲に1次的な紅班が観察された。

被ばく3週間後

患者の手、顔、および下肢に2次的な紅班と水疱が出現した。

被ばく7週間後

保存的局所療法の施行にもかかわらず、潰瘍が体幹・背部に(全体表面積の67%)拡がった。

被ばく10週間後

同種凍結死体皮膚および同種培養皮膚が両側前腕(あるいは下腿)に植皮された。

被ばく15週間後

術後、植皮部位を確かめると95%以上が生着していた。

被ばく20週間後

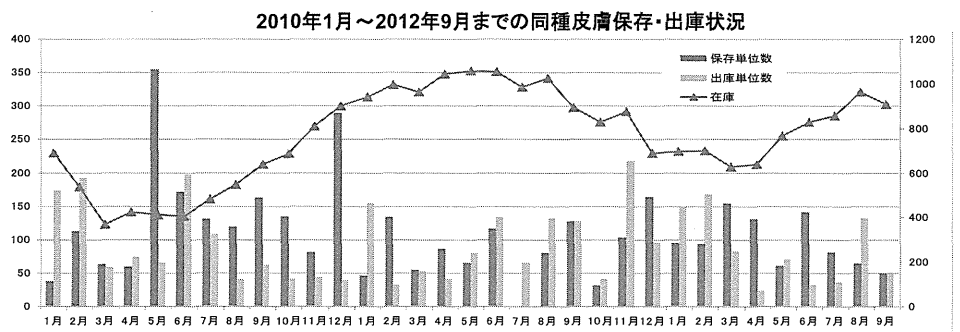
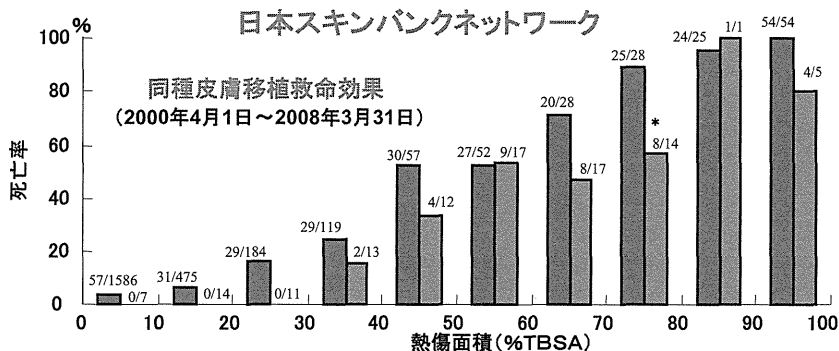
同種皮膚移植後120日経っても、拒絶反応の徴候は現れなかった。

被ばく5ヶ月以降

皮下線維症による硬化が徐々に現れた。

同種凍結死体皮膚と同種培養皮膚は、免疫抑制によって長期的に生着した。

同種皮膚は放射線熱傷治療に有用！ → スキンバンクの必要性



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）
分担研究報告書

東日本大震災および東京電力福島第一原発事故対応を踏まえた
健康危機管理体制の整備・強化に関する研究

放射線障害傷者の航空搬送に関する検討

研究分担者 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 准教授
齋藤大蔵 防衛医科大学校 防衛医学研究センター
外傷研究部門 教授

研究要旨

平成 23 年 3 月 11 日の東日本大震災に続いた福島第一原子力発電所事故においては、我が国の総力を挙げた対応が行われた。その対応において米軍、米研究機関の支援と専門的助言が大きく影響したといわれている。我が国の放射線災害への対応については指針や情報の普及が限定されていたため、東日本大震災と福島第一原子力発電所事故に対応において少なからず混乱を引き起こした。航空機の除染、初動対応者、医療従事者の防護、患者空輸など航空医学に関連する諸問題は災害時に我々が直面する大きな問題の一つである。我が国のみならず、我々の居住するアジアは世界における原子力発電所の過密地域の一つであり、引き続き緊急時の対策を要する。

我が国において、これら諸問題の対応指針は、放射線医学総合研究所緊急被ばく医療研究センターや財団法人原子力安全研究協会などの一部の組織が関連教育や情報普及に努めている。海外においては米国連邦航空局(FAA)、欧州航空協会(AEA)、国際民間航空機関(ICAO)世界保健機構(WHO)、米国疾病対策予防センター(CDC)や米国防省・軍、北大西洋条約機構(NATO)など多くの組織があらゆる想定して幅広い指針を公開している。汚染源となる放射性元素が異なる場合にベクレル、シーベルトなどの単位換算が必要な状況が多々生じたが、米国防威嚇緩和機関(DTRA)から換算表を含む資料も公開されている。

災害時の放射線汚染を伴うご遺体の取扱い指針は CDC から公開されており、ご遺体の管理全般については全米保健機構(PAHO)が指針を公開し、その一部は国立保健医療科学院が和訳公開している。

バイオテロ、化学テロにおける公共施設再開の指針についても既に指針が公開されている。空港勤務者の安全確保に医療関係者が関わらなければ成らない領域である。これらの国際指針の中から、特に航空機の除染や患者空輸に関するものを調査した。国際機関や米国の専門機関からは広く情報が公開され専門家、初動対応担当者の間で情報が普及し共有されていることを伺い知る。広域重症患者空輸の我が国の制度は、搭載医療機器の電磁干渉基準の未整備から効率的に機能していない。体系的な情報の普及と共有により今後の我が国の災害対応がより強固になるものと考えている。

A. 研究目的

平成 23 年 3 月 11 日の東北地方太平洋沖地震に端を発する一連の福島第 1 原子力発電所事故に対する対処においては、これまで想定されていなかった様々な事態が発生

し多くの教訓を残した。近年、わが国においては、地下鉄サリン事件、新型インフルエンザ、福島第 1 原子力発電所事故等に見られるとおり、災害が広域化かつ複雑化する傾向にある。一方で、わが国では、これらの特殊災害時における被害者の除染、そ

の後の空輸に関する国としての活動指針は整備されていない。

本研究ではこれら様々な問題点や教訓を収集・分析し、特に分担研究課題として「放射線障害傷者の航空搬送に関する検討」について広く米国及び国際機関の対応指針や各種情報を収集し現在の危機管理体制の整備や強化に対して提言や指針提示を行い、厚生労働行政や危機管理に還元することを目的とする。

B. 研究方法

本研究課題の「放射線障害傷者の航空搬送に関する検討」に関して文献、書籍、米国および国際機関のデータベースやインターネットサイトによる概要調査を行った。また、平成 23 年度から行われている、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）「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」による渡米調査により入手した資料の分析により該当内容の分析を行った。

平成 22 年 12 月及び平成 23 年 11 月に調査目的で訪問した 米国施設は以下である。

テキサス州サンアントニオ市

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 (University of Texas Health Science Center at San Antonio: UTHSCSA)

陸軍キャンプ・フォートサムヒューストン内

サンアントニオ国防メディカルセンター (San Antonio Military Medical Center: SAMMC 旧ブルックアーミーメディカルセンター: Brook Army Medical Center: BAMC)

陸軍外科学研究所 (US Army Institute of Surgical Research: USAISR)

陸軍衛生学校 (United States Army Academy of Public Health)、

ラックランド空軍基地内

ウィルフォードホール・メディカルセンター (United States Air Force Wilford Hall Medical Center)

イリノイ州ベルビル市スコット空軍基地

内

空軍航空輸送司令部医務官室 (United States Air Force Air Mobility Command, Office of Command Surgeon General)

米国輸送軍患者空輸司令部 (United States Transportation Command, Global Patient Movement Requirement Center: USTRANSCOM GPMRC)

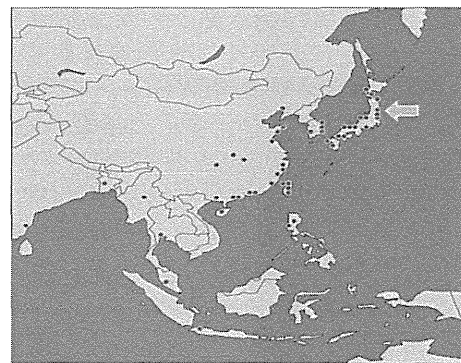
(倫理面への配慮)

調査研究のため該当事項無し。

C. 研究結果

1. 我が国の地政学的な位置付けと本調査研究の重要性

我が国及び近隣諸国においては、複数の原子力発電所が稼働中であり、我が国を含めた東アジアは原子力発電所の過密地帯である。図 1 にアジア各国の原子炉を赤で示した。矢印は福島第一原子力発電所である。国内の原子炉以外にも、日本近隣には多くの原子炉があり、原子力発電所事故対応の重要性は明らかである。



<http://www.cnrc.jp/english/newsletter/nit146/nit146articles/asianukemap.html> などを参照

図 1. アジア近隣の原子力発電所

(<http://www.cnrc.jp/english/newsletter/nit146/nit146articles/asianukemap.html> から改変)

2. 避難区域の設定基準に関する基準

原子力災害時の避難区域設定の考え方について、東日本大震災、福島第一原子力発電所事故発生時において、十分な情報共有ではなく初動担当者間で混乱を生じた。避難区域設定と地図上の作図法、危険区域に

放射線乗り物等の基準

指針	機関	年	条件	基準	μSV/h	距離	サイト
航空機の放射線防護手冊	AEA: 国際航空委員会	2002	専門家は配置	>4 Bq/cm ²	0.07	1cm	http://www.aiaa.org/standards/2002-041.pdf
			放射線測定装置	>10 Bq/cm ²	0.100	1cm	
			手帳測定を開始	>40 Bq/cm ²	0.719	1cm	
航空機の除染	IAEA: 航空安全	1995	除染完了	0.05mSv/h	5		http://www.iaea.org/publications/2002/041.pdf
放射線緊急事態における行動指針	IAEA: 国際原子力機関	2008	乗客時間		>1,110	10-m	http://www.iaea.org/publications/2008/041.pdf
			緊急対応時のみ		>10,000		
			利用不可		>100		
			隔離		>100	1m	

図 4. 乗り物に関する放射線スクリーニング基準

福島におけるスクリーニング基準の策定の参考とされた海外の基準 15,16,17,18)を 図 3,4 に示す。

放射線被ばくについての基準について日本では放射線医学総合研究所から対応マニュアル 19) が出されている。また各種国際機関から出された基準の翻訳 20, 21) が幾つか公表されている。

国際機関や米国の基準を調査すると、放射線事故における対応指針について包括的に見ることが出来る。国際民間航空機関からは放射性物質摂取者の輸送に関して指針が出され、放射線無と扱って良いレベル。輸送可能な上限、排除しなければ成らない基準、飛行時に防護を必要とする基準、隣席の同意が必要な場合などが記され、放射線で航空機が汚染された場合の除染作業中の被爆規制についても記されている。

米国陸軍、北大西洋条約機構、国際原子力機関からは衣類等の除染基準 22,23,24,25)が記されている。これらの指針を理解していれば、非常時において被爆した患者さんの空輸や受け入れにおいて冷静な対応が可能となる。

放射線の被曝時の航空機のスクリーニング指針も各種国際機関などから示されている 17,26)。航空機全体が被爆してしまうという想定は、警察、消防、自衛隊、海上保安庁など以外では考慮されないものと思われるが、これらの情報を認識することで冷静な対応が可能となる。

放射線関連単位の変換が必要な場面に多々遭遇したが、ヨウ素 131、セシウム 137 などの汚染源となる放射性元素の異なる場

合にベクレルからシーベルトへの換算表 27) など示されている。一般にベクレルからシーベルトへの変換は線源からの距離を考慮するが、広範囲の地表が汚染された場合の換算の考え方などが米国の公開資料には記されている。

放射線汚染を伴うご遺体の扱い方、大災害時のご遺体の取り扱い指針については米疾病予防管理センターや全米保険機構から公表 28,29,30)されており、一部は既に国立保健医療科学院から翻訳 31,32)が出版されている。

4. 病院の準備体制と汚染した公共施設の再開基準

放射線事故や化学事故において病院には汚染された患者が受診する。救急外来や病院職員を保護し、診療態勢を準備する 154 ページの指針が米労働安全衛生局から出版されている 33)。

空港などの公共施設がバイオテロ、化学テロの被害に遭った場合に、公共施設を再開する基準についても資料も公開されている 34,35,36)。

化学工場の爆発、化学テロ、生物テロ、放射線事故などの特殊災害時の医療対応、治療マニュアルなども米国の研究所や軍の医療チームから出版され一般に市販されている。

5. 我が国における緊急患者空輸制度の盲点―機上搭載医療機器の電磁干渉基準の未整備

東日本大震災と福島第一原子力発電所事故の際には、改めて、広域患者空輸の重要性とその問題点が明らかになった。難病患者や要介護者、重症患者を人工呼吸器や生体監視装置などの医療機器を装着したまま緊急空輸により避難させる必要が生じた 37)。航空機の電子機器から医療機器へ電磁干渉が発生する可能性が指摘されており、逆に医療機器が航空機の電子機器へ何らかの影響を及ぼす可能性もある 38)。ドクターヘリや防災ヘリによる重症患者空輸においては除細動器、輸液ポンプなどの医療機器を搭載する必要が生じる。筋ジストロフィー患者が使用する呼吸補助器や臓器移植のために渡航する患者が使用する人工呼吸

器などの医療機器について個別に航空機に搭載された事例はあるものの、航空機に搭載する医療機器の電磁干渉基準について我が国に統一指針が無い。

病院などで広く使われている医療機器の EMC 規格として国際電気標準会議規格 IEC 60601-1-2(以下 IEC 規格)があり、その和訳が JIS T 0601-1-2 (以下 JIS 規格)である。国内の航空会社では個々の医療機器の適合試験は原則行っておらず、IEC 規格の適合により、離着陸時を除き使用できるものと常時使用できるものに分類している。「離着陸時以外は IEC 規格を満たしていれば使用しても良い」という実用的な基準(航空輸送技術研究センター：航空機での医療機器利用に関する調査・研究委員会報告書、2006)と、「離着陸時を含め常時使用可能な条件として、米国航空無線技術委員会規格 RTCA/DO-160E (以下 RTCA 規格)Sec.21 カテゴリーM にある規格以下の医療機器」としている。厚生労働省による医用電気機器の薬事法改正により、JIS 規格への適合が必須となっていることから、平成 18 年 9 月以降に国内で市販された製品は IEC 規格に適合しているため、全て離着陸時以外は使用可能ということになる。航空機機内で医療機器を使用する場合、バッテリー駆動が推奨されている。医療機器の機内持ち込み、使用に関しては現状では航空会社に個別の問合せをする必要があり、自衛隊器による搬送時も同様な制度である。図 5 に機上搭載電子機器の電磁干渉基準の概略を示す。

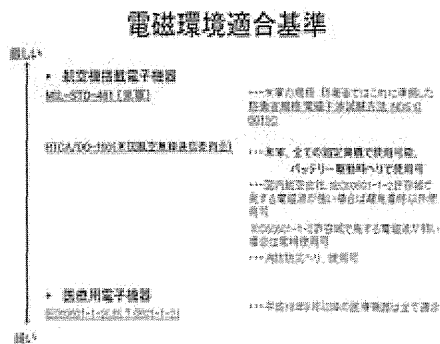


図 5. 機上搭載電子機器の電磁干渉基準の概略

米国の航空会社では IEC 規格および RTCA 規格に準じた取り決めがなされているが、軍においては MIL-STD-461 という厳しい基準が設けられている。この基準は元来、搭載医療機器に対する基準ではないため、米軍においては民間基準との包括的な比較がなされ、患者空輸機材の効率的な搭載利用を施している 39)。また緊急事例に対するウェーバー制度(特例の免責制度)も構築されている。我が国において、搭載医療機器による飛行安全の不具合は報告されていないが、統一された基準や考え方の指針が無いため、電磁干渉の問題を危惧する限り緊急の事例には対応が困難であり、医療機器を伴う患者空輸制度の発展の律速段階と成っている。米連邦通信委員会は、平成 24 年 12 月 10 日までに、米連邦航空局に対して、電磁干渉の実証がなされていないとして、旅客機などでの携帯電話などの使用解禁を提言している 40,41)。患者空輸における機上搭載機器の電磁干渉基準について緩和が可能ではないかと考察している。

D. 考察

放射線事故対応を含めた緊急時対応指針については我が国において認識の低さから、関連官公庁も含めた情報の共有及び普及が遅れている。米国や国際機関のサイトには各種対応指針が公開されており官公庁や市民における高いレベルでの情報の共有認識を伺い知る。

知らないことに対する恐怖感から風評被害やパニックが生じる。我が国で経験された事例を教訓として、対応に十分な情報共有の重要性を認識している。緊急対応に必要な情報の普及、周知が必要と思われる。

東日本大震災と福島第一原子力発電所事故の際には、改めて、広域患者空輸の重要性とその問題点が明らかになった。航空機に搭載する医療機器の電磁干渉基準について我が国に統一指針が無い。電磁干渉の問題を危惧する余り既存の厳しい基準に従う傾向があり緊急の事例には対応が困難である。今後の緩和施策が必要である。また重症患者空輸の医学的安全を担う航空医学教育の普及が望まれる。

E. 結論

米国や国際機関から公表される基準や指針を広く分析し要約した。緊急対応に必要な情報の普及、周知やこれらを効率的に行う教育制度の構築が必要である。

また、我が国において、重症患者空輸時の機上搭載医療機器による飛行安全の不具合は報告されていないにもかかわらず、統一された基準や考え方の指針が無く、電磁干渉の問題を危惧する余り、緊急の事例には対応が困難であり、医療機器を伴う重症患者空輸制度の発展の律速段階と成っている。航空機に搭載する医療機器の電磁干渉について、今後予測される“ネクスト・クライシス”が不幸にも生じる以前に、官民を含めた包括的許容指針の作成が喫緊の課題と思われる。それに伴い普及が見込まれる重症患者空輸の医学的安全を担う航空医学教育の普及が望まれる。

参 考

- 1)原子力安全委員会、原子力施設等の防災対策について、昭和 55 年 6 月
<http://www.nsr.go.jp/archive/nsr/anken/sonota/houkoku/bousai220823.pdf> (平成 24 年 12 月 31 日 閲覧)
- 2) Per Hedemann Jensen, The Chernobyl accident in 1986 - Causes and Consequences, Lecture at the Institute of Physics and Astronomy, University of Aarhus, 30 November 1994
<http://www.risoe.dk/risepubl/nuk/nukartikler/pdfartikler/chernobyl.pdf> (accessed 2012-12-31)
- 3)Tetsuji Imanaka, Hiroaki Koide, Dose Assessment for Inhabitants Evacuated from the 30-km Zone Soon after the Chernobyl Accident
<http://www.rri.kyoto-u.ac.jp/NSRG/reports/kr21/kr21pdf/Imanaka2.pdf> (accessed 2012-12-31)
- 4) U.S. Nuclear Regulatory Commission (NRC), Emergency Preparedness at nuclear power plants, Fact Sheet,
<http://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collect/ions/fact-sheets/fs-emerg-plan-prep-nuc-power.pdf> (accessed 2012-12-31)
- 5) U.S. Army, Nuclear Contamination

- Avoidance, Field Manual 3-3-1,1994
<http://www.globalsecurity.org/wmd/library/policy/army/fm/3-3-1/fm3-3-1.pdf> (accessed 2012-12-31)
- 6)U.S. Department of the Army, Technical Manual 3-6665-304-10,1975
<http://www.liberatedmanuals.com/TM-3-6665-304-10.pdf> (accessed 2012-12-31)
 - 7) U.S. Department of the Army, Field Manual 3-7, NBC Field Handbook,1994
<http://www.fas.org/irp/doddir/army/fm3-7.pdf> (accessed 2012-12-31)
 - 8) Federal Emergency Management Agency, U.S. Department of Transportation, U.S. Environmental Protection Agency, Handbook of Chemical Hazard Analysis Procedures
<http://nepis.epa.gov/EPA/html/DLwait.htm?url=/Exe/ZyPDF.cgi?Dockey=10003MK5.PDF> (accessed 2012-12-31)
 - 9)U.S. Army, Field Manual 3-4-MBC protection, chapter 2 MOPP analysis,1994
<http://library.enlisted.info/field-manuals/series-3/FM3-4/CH2.PDF> (accessed 2012-12-31)
 - 10)藤田真敬、廣川孝則、佐藤浩幸、岩田賢治、野上弥志郎、尾田高志、山田憲彦、夏期クウェート勤務者の身体への影響 航空自衛隊第 9 期イラク復興支援派遣輸送航空隊員の血液検査集計から、防衛衛生 55(1), 1-12,2008
 - 11) U.S. Department of Labor, Emergency Preparedness and Response
<http://www.osha.gov/SLTC/emergencypreparedness/index.html> (accessed 2012-12-31)
 - 12)井上忠雄、「テロ」は日本でも確実に起きる 核・生物・化学兵器から身を守る法、講談社+α新書、講談社、東京 2003
 - 13) Headquarters ,U.S. Air Force, Aircraft Downwind Hazard Distance after a Chemical Attack,2003
<http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a468458.pdf> (accessed 2012-12-31)
 - 14) 新潟県知事、福島県での自動車のスクリーニング・除染実績

<http://chiji.pref.niigata.jp/files/230808.1pinntie.pdf#search='福島県での自動車スクリーニング'> (平成 24 年 12 月 31 日 閲覧)

15) International Atomic Energy Agency, Manual for first responders to a radiological emergency, 2006
http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/epr_Firstresponder_web.pdf (accessed 2012-12-31)

16) International Civil Aviation Organization, Guidance material for transporting persons subjected to radioactive material intake, 2011
<http://www.icao.int/safety/DangerousGoods/Documents/Guidance%20Material/GuidanceMaterial.pdf> (accessed 2012-12-31)

17) U.S. Federal Aviation Administration, Advisory Circular 20-48, Practice Guide for Decontaminating Aircraft, 1966
http://www.faa.gov/regulations_policies/advisory_circulars/index.cfm/go/document.information/documentID/23005 (accessed 2012-12-31)

18) Association of European Airlines, Radioactive contamination of aircraft and engines, 3rd edition, 2002
<http://files.aea.be/Downloads/2002-042.pdf> (accessed 2012-12-31)

19) 放射線医学総合研究所、医療機関等における放射線緊急モニタリング対応マニュアル 平成 23 年 3 月 18 日
<http://www.nirs.go.jp/data/pdf/manual.pdf> (平成 24 年 12 月 31 日 閲覧)

20) 放射線医学総合研究所 訳、原子力あるいは放射線緊急事態におけるモニタリングの一般的手順、Generic Procedures for Monitoring in a Nuclear or Radiological Emergency 1999 IAEA
[http://www.nirs.go.jp/hibaku/kenkyu/te_1092_jp.pdf#search='%E5%8E%9F%E5%AD%90%E5%8A%9B%E3%81%82%E3%82%8B%E3%81%84%E3%81%AF%E6%94%BE%E5%B0%84%E7%B7%9A%E7%B7%8A%E6%80%A5%E4%BA%8B%E6%85%8B%E3%81%AB%E3%81%8A%E3%81%91%E3%82%8B%E3%83%A2%E3%83%8B%E3%82%BF%E3%83%AA%E3%83%B3%E3%82%B0%E3%81%AE%E4%B8%](http://www.nirs.go.jp/hibaku/kenkyu/te_1092_jp.pdf#search='%E5%8E%9F%E5%AD%90%E5%8A%9B%E3%81%82%E3%82%8B%E3%81%84%E3%81%AF%E6%94%BE%E5%B0%84%E7%B7%9A%E7%B7%8A%E6%80%A5%E4%BA%8B%E6%85%8B%E3%81%AB%E3%81%8A%E3%81%91%E3%82%8B%E3%83%A2%E3%83%8B%E3%82%BF%E3%83%AA%E3%83%B3%E3%82%B0%E3%81%AE%E4%B8%80%E8%88%AC%E7%9A%84%E6%89%8B%E9%A0%86')

http://www.nirs.go.jp/hibaku/kenkyu/te_1162_jp.pdf (平成 24 年 12 月 31 日 閲覧)

21) 放射線医学総合研究所 訳、放射線緊急事態時の評価および対応のための一般的手順、Generic Procedures for Assessment and Response during Radiological Emergency 2000 IAEA
http://www.nirs.go.jp/hibaku/kenkyu/te_1162_jp.pdf

(平成 24 年 12 月 31 日 閲覧)
22) U.S. Army, Marine Corps, Navy, Air Force, CBRN Decontamination, Multiservice Tactics, Techniques, and Procedures for Chemical, Biological Radiological and Nuclear Decontamination, Field Manual 3-11-5, 2006

<http://www.fas.org/irp/doddir/army/fm3-11-5.pdf> (accessed 2012-12-31)

23) U.S. Army, Marine Corps, Navy, Air Force, Multiservice Tactics, Techniques, and Procedures for Chemical, Biological Radiological and Nuclear Consequence Management Operations, Field Manual 3-11-21, April, 2008

<http://www.fas.org/irp/doddir/army/fm3-11-21.pdf> (accessed 2012-12-31)

24) NATO Civil Emergency Planning Civil Protection Committee, Project on minimum standards and non-binding guidelines for first responders regarding planning, training, procedure and equipment for chemical, biological, radiological and nuclear (CBRN) incidents, guidelines for first response to a CBRN incident
<http://www.nato.int/docu/cep/cep-cbrn-response-e.pdf> (accessed 2012-12-31)

25) International Atomic Energy Agency, generic intervention levels for protecting the public in the event of a nuclear accident or radiological emergency, interim report for comment, IAEA-TECDOC-698, 1966
http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/te_698_web.pdf

(accessed 2012-12-31)

26) International Civil Aviation Organization, Manual on Volcanic ash, Radioactive material and Toxic chemical clouds, Second edition 2007
<http://www.paris.icao.int/news/pdf/9691.pdf>

(accessed 2012-12-31)

27) U.S. Threat Reduction Agency, bounding analysis of effects of fractionation of radionuclides in fallout on estimation of doses to atomic veterans, 2007

<http://www.fas.org//irp/agency/dod/dtra/doses.pdf> (accessed 2012-12-31)

28) Centers for Disease control and Prevention, Guidelines for handling decedents contaminated with radioactive materials,

<http://www.bt.cdc.gov/radiation/pdf/radiation-decedent-guidelines.pdf>

(accessed 2012-12-31)

29) Pan American Health Organization, Management of dead bodies in disaster situations, 2004

<http://www.paho.org/English/DD/PED/ManejoCadaveres.htm>

(accessed 2012-12-31)

30) Pan American Health Organization, Management of dead bodies after disasters, 2009

<http://www.paho.org/English/DD/PED/DeadBodiesFieldManual.htm>

(accessed 2012-12-31)

31) 国立保健医療科学院・災害研究グループ 訳、災害時の遺体管理、2011

<http://www.niph.go.jp/journal/> (平成 24 年 12 月 31 日 閲覧)

32) 国立保健医療科学院・災害研究グループ 訳、災害後の遺体管理、一次対応者の現場マニュアル、2012

<http://www.niph.go.jp/journal/> (平成 24 年 12 月 31 日 閲覧)

33) 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

(accessed 2012-12-31)

34) U.S. National Research Council of the national academies, Reopening public facilities after a biological attack: a decision-making framework, 2005

http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=11324

(accessed 2012-12-31)

http://www3.cutr.usf.edu/security/documents/nap_trb/ReopeningPubFacilities_Final.pdf (accessed 2012-12-31)

35) Annetta Watson, Linda Hall, Ellen Raber, et al., developing health-based pre-planning clearance goals for airport remediation following chemical terrorist attack: introduction and key assessment considerations, Human and Ecological Risk Assessment, 17:2-56, 2011

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3046625/pdf/bher17-2.pdf>

(accessed 2012-12-31)

36) Annetta Watson, Fredrick Dolislager, Linda Hall, et al., developing health-based pre-planning clearance goals for airport remediation following a chemical terrorist attack: decision criteria for multipathway exposure routes, Human and Ecological Risk Assessment, 17:57-121, 2011

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3046627/pdf/bher17-57.pdf>

(accessed 2012-12-31)

37) 中島孝、神経難病患者の災害対応：二回の地震と東日本大震災への支援経験から、神経治療 29, 207-211, 2012

38) 相羽 清彦、池上 俊三、医療用電子機器と航空機搭載電子機器との電磁環境適合性に関する調査 他機関の運用及び医療用電子機器のリストアップ、航空医学実験隊報告 50(2-3), 75-85, 2010.

39) US. Department of Defense/industry Electromagnetic Environmental Effects Standards Committee, Engineering practice study, Results of detailed comparisons of individual EMC requirements and test procedures delineated in major national and international commercial standards with military standard MIL-STD-461E, 2001
<http://snebulos.mit.edu/projects/reference/MIL-STD/MIL-STD-461-CrossReference>.

pdf (accessed 2012-12-31)

40) CNN ジャパン、機内での携帯電話「使用解禁を」米連邦通信委が提言、平成 24 年 12 月 10 日

<http://www.cnn.co.jp/tech/35025508.html>
(平成 24 年 12 月 31 日 閲覧)

41) CNN money news, Even FCC thinks in-flight gadget bans are dumb, December 10, 2012

<http://money.cnn.com/2012/12/09/technology/in-flight-cell-phones/index.html>
(accessed 2012-12-31)

F. 研究発表

1. 論文発表

1. 藤田真敬、佐藤弘樹、徳野慎一、加来浩器、藤井達也、鈴木信哉、四ノ宮成祥、パンデミックインフルエンザ 2009 における空港検疫と公衆衛生対策効果の検証、防衛医科大学校雑誌 37(2),140-142,2012.06
2. 藤田真敬、齋藤大蔵、石原雅之、石原美弥、立花正一、金谷泰宏、米国の化学、放射線災害における医療戦略、防衛医科大学校雑誌 37(3),172-183,2012.09
3. 藤田真敬、櫛引俊宏、石原美弥、これからの EMC、月刊 EMC(Electro Magnetic Compatibility)、No.297,p65,科学技術出版株式会社、2013.1.5

2. 学会発表

1. Masanori FUJITA, Yoritsuna YAMAMOTO, Shoichi TACHIBANA, Hidetoshi SOMEDA, Yasuhiro KANATANI, Katsuhiko OGATA, Medical Activities in Japan

3. その他

1. (翻訳) 藤田真敬 (監訳・翻訳)、金谷泰宏 (監訳・翻訳)、石原雅之 (翻訳)、齋藤大蔵 (翻訳)、西山靖将 (翻訳)、山本頼綱 (翻訳)、立花正一 (翻訳)、石田奈都子 (翻訳)、米国労働省、職業安全健康局編 危険物による集団災害被災者の病院における第 1 受信者のための最善の取り組み、OSHA BEST PRACTICES for

HOSPITAL-BASED FIRST RECEIVERS OF VICTIMS from Mass Casualty Incidents Involving the Release of Hazardous Substances, January 2005, Occupational Safety and Health Administration(24 年度内完成配布予定)

G. 知的所有権の取得状況

1. 特許取得
なし
2. 実用新案登録
なし
3. その他
なし

放射線障害傷者の航空搬送
に関する検討

平成24年度 厚生労働科学研究補助金 健康安全・危機管理対策総合研究事業
東日本大震災および東京電力福島第一原発事故対応を踏まえた
健康危機管理体制の整備・強化に関する研究 (H24-健危一般-005)
主任研究者 妻島 元太郎

藤田 真敬¹・齋藤 大蔵²

¹ 防衛医学研究センター・異常環境衛生研究部門
² 防衛医学研究センター・外傷研究部門

わが国の地政学的な位置づけ
～アジア各国における原子炉配置の現状～



<http://www.omic.jp/omib/newsletter/mt146/mt146article/atomjapan.htm> などから作成

福島第一原子力発電所事故対応における基準
人、自動車のスクリーニング・除染

- 13,000 cpm (概ね40 Bq/cm²相当)以下 → 段階的に1300 cpm (概ね4 Bq/cm²相当) へ低減を目指す。
.....移動、持出し可
- 13,000超～100,000 cpm以下
...移動可・ふき取り除染、持出し可、車は除染を助言
- 100,000 cpm(概ね1μ SV/h@10cm、400 Bq/cm²相当)超
.....全身除染、車は除染、皮膚の急性障害の予防

・Manual for First Responders to a Radiological Emergency IAEA EPR 2006 を模倣
<http://chijipref.migata.jp/files/230808.1printie.pdf#search=福島県での自動車スクリーニング>

放射線関連人に関する基準

指針	機関	年	条件	基準	μ SV/h	距離	サイト
放射性物質汚染者の輸送	ICAO: 国際民間航空機関	2011	放射線無しと扱う	<0.4 Bq/cm ² β γ 線	換算はセシウム137を想定 0.007		http://www.icao.int/safety/DangerousGoods/Documents/GuidanceMaterial/GuidanceMaterial.pdf
			輸送上限	<4 Bq/cm ² β γ 線	0.07		
			排除基準	10,000 Bq/cm ² β γ 線		<5	
			飛行時 要防護			>100	
			飛行時 要防護の同意			>25	
			飛行時無制限			<25	
航空機の除染	FAA: 米航空局	1988	除染作業の被曝上限	14mSv	140		http://www.faa.gov/regulations_policies/advisory_circulars/index.cfm/go/document/information/document/23005
			防護衣外着	<0.5mSv/h	<5		
			防護衣内着	<0.5mSv/h	<5		
放射線緊急事態における初期手順	IAEA: 国際原子力機関	2006	衣類の除染基準		<1	10cm	http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/epc/FirstResponder_web.pdf

放射線乗り物等の基準

指針	機関	年	条件	基準	μ SV/h	距離	サイト
航空機の放射性物質汚染	AEA: 欧州航空協会	2002	専門家配置	>4 Bq/cm ²	換算はセシウム137を想定 0.072	1cm	http://files.aea.be/Downloads/2002-042.pdf
			危険情報を通知	>10 Bq/cm ²	0.180	1cm	
			予防措置を開始	>40 Bq/cm ²	0.718	1cm	
航空機の除染	FAA: 米航空局	1988	除染完了	<0.5mSv/h	5		http://www.faa.gov/regulations_policies/advisory_circulars/index.cfm/go/document/information/document/23005
放射線緊急事態における初期手順	IAEA: 国際原子力機関	2006	乗り物利用基準 対応時のみ		>1, <10	10cm	http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/epc/FirstResponder_web.pdf
			緊急対応時のみ		>10, <100		
			利用不可		>100		
			隔離		>100	1m	

電磁環境適合基準

厳しい

- 航空機搭載電子機器
MIL-STD-461 (米軍)
RTCA/DO-160 (米国航空無線通信委員会)
...米軍の規格、防衛省ではこれに準拠した防衛省規格 電磁干渉試験方法 NDS C 00119
...米軍、全ての固定翼機で使用可能、バッテリー駆動時へで使用可
...国内航空会社、IEC60601-1-2許容域で発する電磁波が強い場合は離発着時以外使用可
IEC60601-1-2許容域で発する電磁波が弱い場合は常時使用可
...消防防災へ、使用可
- 医療用電子機器
IEC60601-1-2 (JIS T 0601-1-2)
...平成18年9月以降の医療機器は全て適合

緩い