

厚生労働省科学研究費補助金 地域医療基盤開発推進研究事業

「医療放射線の安全確保に関する研究」（主任研究者：細野 眞）

分担研究報告書（報告書）（平成 21 年度）

「医療機関で行う死亡時画像病理診断(Ai=Autopsy imaging)における放射線防護の  
ためのルール整備に関する研究」

分担研究者 山口 一郎 国立保健医療科学院生活環境部 主任研究官

#### 研究協力者

金谷信一	東京女子医科大学病院 核医学・PET 検査室
小高喜久雄	国立国際医療センター戸山病院 放射線診療部 診療放射線技師長
櫻井公一	東京都福祉保健局医療政策部医療安全課指導係
池淵秀治	日本アイソトープ協会
中村吉秀	日本アイソトープ協会
中村伸貴	日本アイソトープ協会
柳田幸子	日本アイソトープ協会

## 研究要旨

死亡時医学検索として死亡時画像病理診断(Ai=Autopsy imaging)の活用が見込まれることから、その円滑な実施のために医療機関で行う場合に限定して、放射線防護面での課題を整理し、今後のルール整備の方向性を示した。Ai は 1) 医療機関以外の専用施設で日常診療と完全に切り離して施行する、2) 医療機関内で専用装置として使用する。3) 日常診療で用いているエックス線診療室で行う 3つのパターンが考えられる。このうち、1) Ai ルームで専用装置を運用する場合には、放射線防護の基準に関して、医療法を適用させる必然性は乏しく、労働安全衛生法あるいは人事院規則を適用することで放射線安全は担保されうると考えられた。ただし、その質を担保するために、作業に従事するスタッフは医療従事者とする必要があると考えられる。2) 医療機関内で専用装置として使用する場合には、設置場所が医療機関であることから、放射線防護面に関しては、医療法を適用させる必要があると考えられる。3) 日常臨床で用いている設備を Ai でも活用する場合の医療法の適用は、放射線防護面で問題がなければ、研究・教育目的の使用は容認されており、Ai での利用は必ずしも禁止されておらず、その放射線防護は、医療法で示されている基準を用いることで放射線安全が担保されうると考えられた。これらのいずれの場合も、Ai を行うには、国内で標準化された考え方にに基づき院内ルールを整備しておく必要があると考えられる。また、その実態を行政も把握できるようにしておくべきであり、かつ、その質を担保するために、医療機関への立入検査の対象とするのが適切であると考えられた。

研究要旨 .....	2
A. 研究目的 .....	4
B. 研究方法 .....	4
B.1 Ai の放射線防護や法令適用の現状把握 .....	4
B.2 Ai の放射線防護基準の策定 .....	4
B.3 Ai の放射線防護面での法令適用 .....	4
C. 研究結果及び考察 .....	4
C.1 Ai の放射線防護の現状 .....	4
C. 1. 1 Ai の歴史 .....	4
C. 1. 1. 1 海外 .....	4
C. 1. 1. 2 わが国 .....	4
C. 1. 1. 3 わが国の特徴 .....	5
C.2 Ai の放射線防護や法令適用の現状把握 .....	6
C.3 Ai の放射線防護基準の策定 .....	6
C.4 Ai の放射線防護面での法令適用 .....	6
C. 4. 1 Ai に用いる放射線機器の医療法上の扱い .....	6
C. 4. 1. 1 放射線機器の共用 .....	6
C. 4. 1. 2 専用の放射線機器による Ai .....	6
C. 4. 2 エックス線装置の定義 .....	8
C. 4. 2. 1 BSS No. 115 の規制免除 .....	8
C. 4. 3 診療行為以外の放射線機器の使用 .....	8
C. 4. 3. 1 放射線診療の品質管理のための照射 .....	8
C. 4. 3. 2 ヒトを対象とした研究用途での放射線照射 .....	8
C. 4. 3. 3 ヒトを対象としない研究や教育用途での放射線照射 .....	8
C. 4. 3. 4 院内ルールと第三者確認 .....	9
C.5 Ai の放射線防護の留意点 .....	9
D. 結論 .....	10
A i 撮影プロトコルを基にした遮へい計算 .....	11
文献 .....	17

## A. 研究目的

死亡時医学検索として死亡時画像病理診断(Ai=Autopsy imaging)の活用が見込まれることから、医療機関でAiを行うことを想定し、その円滑な実施のために放射線防護面におけるルール整備の課題を整理し、今後の方向性を示す。

## B. 研究方法

### B.1 Aiの放射線防護や法令適用の現状把握

医療機関、行政機関（地方厚生局、地方自治体）にAiの放射線防護の現状を聞き取り調査し、現行規制と齟齬が生じていないか検証した。

### B.2 Aiの放射線防護基準の策定

Aiにおける事前・事後の放射線安全評価手法の標準モデルを策定した。

### B.3 Aiの放射線防護面での法令適用

現行規制と齟齬が見受けられる事例に対応するための方策を考案し、その方策が関係者間で合意されることを検証した。

## C. 研究結果及び考察

### C.1 Aiの放射線防護の現状

#### C.1.1 Aiの歴史

##### C.1.1.1 海外

スイスの法医学者ターリが2000年頃バーチャルオートプシーvirtopsy<sup>1</sup>システムを提唱し、2003年に北米放射線学会

で発表した。この後、欧米各国で、法医学や病理学の専門施設の剖検室の隣にCT、MRIが設置されるようになった。バーチャルオートプシーの有用性が次々に報告されたため、アジアにおいても、いくつかの国々がバーチャルオートプシーのシステムを取り入れることを検討するに至っている。

#### C.1.1.2 わが国

わが国では、放医研の江澤英史が2000年頃オートプシーイメージングの概念を提唱したが、以前から日本では救急領域で死後放射線検査が施行されていたとされる。2004年にはオートプシーイメージング学会が設立され、同年、千葉大学法医学教室が専用の装置を用いて検案に死後CTを導入し、従来の外表観察主体の検死と2割の食い違いが生じることを示した。2005年に千葉大学医学部附属病院が大学病院としては初めてシステム化し、2007年に警察庁が、誤認検視を防ぎ、死因を迅速に特定するため、検視に医療用CTの導入を決定し、経費の半額を警察庁が補助し各警察がCTを備えた医療機関と委託契約を結ぶこととなった。2008年3月には、日本医師会死亡時画像病理診断(Ai=Autopsy imaging)活用に関する検討委員会が「死亡時画像病理診断(Ai)の活用における医学的および社会的死亡時患者情報の充実の可能性及び課題について」を中間報告した。

千葉大学医学部附属病院では、半年で

<sup>1</sup> <http://www.virtopsy.com>

100 例が施行され、その数は院内死亡例の半数になっている。また、自治体での取り組みもさらに進められ奈良県の全県立病院で Ai が実施可能な態勢が整備されているように、今後、さらに拡大する可能性がある。事実、厚生労働省、法務省及び警察庁の間での合意により作成された医療安全調査委員会設置法案（仮称）大綱案の一 第三次試案 一においても、「死亡時画像診断等を補助的手段として活用することも今後の検討課題である。」とされている。しかし、死亡数例以上の Ai が実施されることは考えられないので、Ai での放射線照射の実情を把握すると放射線防護へのインパクトは推計可能であると考えられる。年間の死亡数は全国で百万件程度であり、年間の CT 総件数が 4 千万件であることから<sup>i</sup>、最大でもそのインパクトは 3%にとどまる。この程度の増加は照射条件が大幅に変わらなければ安全係数の範囲内であることから、各医療機関での事前安全評価の見直しの必要性は乏しいと考えられたが、照射範囲条件の増大の程度の吟味は必要かも知れない。

放射線診療とは独立したシステムの運営としては、近畿大学医学部が法医学教室に、Ai システムを 2009 年 2 月に国内初の試みとして導入した。設置場所は近畿大学医学部 研究棟 地下 1 階 「Ai ルーム」であり、診療ではなく、医療機関内でもないことから、医療法上の手続きはなされていない。設置装置は東芝の Asteion Super 4 Edition である。この装

置は診療で用いていたものを篤志家により寄贈されたものである。近畿大学医学部法医学教室は、大阪府の南部の司法解剖の拠点であり、毎年、約 200 体の司法解剖が行われている。放射線管理は法医学教室の X 線作業主任者によって行われており、装置の操作や読影は法医学教室のスタッフにより行われている。

読影技術の普及への試みとしては、2009 年 4 月に、日本医学放射線学会の検討委員会での活動をもとに、オートプシー・イメージング読影ガイドが発行された。

#### C.1.1.3 わが国の特徴

死後 CT は 1980 年代半ばからわが国では主に救命救急病院で施行されるようになった。日本の主要な救命救急病院の約 9 割が死後 CT を施行している実態にある。その背景としては、監察医制度の普及が不十分である一方で CT の普及割合が世界一であることがあげられている。また、監察医制度は、東京都 23 区、横浜市、名古屋市、大阪市、神戸市の 5 都市のみであり、監察医がいない地域の救命救急病院では異状死に剖検が困難な状況にある。このため、体表面からの観察だけで死因を推定せざるを得ない。監察医のいない地域でも死因を正確に診断したいと願う救命救急担当医が、CT を利用してきたことが、数多くの死後 CT が施行されているという日本の現状を生んだ<sup>ii</sup>。

今後の展開としては、平成 22 年 1 月 14 日に開催された全国厚生労働関係部局長

会議で示された「医療施設等 設備 整備費補助金」、「医療施設等 施設 整備費補助金」の項目に「死亡時画像診断システム設備と施設」が新たに追加されたことから、医療機関内に専用のX線CT装置を設置することが促進される可能性が考えられる。

#### C.2 Ai の放射線防護や法令適用の現状把握

- ・ Ai の実施状況
- ・ 専用装置の使用割合
- ・ 装置の手続き状況
- ・ 医療法上の放射線安全評価の実情の把握が課題であると考えられる。

#### C.3 Ai の放射線防護基準の策定

Ai における事前の放射線安全評価手法の標準モデルをAi撮影プロトコルを基にした遮へい計算として示す。事後の放射線安全確認は、医療法施行規則に基づく現行の方法でよいと考えられる。

#### C.4 Ai の放射線防護面での法令適用

##### C.4.1 Ai に用いる放射線機器の医療法上の扱い

###### C.4.1.1 放射線機器の共用

この場合はAiに用いる放射線機器は医療法の規制対象で医療法の規定に基づく手続きや放射線管理がなされることになる。

放射線診療に使っていた放射線機器を新たにAiにも用いる場合には、

- ・ 開設許可事項の変更がない
- ・ 使用前検査の許可証の条件内
- ・ 予防措置の概要が想定内

であれば、放射線防護上、新たな手続きは必要ないと考えられる。また、Aiの運用では、診療ではないので、医療法施行規則第24条の2第5項の適用は受けず、操作するものは医療法上の制限は適用されないが、その質は担保するため、医療従事者がその作業に従事する必要があると考えられる。ただし、労働安全衛生法等の規制に従う必要がある。また、使用室の基準、管理区域の基準、記帳などは医療機関としての放射線安全を確保するために適用される。目的外に使用しているのではないかという疑念があるかもしれないが、動物などを用いた手技の習熟のための装置使用等、放射線防護面で問題がなければ、日常臨床で用いている設備研究・教育目的の使用は容認されており、Aiでの利用は禁止する条文も見あたらない。

###### C.4.1.2 専用の放射線機器によるAi

医療法は、診療の用に供するエックス線装置に届出の義務がかかっているため、診療に用いるのであれば、医療機器かどうか（＝人に照射するかどうか）は問わないとも考えられる。人に照射するかどうかの観点では、マンモ生検標本X線装置は「診療の用に供する」に該当するために「医療法上の手続きが必要」との見解をJIRAは示している。しかし、Aiはそもそも診療の一環という整理がなされていない。遺体の放射線防護も考慮する必要が乏しい。また、放射線安全に関しては、労働安全衛生法での規制を適用する

ことで、従事者や公衆の安全を確保され  
ると考えられる。このため、放射線防護  
に関しては、医療法の規制の範囲内にす  
る必要性は積極的には見いだしがたい。  
ただし病院等の管理者は、医療機関内に  
設置されている X 線装置に関して把握し  
ておく必要があると思われる。

ここで、Ai 専用放射線機器が医療法の  
適用を受けることの社会的な利益が十分  
に大きければ、Ai 専用放射線機器を「診  
療の用に供する」と解釈するのは困難で  
あるので、その条文を拡大する必要があ  
るが、その必要性は検討した範囲では見  
いだせなかった。

ただし、装置そのものが診療用でなく  
医療法の規制対象外であったとしても、  
医療機関の内、病院に設置し、病院の敷  
地図面、また建物の構造概要や平面図が  
変更となる場合は、開設許可事項中の一  
部変更許可申請の対象となることも考え  
られる。また、専用装置が医療機関外に  
設置される場合は、診療にはあたらない  
ので、医療機関開設の手続きは必要ない  
とするのが妥当と考えられた。

なお、医療法の範囲外とした場合は、  
遺体に放射線を照射する業務の位置づけ  
を明確にし、刑法第 190 条（死体損壊等）  
に抵触しないような手当が求められよう。  
構造としては、医療施設以外の観察医務  
院などで警察の要請を受けて医師がくも  
膜下出血の証明のために腰椎穿刺、薬物  
検出のために採血を行う行為と同じであ  
るので、それと同様の扱いとし、Ai の趣

旨を考えるとヒトへの診療と同等の資格  
保持者が Ai に従事することが適切である  
と考えられる。もともと、生体の撮影と  
は必ずしも同一とは言えないところもあ  
るため、どんな資格の従事者が操作する  
にせよ、撮影技術等について一定のトレ  
ーニングが必要であると考えられる。ま  
た、放射線防護上、電離則に基づき X 線  
作業主任者の選任を求めるかどうかは、  
平成 13 年に ICRP の 1990 年勧告の取り入  
れで「獣医療法施行規則」が改定された  
際、農林水産省生産局長通知（13 生畜第  
1892 号、平成 13 年 7 月 4 日）で、電離放  
射線障害防止規則等の適用として「専ら  
動物の疾病診断又は治療に使用されるエ  
ックス線装置は、労働安全衛生法施行令  
（昭和 47 年政令第 318 号）第 6 条第 5 号  
に規定する医療用のエックス線装置に該  
当するものもあり、労働安全衛生法第 14  
条に規定する作業主任者を選任すること  
は必要としない。」との解釈が示されてい  
ることから、用いるエックス線装置が薬  
事法の規制下であれば、有資格者が取り  
扱うことで同等の安全性が担保されうる  
ので、その選任は不要としうるのではな  
いかと考えられる。また、法令解釈上、  
X 線作業主任者の選任が不可欠であって  
も、診療放射線技師は申請すればエック  
ス線作業主任者の免許が与えられ、医師  
や歯科医師は第一種放射線取扱主任者免  
状の交付を受ければ X 線作業主任者の資  
格が取得できるので法医学教室が運営す  
る場合であっても過度の負担は与えない。

## C. 4. 2 エックス線装置の定義

### C. 4. 2. 1 BSS No. 115 の規制免除

BSS No. 115 の規制免除では、電離放射線を発生する装置のうち、接近可能な装置表面から 10cm の距離で  $1\mu\text{Sv/h}$  を超えないか、あるいは、生成される放射線のエネルギーが 5keV を超えないものは、放射線防護の規制を免除するとされている。一方、わが国では、X線を発生させる診療用の放射線機器として、定格出力の管電圧が 10kV 以上でエネルギーが 1MeV 未満のものを対象にしており、齟齬がある。今後、定格出力が 10kV 未満でも接近可能な装置表面から 10cm の距離で  $1\mu\text{Sv/h}$  を超えるような放射線を発生させ、一定以上のリスクを与えうる装置が出現しうるのであれば、科学的な知見に基づきリスクベースでその規制が社会に及ぼすインパクトも考慮しつつ放射線機器として規制する装置の範囲を再考する必要がある。

### C. 4. 3 診療行為以外の放射線機器の使用

#### C. 4. 3. 1 放射線診療の品質管理のための照射

医療機関に設置されている放射線機器は、直接診療に用いるほかに放射線診療の品質管理のための照射が行われている。この放射線安全は事前に評価され、事後の評価でも放射線診療に伴う利用と合わせて評価されている。放射線治療分野で、その評価が適切でなかった事例があるが<sup>2</sup>、

<sup>2</sup>[www.anzenkakuho.mext.go.jp/news/trouble/20061107\\_01.html](http://www.anzenkakuho.mext.go.jp/news/trouble/20061107_01.html)

現場での対応を促す措置は検討対象になっても、規制面での課題はない。

#### C. 4. 3. 2 ヒトを対象とした研究用途での放射線照射

ヒトを対象とした臨床試験で放射線機器を用いるものも放射線診療と同様に放射線安全が個々の研究倫理審査委員会でも審査され、事後の確認もなされている。

#### C. 4. 3. 3 ヒトを対象としない研究や教育用途での放射線照射

この他の利用としては、ヒトを対象としない研究や教育用途での放射線照射がなされている<sup>3</sup>。これらの利用は医療法の規制対象外であるが<sup>4</sup>、その有効活用することが規定されており<sup>5</sup>、設備を研究に使うことそのものは、適切であれば、医療法上の問題はない。また、医療機関内で指針が整備され、放射線安全上の問題はない。この指針策定のために院内で合意

<sup>3</sup> 例えば、佐久間厚志. X線撮影装置を利用したカイワレダイコンの放射線ホルミシス. *RADIOISOSOPES* 49,359-362,2000

<sup>4</sup>放射線審議会では獣医療分野での医療と研究の違いに関して同様の議論があった。《委員意見》獣医療の施設と獣医療の基礎をなす研究施設での利用について、明確に分かれていることを関係者に周知し、よく理解してもらいたいと思う。

[http://www.anzenkakuho.mext.go.jp/news/council/20070927\\_01.html](http://www.anzenkakuho.mext.go.jp/news/council/20070927_01.html)

<sup>5</sup>医療法第一条の四

5 医療提供施設の開設者及び管理者は、医療技術の普及及び医療の効率的な提供に資するため、当該医療提供施設の建物又は設備を、当該医療提供施設に勤務しない医師、歯科医師、薬剤師、看護師その他の医療の担い手の診療、研究又は研修のために利用させるよう配慮しなければならない。

を得るという視点では、オートプシー・イメージングと同じような構造にあると考えられる。また、ヒトを対象にしないという観点でもAiと同じような位置づけにあるが、放射線防護をどの法令で規制すべきかは、Aiの位置づけに依存する。いずれにしても、放射線安全や医療安全を科学的に示した上で、病院内での研究倫理や安全に関する委員会での審査を受ける制度が確立している。

一方、食品衛生法上は、食品の製造や加工で放射線の照射が禁止されている<sup>6</sup>。このため、試料として、生肉、骨などを扱う場合には食品としては扱わないことが前提となる。研究による照射は、製造や加工ではないので、この規定は関係しない。

また、動物への照射は、厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針<sup>iii</sup>や医学生物学領域の動物実験に関する国際原則<sup>iv</sup>に従う必要がある。このうち、ホルマリン瓶に封入された犬への照射など、動物の死骸の扱いは安全管理面を除いては、規制は見つからなかった。このような研究であっても、院内の研究倫理委員会の審査を受けて放射線防護面も確認しておくのがよいのではないかと思われた。また、JIRA

は、動物用に使用された医療機器（中古）は人用には販売しない旨のガイドラインを作成しており、それに従うことが求められる（Aiに用いた医療機器の再販規制はない）<sup>v</sup>。

なお、放射線診療に用いる機器の感染症対策としては、X線撮影による伝播と推測した多剤耐性緑膿菌の院内感染<sup>vi</sup>やMRSAなどの汚染<sup>vii</sup>事例が報告されている。

#### C.4.3.4 院内ルールと第三者確認

Aiを行うには、院内ルールを整備しておく必要があり、その実態を行政も把握できるようにしておくべきであり、かつ、その質を担保するために、医療機関への立入検査の対象とするのが適切であると考えられた。さらに、それらの前提として、わが国としてのAiの社会での位置づけに関して一定のコンセンサスを関係者が得ておき、その合意に基づく制度整備を進めることが必要であると考えられる。

#### C.5 Aiの放射線防護の留意点

Aiは遺体全体を細かくスキャンすることが想定され、通常の検査と異なり被検者の放射線安全の考慮が不要であるために、一件あたりに使用する線量が多くなると考えられる。このため、Ai専用機として設置する場合は一日の検査件数が5件と通常の検査よりも小さく設定しても、使用する放射線の量が多いために、一般診療として遮へいされたCT室の通りに設計すると漏洩する放射線の量が限度を超過する可能性がある。全身を連続的にス

<sup>6</sup>食品の製造・加工基準、保存基準

（厚生省告示第370号 食品、添加物等の規格基準）

I. 食品一般の製造、加工及び調理基準

1 食品を製造し、又は加工する場合は、食品に放射線を照射してはならない。

ライスする Ai では、その使用実態を非安全側にならないように設定し、安全的に遮へいする必要がある。

#### D. 結論

死亡時医学検索として死亡時画像病理診断(Ai=Autopsy imaging)の活用が見込まれることから、その円滑な実施のために放射線防護面での課題を整理し、今後

のルール整備の方向性を示した。

#### 謝辞

薬事法の適用などに関しては JIRA の助言を得た。また、大阪府健康医療部保健医療室医療対策課医事第一グループの宇野修氏と埼玉県立がんセンター 放射線技術部の諸澄邦彦氏よりそれぞれ助言を得た。

## A i 撮影プロトコルを基にした遮へい計算

国立国際医療センター 小高喜久雄

厚生労働省科学研究事業 深山班からの依頼により A i を実施するにあたり、画像診断医師と A i 撮影プロトコルを作成した。この撮影プロトコルに基づき A i を実施する検査室の放射線安全を検討した。

### 【撮影条件】

全患者（ご遺体）に対して、頭部から足先までを以下の条件にてスライスし画像を作成する。

画像コマ数としては、おおむね 230 枚（コマ）程度となる。通常の放射線検査と比べて、用いる放射線の量が多く、得られる情報が膨大となる特徴がある。

【頭部】 120kv 200mA 2sec 又は 0.5sec 15 回転～20 回転

コンベンショナルスキャンにて

撮影スライス厚 5mm

出来れば 0M であわせる。

【頸部】 120kv 200mA 0.75sec 又は 0.5sec 20 回転～25 回転

ヘリカルスキャンにて

撮影スライス厚 2mm

軟部条件 2mm と 5mm

【胸部から骨盤部】 120kv 200mA 0.75sec 又は 0.5sec 40 回転～50 回転

ヘリカルスキャンにて

撮影スライス厚 2mm

軟部条件 2mm と 5mm

胸部肺野条件 2mm

【下肢】 120kv 200mA 0.75sec 又は 0.5sec 30 回転～40 回転

ヘリカルスキャンにて

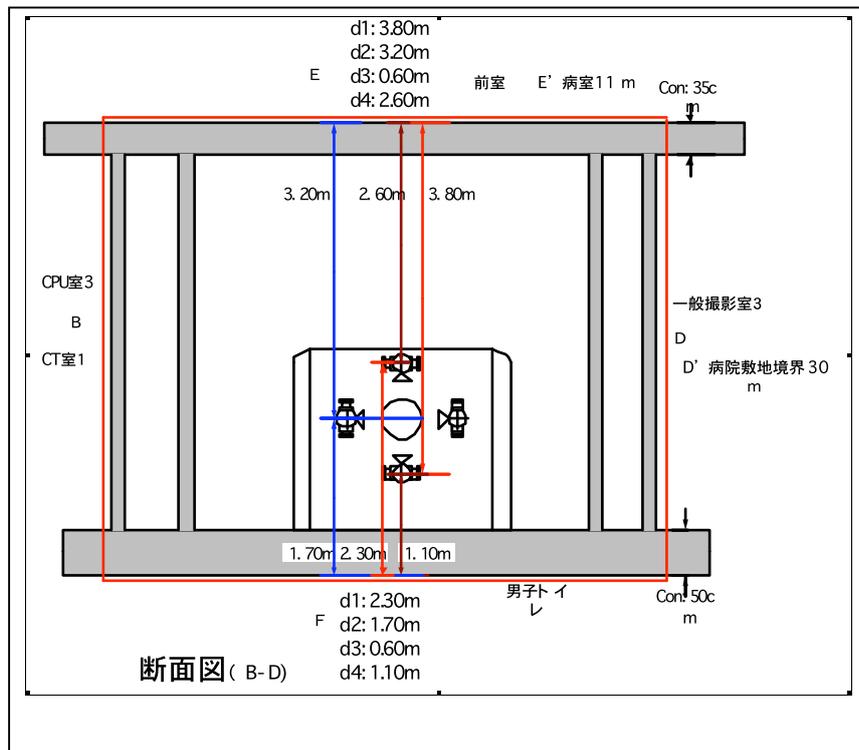
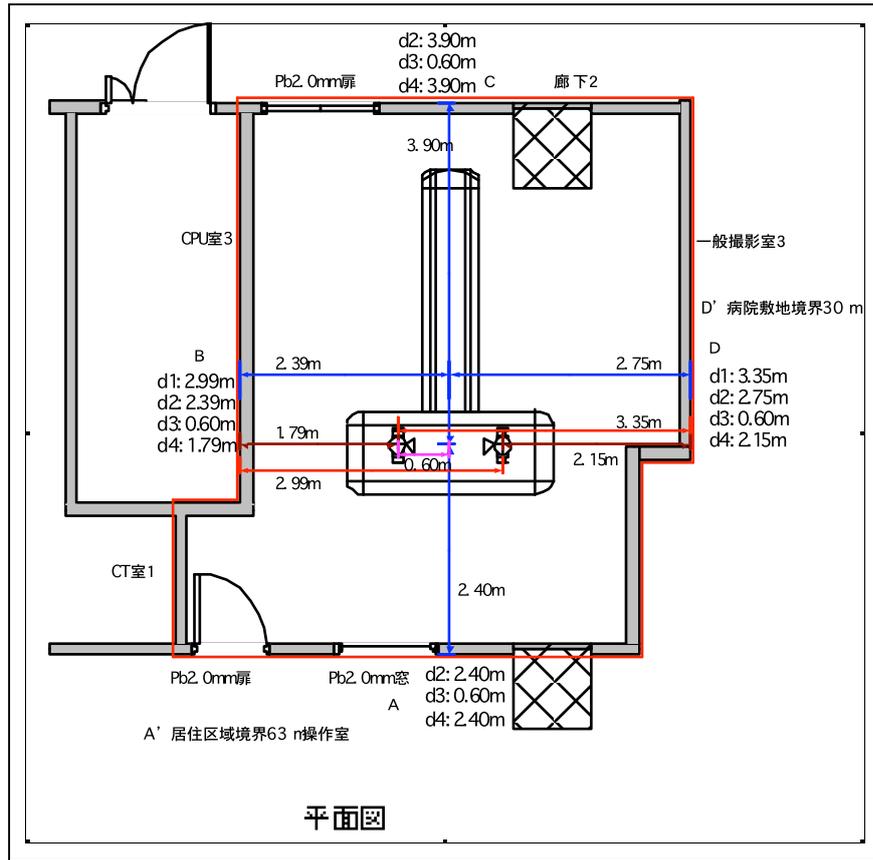
撮影スライス厚 5mm

軟部条件 5mm

### 【撮影手順】

1. 頸部から頭頂部までの **Scout 1** を撮影する。
2. **Scout 1** を使用し、頭部の撮影をする。
3. **Scout 1** を使用し、頸部の撮影をする。
4. 付き添い医師により患者の手を挙上して、胸部から骨盤部の **Scout 2** を撮影する。(挙上が困難な場合はそのまま撮影。この撮影が多いと思われます。)
5. **Scout 2** を使用し、胸部から骨盤部まで撮影する。
6. 必要あれば下肢の撮影をする。
7. 再構成された画像を速やかにサーバーと MOD へ送信する。

以下に、一例を示す。



通常の医療活動にて遮へい計算を行った場合の漏洩線量は以下の通りになる。

(20人/日。5日/週 稼働させた場合)

施設名		〇〇病院
エックス線診療室名		CT室2
装置名		Aquilion 64
撮影方法		撮影
透視条件	管電圧 (kV)	
	管電流 (mA)	
	透視時間 (分/1人)	
	1週間の延透視時間 (s/週)	
撮影条件	管電圧 (kV)	120
	管電流 (mA)	300
	撮影時間 (秒/1回)	1.00
	1週間の延撮影時間 (s/週)	2000.0
その他の条件	X:空気カーマ ( $\mu\text{Gy}/\text{mA}\cdot\text{s}$ )	160
	W:3月間の実効稼働負荷 ( $\text{mA}\cdot\text{s}/3$ 月間)	
	W:3月間の実効稼働負荷 ( $\text{mA}\cdot\text{s}/3$ 月間)	7,800,000
	(E/Ka):換算係数 (Sv/Gy)	1.433
	U:使用係数	1
	T:居住係数	1
	F <sub>0</sub> 400c u C z	0.0015
	e F	0.3800
	XL:管球からの線量 ( $\mu\text{Gy}/\text{h}$ )	1000
	t w:3月間の稼働時間 (h/3月間)	7.22
コンクリートの密度 ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	2.10	
透視	1週間の透視日数 (日/週)	
	1日の透視人数 (人/日)	
撮影	1週間の撮影日数 (日/週)	5
	1日の撮影人数 (人/日)	20
	1人あたりの撮影回数 (回/人)	20

エックス線診療室名		CT室2											
装置名		Aquilion 64											
撮影方法		撮影											
計算点	方向	対向遮へい物		遮へい壁等			計算点までの距離				漏えい線量 $\mu\text{Sv}/3$ 月間		
		鉛		鉛		コンクリート		d 1( m)	d 2( m)	d 3( m)		d 4( m)	
		(mm)	透過率	(mm)	透過率	(cm)	透過率						
A	利用線群			2.0	4.88E-04				2.40	0.60			217.80
	散乱線			2.0	7.08E-03						2.40		12.72
	検容器	2.4	1.81E-04	2.0	7.08E-03			2.99					256.35
B	利用線群			2.0	4.88E-04				2.39	0.60			219.63
	散乱線			2.0	7.08E-03						1.79		22.86
	検容器	2.4	1.81E-04	2.0	7.08E-03								219.63
C	利用線群			2.0	4.88E-04				3.90	0.60			82.48
	散乱線			2.0	7.08E-03						3.90		4.82
	検容器	2.4	1.81E-04	2.0	7.08E-03			3.35					204.21
D	利用線群			2.0	4.88E-04				2.75	0.60			165.89
	散乱線			2.0	7.08E-03						2.15		15.85
	検容器	2.4	1.81E-04	2.0	7.08E-03								15.85
E	利用線群					35	1.25E-05	3.80					0.28
	散乱線					35	6.12E-04		3.20	0.60			1.54
	検容器	2.4	1.81E-04			35	1.25E-05				2.60		0.02
F	利用線群					50	2.49E-06	2.30					0.15
	散乱線					50	1.43E-04		1.70	0.60			1.27
	検容器	2.4	1.81E-04			50	2.49E-06				1.10		0.02
病室	利用線群					35	1.25E-05	11.00					0.03
	散乱線					35	6.12E-04		11.00	0.60			0.13
	検容器	2.4	1.81E-04			35	1.25E-05				11.00		0.001
居住区域 境界	利用線群												
	散乱線			2.0	4.88E-04						63.00	0.60	0.32
	検容器			2.0	7.08E-03								0.02
病院敷地 境界	利用線群			2.4	1.81E-04	2.0	7.08E-03		30.00				2.55
	散乱線			2.0	4.88E-04				30.00	0.60			1.39
	検容器			2.0	7.08E-03						30.00		0.08

Ai を目的に行った場合の漏洩線量を示す。(5人/日。5日/週 稼働させた場合)

施設名		〇〇病院
エックス線診療室名		CT室2(Ai)
装置名		Aquilion 64
撮影方法		撮影
透視条件	管電圧 (kV)	
	管電流 (mA)	
	透視時間 (分/1人)	
	1週間の延透視時間 (s/週)	
撮影条件	管電圧 (kV)	120
	管電流 (mA)	300
	撮影時間 (秒/1回)	1.00
	1週間の延撮影時間 (s/週)	5000.0
その他の条件	X:空気カーマ ( $\mu\text{Gy}/\text{mA}\cdot\text{s}$ )	160
	W:3月間の実効稼働負荷 ( $\text{mA}\cdot\text{s}/3$ 月間)	
	W:3月間の実効稼働負荷 ( $\text{mA}\cdot\text{s}/3$ 月間)	19,500,000
	(E/Ka):換算係数 (Sv/Gy)	1.433
	U:使用係数	1
	T:居住係数	1
	F <sub>0.05</sub> 400c u C z	0.0615
	e F	138.00
	XL:管球からの線量 ( $\mu\text{Gy}/\text{h}$ )	1000
	t w:3月間の稼働時間 (h/3月間)	18.06
コンクリートの密度 ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	2.10	
透視	1週間の透視日数 (日/週)	
	1日の透視人数 (人/日)	
撮影	1週間の撮影日数 (日/週)	5
	1日の撮影人数 (人/日)	5
	1人あたりの撮影回数 (回/人)	200

エックス線診療室名		CT室2(Ai)													
装置名		Aquilion 64													
撮影方法		撮影													
計算点	方向	対向遮へい物		遮へい壁等						計算点までの距離				漏えい線量 $\mu\text{Sv}/3$ 月間	
		鉛		鉛			コンクリート			d 1( m)	d 2( m)	d 3( m)	d 4( m)		
		(mm)	透過率	(mm)	透過率	半価層による透過率	(cm)	透過率	半価層による透過率						
A	利用線維														
	散乱線			2.0	4.88E-04						2.40	0.60			544.51
	管容器			2.0		7.08E-03							2.40		31.81
B	利用線維	2.4	1.81E-04	2.0		7.08E-03					2.99				640.87
	散乱線			2.0	4.88E-04						2.39	0.60			549.08
	管容器			2.0		7.08E-03							1.79		57.19
C	利用線維														
	散乱線			2.0	4.88E-04						3.90	0.60			206.21
	管容器			2.0		7.08E-03							3.90		12.05
D	利用線維	2.4	1.81E-04	2.0		7.08E-03					3.35				510.53
	散乱線			2.0	4.88E-04						2.75	0.60			414.73
	管容器			2.0		7.08E-03							2.15		39.64
E	利用線維	2.4	1.81E-04				35	1.25E-05		3.80					0.70
	散乱線						35	6.12E-06		3.20	0.60				3.84
	管容器						35	1.25E-05				2.60			0.05
F	利用線維	2.4	1.81E-04				50	2.49E-06		2.30					0.38
	散乱線						50	1.43E-06		1.70	0.60				3.18
	管容器						50	2.49E-06				1.10			0.05
病室	利用線維	2.4	1.81E-04				35	1.25E-05		11.00					0.08
	散乱線						35	6.12E-06		11.00	0.60				0.33
	管容器						35	1.25E-05				11.00			0.003
居住区域境界	利用線維														
	散乱線			2.0	4.88E-04						63.00	0.60			0.79
	管容器			2.0		7.08E-03							63.00		0.05
病院敷地境界	利用線維	2.4	1.81E-04	2.0		7.08E-03				30.00					6.37
	散乱線			2.0	4.88E-04						30.00	0.60			3.48
	管容器			2.0		7.08E-03							30.00		0.20

Ai を目的に行った場合の漏洩線量を示す。(7人/日。5日/週 稼働させた場合)

施設名		〇〇病院
エックス線診療室名		CT室2( Ai )
装置名		Aquilion 64
撮影方法		撮影
透視条件	管電圧 (kV)	
	管電流 (mA)	
	透視時間 (分/1人)	
	1週間の延透視時間 (s/週)	
撮影条件	管電圧 (kV)	120
	管電流 (mA)	300
	撮影時間 (秒/1回)	1.00
	1週間の延撮影時間 (s/週)	7000.0
その他の条件	X:空気カーマ ( $\mu\text{Gy}/\text{mA}\cdot\text{s}$ )	160
	W:3月間の実効稼働負荷 ( $\text{mA}\cdot\text{s}/3$ 月間)	
	W:3月間の実効稼働負荷 ( $\text{mA}\cdot\text{s}/3$ 月間)	27,300,000
	(E/Ka):換算係数 (Sv/Gy)	1.433
	U:使用係数	1
	T:居住係数	1
	F $\square\square\square\square\square\square$ 400c $\square$ u $\square\square\square\square$ C $\square$ z $\square\square\square\square\square$ $\square\square\square\square$ 0.0915	
	e $\square$ F $\square\square\square\square\square\square\square\square\square\square\square\square$	$\square$ 138.004
	XL:管球からの線量 ( $\mu\text{Gy}/\text{h}$ )	1000
	t w:3月間の稼働時間 (h/3月間)	25.28
コンクリートの密度 ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	2.10	
透視	1週間の透視日数 (日/週)	
	1日の透視人数 (人/日)	
	1週間の撮影日数 (日/週)	7
撮影	1日の撮影人数 (人/日)	5
	1人あたりの撮影回数 (回/人)	200

エックス線診療室名		CT室2( Ai )												
装置名		Aquilion 64												
撮影方法		撮影												
計算点	方向	対向遮へい物		遮へい壁等						計算点までの距離				漏えい線量 $\mu\text{Sv}/3$ 月間
		鉛		鉛		コンクリート		d 1( m)	d 2( m)	d 3( m)	d 4( m)			
		(mm)	透過率	(mm)	透過率	半価層による透過率	(cm)					透過率	半価層による透過率	
A	利用線錐													
	散乱線			2.0	4.88E-04						2.40	0.60		762.31
	管容器			2.0		7.08E-05						2.40		44.53
B	利用線錐	2.4	1.81E-04	2.0		7.08E-05				2.99				897.22
	散乱線			2.0	4.88E-04						2.39	0.60		768.71
	管容器			2.0		7.08E-05						1.79		80.05
C	利用線錐													
	散乱線			2.0	4.88E-04						3.90	0.60		288.69
	管容器			2.0		7.08E-05						3.90		16.86
D	利用線錐	2.4	1.81E-04	2.0		7.08E-05				3.35				714.74
	散乱線			2.0	4.88E-04						2.75	0.60		580.62
	管容器			2.0		7.08E-05						2.15		55.49
E	利用線錐	2.4	1.81E-04				35		1.25E-05	3.80				0.98
	散乱線						35	6.12E-06			3.20	0.60		5.38
	管容器						35		1.25E-05			2.60		0.07
F	利用線錐	2.4	1.81E-04				50		2.49E-06	2.30				0.53
	散乱線						50	1.43E-06			1.70	0.60		4.45
	管容器						50		2.49E-06			1.10		0.07
病室	利用線錐	2.4	1.81E-04				35		1.25E-05	11.00				0.12
	散乱線						35	6.12E-06			11.00	0.60		0.46
	管容器						35		1.25E-05			11.00		0.004
居住区域境界	利用線錐													
	散乱線			2.0	4.88E-04						63.00	0.60		1.11
	管容器			2.0		7.08E-05						63.00		0.06
病院敷地境界	利用線錐	2.4	1.81E-04	2.0		7.08E-05				30.00				8.91
	散乱線			2.0	4.88E-04						30.00	0.60		4.88
	管容器			2.0		7.08E-05						30.00		0.28

以上の結果、Ai 専用機として設置する場合は一日の検査件数が5件と通常の検査よりも小さく設定しても、使用する放射線の量が多いために、一般診療として遮へいされたCT室の通りに設計すると漏洩する放射線の量が限度を超過する可能性があることがわかった。全身を連続的にスライスするAiでは、その使用実態を非安全側にならないように設定し、安全的に遮へいする必要がある。

## 文献

- 
- <sup>i</sup> 西澤 かな枝、松本 雅紀、岩井 一男\*、丸山 隆司: CT 検査件数及びCT 検査による集団実効線量の推定、日本医学放射線学会雑誌、64(3)、151-158、2004
- <sup>ii</sup> 塩谷清司、菊地和徳、加賀和紀、早川秀幸. 画像診断と死亡時医学検索シリーズ — 3. 死亡時画像 — 歴史と最近の動向—. モダンメディア 53 巻 10 号 2007
- <sup>iii</sup> <http://www.mhlw.go.jp/general/seido/kousei/i-kenkyu/doubutsu/0606sisin.html>
- <sup>iv</sup> [http://www.cioms.ch/frame\\_1985\\_texts\\_of\\_guidelines.htm](http://www.cioms.ch/frame_1985_texts_of_guidelines.htm)  
(邦文 <http://www.med.akita-u.ac.jp/~doubutu/regulation/CIOMS-J.html>)
- <sup>v</sup> JIRA.飼育動物診療施設に対するヒト用医療機器の情報提供について  
[http://www.jira-net.or.jp/commission/houki\\_anzen/index.html](http://www.jira-net.or.jp/commission/houki_anzen/index.html)
- <sup>vi</sup> 二本柳 伸、平田 泰良、赤星 透 他. X線撮影による伝播と推測した多剤耐性緑膿菌の院内感染事例. 感染症学雑誌. Vol.80, No.2 (2006/3) pp. 97~102
- <sup>vii</sup> 土家 奈津、寺岡 あゆみ、加藤 京一. MRSA 陽性患者におけるポータブル撮影時の汚染状況(X線検査 FPD・骨単純撮影. 日本放射線技術学会雑誌. Vol.60, No.9, p. 1214
- <sup>viii</sup> 奥田 保男、宮原 政春、高橋 弘也、田中 徳明. ICU でのポータブル撮影における患者からの手指、及びカセットの雑菌汚染について. 日本放射線技術学会雑誌. Vol.46, No.8, p. 1276