

The 25th Lung Cancer Mass Screening Seminar

低線量 CT 検診の普及率

一人間ドック機関へのアンケート結果 その実態と阻害要因

瀧澤弘隆^{1,2}

Prevalance Rate of Low-dose CT Lung Cancer Screening: Results of a Questionnaire Survey of Member Facilities of Japan Society of Ningen Dock with Special Concerns Regarding the Actual Status and Disincentives for Implementing Such Screening

Hiroataka Takizawa^{1,2}

¹Director, Portsquare Kashiwado Clinic, Kashiwado Memorial Foundation, Japan; ²Chairman, Executive Subcommittee for Promotion of Low-Dose CT Lung Cancer Screening, Japan Society of Ningen Dock, Japan.

ABSTRACT — **Objective.** We conducted a survey of member facilities of the Japan Society of Ningen Dock to elucidate the actual status of chest computed tomography (CT) screening and the reasons for not being able to change to low-dose CT. **Methods.** We sent a questionnaire consisting of 9 items to 531 member facilities in July 2010, response by facsimile to obtain an analysis. **Results.** The prevalence rate of low-dose CT lung cancer screening slightly increased to 35% in comparison with the former survey done in November 2008. Some facilities indicated some shift in tube current to a lower range even though this was insufficient to meet the definition of low-dose CT. This reflects their thinking of “Even with knowledge, there is strong hesitation to change to low-dose CT”. Among the reasons why they did not change to low-dose CT, a priority for high quality images was the top reason among problems of devices and performance. Informed consent was not yet adequate. **Conclusions.** It is necessary for manufactures to develop better technology to improve the image quality of low-dose CT and to report enough information to clinicians. On the medical side, perception of the necessity for appropriate reduction of radiation dose and the decision to move to low-dose CT would be of crucial significance for facility heads as well as radiologists and technicians.

(JJLC. 2012;52:948-955)

KEY WORDS — Ningen Dock (Integrated health check-up), Questionnaire survey, Low-dose CT lung cancer screening, Prevalence blocking factors, CT image quality

Reprints: Hiroataka Takizawa, Portsquare Kashiwado Clinic, Kashiwado Memorial Foundation, 1-35 Tonya-cho, Chuo-ku, Chiba 260-0025, Japan (e-mail: QYW04410@nifty.com).

要旨 — **目的.** 日本人間ドック学会会員施設を対象に、各施設における胸部 CT 検診の実態と低線量撮影に踏み切れない理由に関する調査を行った。 **方法.** 2008 年 11 月実施の第 1 回調査に引き続き、2010 年 7 月会員 531 施設を対象に 9 項目からなるアンケート調査票を送り、FAX で回答を得て解析を行った。 **結果.** 低線量での CT 肺がん検診実施率は、前回に比べて微増を示したのみで 35% であった。その一方、低線量域に至っていないもの

の電流量値を臨床使用値から低減の方向に移行している施設も見られ、同 CT 検診について「知識はあれど実行に踏み切れず」の施設が多いことが示唆された。低線量化できない理由として、装置・性能の問題を超えて画質優先の回答が数多く寄せられた。インフォームド・コンセントは確実な実施が必要な状況であった。 **結論.** 改善について、メーカー側には低線量画像の画質改善を図る技術開発とユーザー側への十分な情報提供が求められ、低

¹(一財)柏戸記念財団ポーツスクエア柏戸クリニック所長；²日本人間ドック学会低線量 CT 肺がん検診推進小委員会実行委員長。別刷請求先：瀧澤弘隆，(一財)柏戸記念財団ポーツスクエア柏

戸クリニック，〒260-0025 千葉市中央区問屋町 1-35 (e-mail: QYW04410@nifty.com)。

線量化の必要性への深い認識とその推進・徹底を図る決断が、担当医師及び技師のみならず施設首脳・管理者にも強く求められる。

I. 目的

公益社団法人日本人間ドック学会は、1959年8月に開催された第1回短期人間ドック医療担当者講習会に起源を持つ学術団体で、会員施設数1,500余、医師会員数5,000人余、会員施設における人間ドック、生活習慣病健診、一般健診などの実施数は年間1,100万人余に上っている。¹

2008年11月に同学会会員施設の協力によって集計した胸部CT検診に関するアンケート調査において低線量で行うCT肺がん検診の普及率が30%弱と極めて低い事実が明らかになり、² 斯界に強い衝撃を与えた。2010年度には同学会学術委員会(山門 實委員長)の下に「低線量CT肺がん検診推進小委員会」が設けられた。初年度事業として「なぜ低線量CT検診が普及しないのか」、その理由を探り普及の糸口を見出すために第2回アンケート調査を実施した。³ 本報告はその調査結果に基づいたものである。

II. 調査方法

会員施設における低線量CT検診実施の実態と低線量撮影に踏み切れない理由などに関する調査を目的として、下記設問からなるアンケート調査票²を作成し、2009年に同学会が実施した恒例の検診成績全国調査参加施設の中で「胸部CT検診を実施している」と答えていた会員531施設に郵送し、FAXで回答を得た。

1. 設問

- A) 年間CT肺がん検診実施数
- B) 50 mA以下の低電流量でCT肺がん検診を行っているか
- C) CT肺がん検診の撮影条件
 - D) 読影環境
 - 1) 読影スライス厚
 - 2) 読影方法 [①モニター読影, ②フィルム読影]
- E) 各ガイドラインに関する知識
 - 1) 肺がんCT検診ガイドライン(日本CT検診学会)⁴
 - 2) 有効性評価に基づく肺がん検診ガイドライン(厚生労働省祖父江班報告書)⁵
- F) 医療被曝のリスクを受診者に説明しているか
- G) 設問Bで低線量CT検診を行っていないとした施設を対象に、その理由
 - H) 将来、低線量CT検診に移行する予定について
 - I) どのような問題が解決されれば移行できるか

索引用語——人間ドック、アンケート調査、低線量CT肺がん検診、普及阻害要因、CT画質

設を対象に、その理由

- H) 将来、低線量CT検診に移行する予定について
- I) どのような問題が解決されれば移行できるか

III. 調査結果

1. アンケート回収状況

全国531施設にアンケートを発送し、回答数は312件で回答率は58.8%であった。

312施設の回答のうち、集計作業中に行った確認問い合わせに対して十分な回答が得られなかった12施設を割愛し、有効回答施設数は300となった。アンケート送付施設数、回答施設数、回答率ともに第1回調査時を上回った。

2. アンケート回答

A) 年間CT肺がん検診実施数

①1~100人が112施設(37.3%)、②101~500人が109施設(36.3%)、③501~1,000人が32施設(10.7%)、1,001人以上が40施設(13.3%)で、実施なし回答が7施設(2.3%)あった。

B) 50 mA以下の低電流量でCT肺がん検診を行っているか

1) 低線量CT検診実施の割合

・全体では、①行っていると回答した施設は105施設(35.0%)で、②行っていないとの回答は195施設(65.0%)であった(Figure 1)。

・管電流制御方式別に固定式及びAEC(自動電流制御式)で分けると、①固定式(Figure 2)では76施設(52.1%)が実施と答えたのに対し、②AEC(Figure 3)では32施設(19.5%)が実施と低い割合であった。

C) CT肺がん検診における撮影条件

1) 管電圧

管電圧はほとんど全ての施設で120 kVであった。

2) 管電流制御方式(Figure 4)

①固定式で設定している施設は135施設(45.0%)、②AECで行っている施設が153施設(51.0%)、③両者で行っている施設が11施設(3.7%)であった。

3) 設定管電流値分布

①固定式では、50 mAをピークにして15 mAから400 mAの間に拡がり、50 mA以下の低線量域には76施設(52.1%)が、51~100 mAの中間線量域には26施設(17.8%)が分布し、その他は101 mA以上の線量域に拡

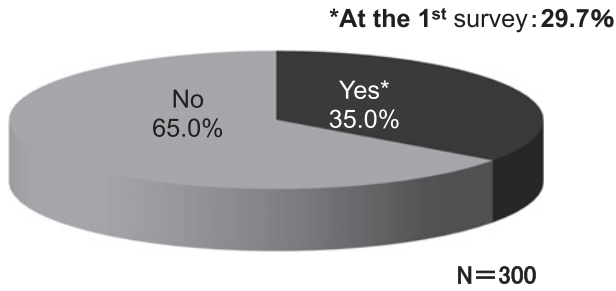


Figure 1. Proportion of chest CT screening performed with low-dose CT.

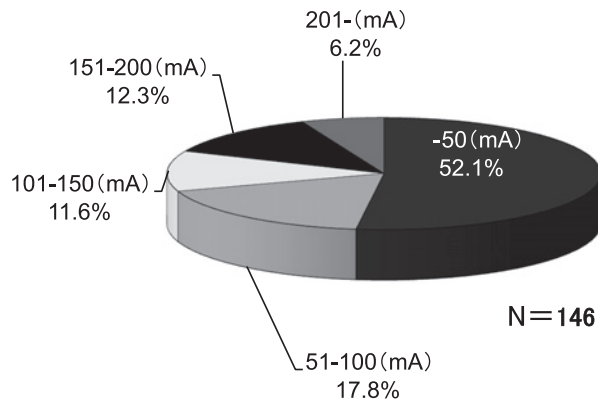


Figure 2. Distribution of tube current -Fixed control.

がっていた (Figure 5).

② AECでは、電流量の最大値を X 軸に最小値を Y 軸に示すが、実施施設が 50 mA 以下の低線量域にわずかな一塊をなす他は中間～臨床使用線量域に広く分布した (Figure 6).

D) 読影環境

1) 読影スライス厚 (Figure 7)

読影スライス厚の分布は、今回の調査では第 1 回調査時に比べて 10 mm 厚スライスが減り、代わって 5 mm 厚スライスが 127 施設 (42.8%) と半数近くまで増加していた。

2) モニター・フィルム別読影法割合 (Figure 8)

読影方法別では、モニター読影 249 施設 (83.0%) と両者併用の 10 施設 (3.3%) を合わせると 86.6% であった。

E) 各ガイドラインに関する知識

①「肺がん CT 検診ガイドライン」⁴を知っていると回答した施設は 242 (80.7%) を占めたが (Figure 9), ②「有効性評価に基づく肺がん検診ガイドライン」⁵を知っていると回答した施設は 141 (47.0%) に止まった (Figure 10).

—Maximal current (mA)

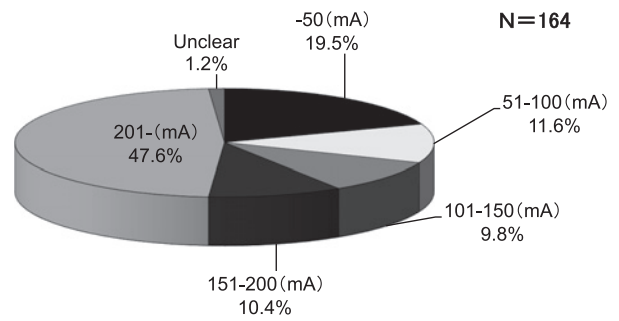


Figure 3. Distribution of tube current -AEC-. AEC: automatic exposure control.

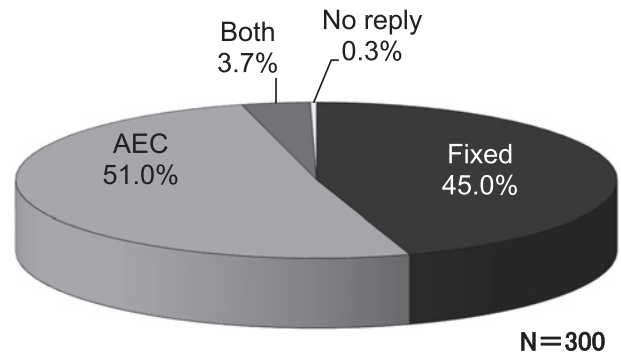


Figure 4. Percentage of tube current control methods -Fixed vs AEC-.

F) 医療被曝のリスクを受診者に説明しているか (Figure 11)

医療被曝のリスクについて受診者に、①説明している施設は 87 (29.0%) で、②説明していない施設が 210 (70.0%) と大多数を占めた。

G) 低線量 CT 検診を行っていない理由 (Figure 12)

低線量で CT 検診を行っていない理由について複数回答可として尋ねたところ、398 回答中上位から、①「画質優先で読影したい」が 106 (26.6%), ②「画質優先で撮影したい」が 88 (22.1%), ③「祖父江班報告をよく読んでいない」が 48 (12.1%), ④「肺がん CT 検診ガイドラインをよく読んでいない」が 46 (11.6%), ⑤「医師からの指示で行っていない」が 36 (8.8%), ⑥「条件を下げられない装置である」が 11 (2.8%), ⑦「技師全体の合意で行っていない」が 8 (2.0%), ⑧「施設管理者からの指示で行っていない」が 3 (0.8%), ⑨「条件を変えるのが面倒である」が 2 (0.5%), ⑩「撮影条件の切替操作が煩雑である」, 「技師長からの指示で行っていない」が各 1 (各 0.3%), ⑪「その他」48 (12.1%) であった。

その他の意見には、肺野、縦隔、胸部以外などにおけ

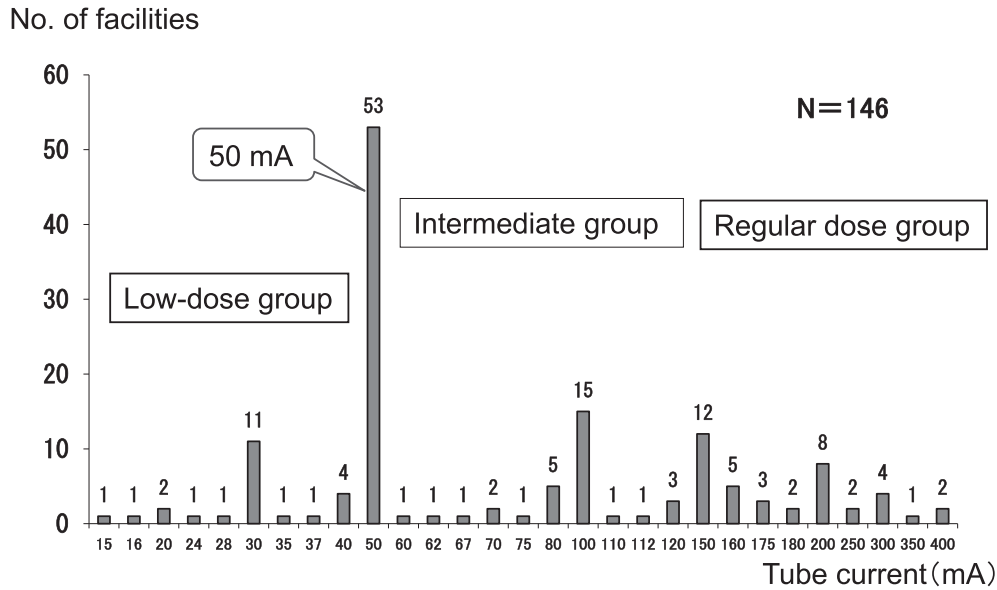


Figure 5. Distribution of tube current -Fixed control.

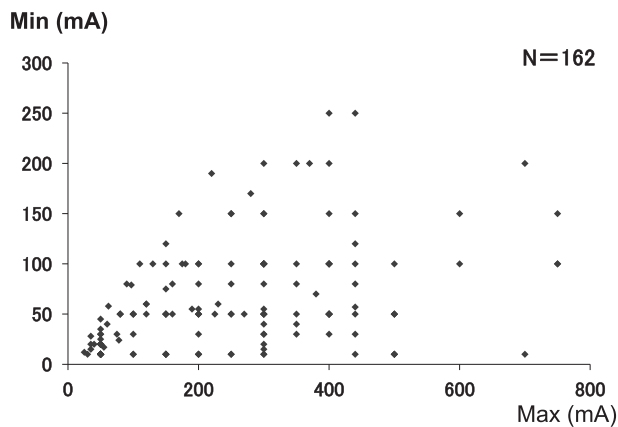


Figure 6. Distribution of the range of tube current -AEC. X axis: maximal current, Y axis: minimal current (mA).

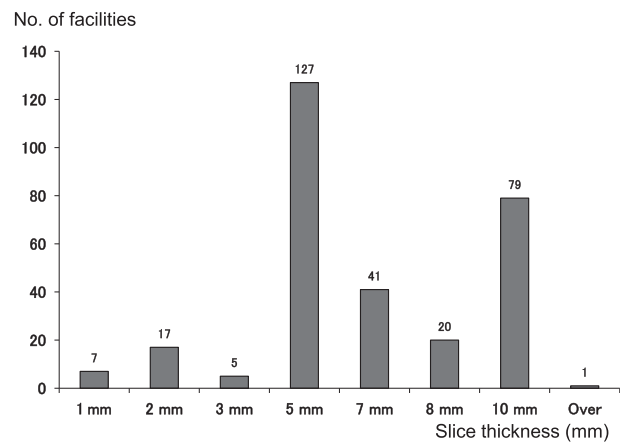


Figure 7. Distribution of the slice thickness for interpretation.

る同 CT 検診画像の画質や読影能・診断能への疑問や不安、装置自体や診断システム上の問題、運営上の問題などに係わる回答が寄せられていたが、それに加えて低線量化への歩み寄りを示す回答も見られた。

H) 将来、低線量 CT 検診に移行する予定について (Figure 13)

低線量 CT 検診に移行する予定について 182 回答のうち、①「予定である」が 65 (35.7%)、②「予定していない」が 117 (64.3%) と、予定していない施設が多かった。

I) どのような問題が解決されれば移行できるか (Figure 14)

どのような問題が解決されれば移行できるかについて

214 回答のうち上位から、①「低線量 CT 画像での画質の改善」が 132 (61.7%)、②「装置の更新」が 30 (14.0%)、③「読影法の改善 (フィルム→モニターなど)」が 10 (4.7%)、④「ワンタッチ切替ボタンなどの常備」が 7 (3.3%)、⑤その他が 35 (16.4%) であった。

その他の意見では、読影医の理解や同意など読影医などの姿勢に係わる問題、低線量での CT 検診の実施環境改善を求める意見、フィルター機能の充実や AEC での条件設定に関してメーカー側に対策を要望する意見などに加えて、低線量化を検討中または積極的姿勢を示す回答も散見された。

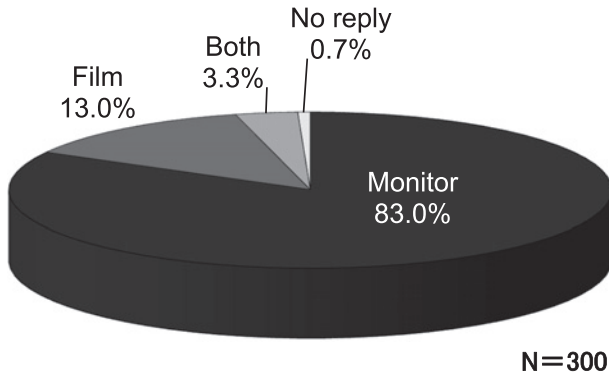


Figure 8. Methods of interpretation -Monitor vs Film-.

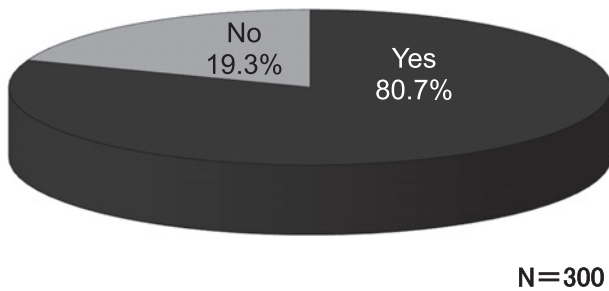


Figure 9. Knowledge of the guidelines for low-dose CT lung cancer screening.

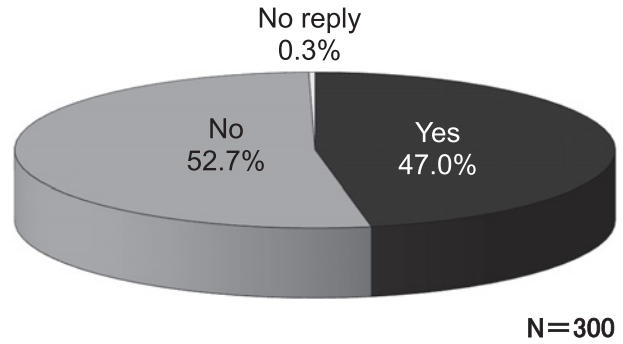


Figure 10. Knowledge of the Sobue Report.

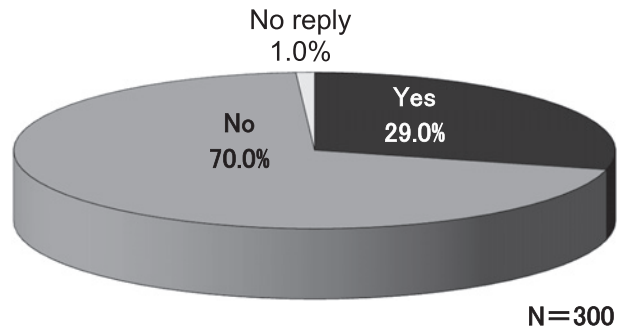


Figure 11. In advance information on the risk of medical radiation exposure.

J) スライス厚薄層化と低線量化率との関連について (Figure 15)

読影スライス厚分布グラフに関して、これを 50 mA 以下の低線量で CT 検診を実施している施設と未実施の施設に分けて解析して見ると、5 mm 厚など薄いスライス厚で撮影していても低線量化を行っていない施設が約 2 倍と多い現状が示された。

IV. 考察

今回の調査では第 1 回調査に比して、低線量 CT 実施率が前回 29.7% から今回 35.0% へと微増に止まる一方、薄いスライスでの読影が増えて 10 mm スライスから 5 mm スライス前後への薄層化が顕著になり、モニター読影率が前回 70.0% から今回 86.6% へと増加していた。年間 CT 肺がん検診実施数では 500 人以下の施設が 73.6% と、小規模実施施設が多くを占めた。

以下に、詳しく考察したい。

管電流値は、設定値を一定値に固定した固定式撮影法と、予め設定した範囲 (a~b mA) の中で自動的に、鎖骨などが重なって X 線吸収の多い肺尖部などではより多い X 線を照射し、胸部中央のように肺以外の構造物が少ない領域では低い照射量に調節しながら撮影する

AEC(自動線量制御式)⁶ に二分されるが、後者の普及率が前者を凌駕していた。

低線量化率について管電流値設定方式別で見ると、固定式では実施率が半数強であったのに対し、AEC では 2 割弱と著しく低かった。固定式・AEC の両者において、臨床使用線量域から線量を減らして中間帯に移行している施設がある点は、放射線被曝対策が念頭にありながら一層の低線量化に踏み切れないジレンマが感じられよう。AEC についてその理由を探ってみると、自由記載回答欄にも記されていたように、ユーザー側に撮影条件設定の困難な事情があるようで、メーカー側における低線量プログラムの開発とユーザー側への懇切な情報提供活動が強く望まれている状況が浮き彫りになった。

シングル・ヘリカル CT (SDCT: single detector-row computed tomography) やフィルムで読影する時代には CT スライス厚は 10 mm が標準であったが、その後開発された多列ヘリカル CT (MDCT: multidetector-row computed tomography) は撮影スライス厚の薄層化を実現し、読影用モニターの普及は読影をコマ数の制約から解放して事実上無制約になった。1 mm 前後のスライス厚で所見を撮影・読影することが可能になって 5 mm 前後のスライス厚での読影頻度が増えたと見られる。スラ

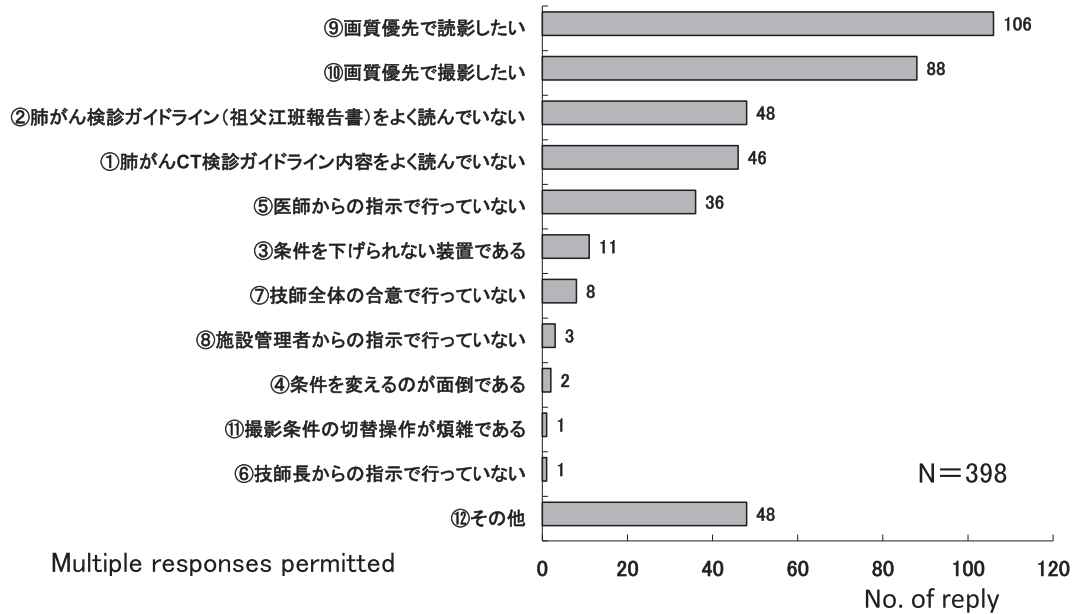


Figure 12. Reasons for continuing regular dose CT. (In order of frequency) Doctors' priority for high quality images, Technicians' priority for high quality images, Have not read the Sobue Report, Have not read the guidelines for CT lung cancer screening, Doctors' directives, Technical problems preventing dose reduction, Consensus among all technicians, Facility head directives, Inconvenience regarding changing the factors, Difficulty in changing the factors, Head technician directives, Others.

イス厚が薄くなると partial volume effect (部分容積効果) が減少して解像度が上昇し画質が向上する。⁶ 適切な再構成関数やフィルターを使用して低線量 CT 画像を作製すれば、従来の 10 mm 厚低線量画像に比較して画質でより勝った CT 読影が可能になる。

「肺がん CT 検診ガイドライン」⁴ は、日本 CT 検診学会がホームページ上に掲載し各種ダウンロードが可能で、同 CT 検診に関する基本的要件を網羅した内容である。同種の単行本として「低線量 CT による肺癌検診の手引き」⁷ があり、これらは同 CT 検診の実施に必要な知識を提供している。前者ガイドラインを 80% 超の施設が知っていると言ったが、低線量での CT 検診実施施設が 35% である事実と照らすと、「知識はあれど実行に踏み切れず」の施設の多いことが窺われよう。両ガイドラインとも、同 CT 検診のメリット・デメリット、被曝リスクなどについてインフォームド・コンセントを行うことの重要性を記している。それに関連した設問「医療被曝のリスクについての受診者への説明」に関し、実施施設が 3 割弱と低かったのは極めて重大な問題であり、今後重要課題として取り組みが必要であろう。

「祖父江班報告書」⁵ では、低線量 CT 検診の有効性評価について推奨度「I」(死亡率減少効果の有無を判断する証拠が不十分であるため、対策型検診として実施することは勧められない)としている。任意型検診については

効果が不明であることと不利益について十分説明する必要があり、その説明に基づく個人の判断による受診は妨げない。即ち、対策型検診には推奨しないが、任意型検診には個人の判断に基づく受診は妨げないとしている。しかし最近、米国国立癌研究所の大規模調査で同 CT 検診が肺癌死亡率を有意に減少させる結果⁸が判明したところから、今後における上記評価の改訂が期待される。

低線量で CT 検診を行っていない理由として、装置・性能の問題よりも「画質優先」の理由が医師及び技師の両者から数多く寄せられて上位を占めた。これに通じるものとして「医師からの指示」、「施設管理者からの指示」、「技師長からの指示」など組織管理上の理由が挙げられており、これら組織管理上の問題点は同 CT 検診を推進する上で重要なテーマを提起していると考えられる。

将来において低線量 CT 検診への移行を予定していないと答えた施設からは、その理由について低線量 CT 画像の画質改善、装置の更新、読影法の改善など、ハード及び技術の両面から問題が提起されたが、他方、「読影医の理解」、「医師からの指示」など担当医師の姿勢・方針が大きな比重を占めているのが窺われた。その一方で、「コンセンサス醸成中」、「低線量での画質調整中」、「要望があれば移行可能」などの積極的姿勢の回答も寄せられていた。

スライス厚の薄層化によって画質向上がもたらされる

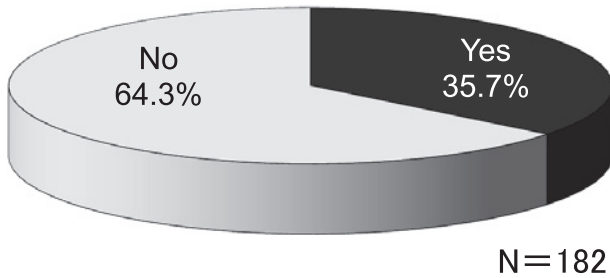


Figure 13. Schedule to move to low-dose CT.

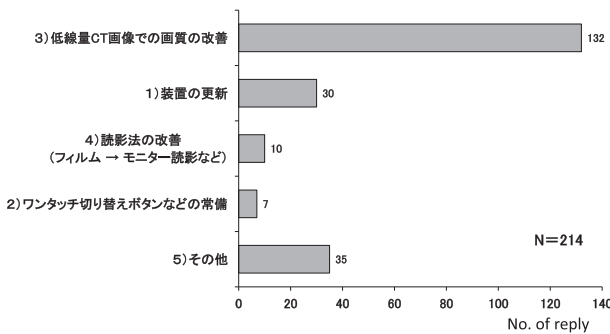


Figure 14. What problems should be solved before moving to low-dose CT? (In order of frequency) Improvement in image quality of low-dose CT, Renewal of the instruments, Improvement in interpretation method (e.g. Film → Monitor), Easier converting operation (e.g. One-touch button), Others.

事実に鑑みて、読影スライスの薄層化と低線量化率との関連を見たが、いささかも関連を示さず薄層化が進んでも低線量化への移行の少ない状況が判明した。その要因として、検診においてもあくまでも臨床的画質を要求する撮影・読影者の志向に加えて、低線量撮影時に著しく画質が劣化するような画像再構成関数などを選択している技術的因子の存在する可能性も推察された。

以上のような状況であるが、低線量CT検診の実施に際しては、スライス厚や画像再構成関数、フィルターなど撮影及び読影条件を最適化して同CT検診に臨み、撮影目的を肺野に現れた径5mm以上の結節影の検出と割り切って、「健常人を対象の低線量検診」として実施することが強く求められている。³ 従って、「検診CT画像」と「臨床CT画像」との両者を峻別して、健康者対象の低被曝検査として同CT検診を行うことが望まれよう。

V. 結語

第1回調査時から約1年8ヶ月を経た今回の調査において、低線量でのCT肺がん検診実施率は前回に比べて微増を示したのみで全体の35%であった。電流量値設定

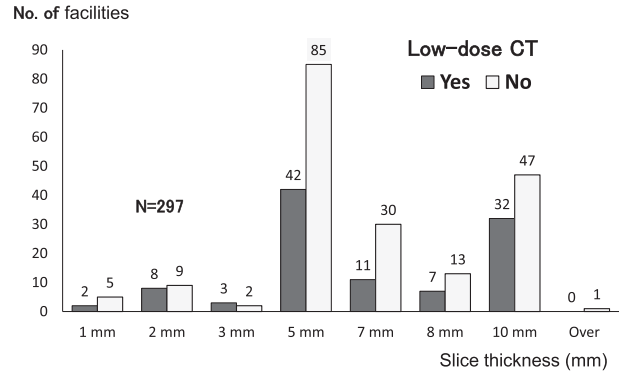


Figure 15. Relationship between slice thickness and dose reduction. No relationship was indicated.

方式別で見ると、低線量化率は、固定式では50%強を占めたが、AECでは20%弱と低率であった。低線量域に至っていないものの電流量値を臨床使用値から低減の方向に移行している施設も見られ、同CT検診について「知識はあれど実行に踏み切れず」の施設の多いことが示唆された。

低線量化できない理由として、装置・性能の問題よりも画質優先の回答が数多く挙げられた中で、読影医など、医師層の意向や姿勢が強く働いている可能性が窺われ、低線量画像の画質改善とともに、担当医師及び技師における「検診CT画像」の位置付けを「臨床CT画像」から独立させて考える意識変革が必要と考えられる。

低線量CT画像における画質確保については、スライス厚、画像再構成関数、フィルターなど画質に深く影響する諸要素に関して最適化を図る技術開発とユーザー側への情報提供が、メーカー側の役割として極めて重要と考えられ積極的な対応が強く求められる。

低線量CT肺がん検診の有効性評価における推奨度レベルについての認知度が低く、医療被曝リスクに関する説明施設が少数であったのは、インフォームド・コンセントが必ずしも十分でない状況を示し、低線量CT肺がん検診の正当性を揺るがしかねない重要な問題であり、早急な改善が必要と考えられる。

VI. 今後における展望と提言

今後どのように低線量CT肺がん検診の普及を推進できるであろうか。

2009年4月に設立された「NPO法人肺がんCT検診認定機構」⁹は、6関連学会（日本医学放射線学会、日本呼吸器学会、日本呼吸器外科学会、日本肺癌学会、日本CT検診学会、日本放射線技術学会）によって運営されており、低線量CT検診の質の担保・標準化・水準向上を図るため「肺がんCT検診認定医師及び認定技師」講習会

を各学会学術大会などの機会に行って現在までに認定医師 815 人、認定技師 365 人を養成し、¹⁰ 将来的には認定施設の認定を行う予定と聞く。

日本人間ドック学会会員施設の一部においても既に、同認定医師や技師が誕生して一定の知識・技術の下に活動を行い適切な低線量 CT 検診の実施に寄与していると推定される。第 1 回調査によって、会員施設における CT 読影医師の約 90% が放射線科ないし呼吸器科専門医であることが判明しており、² 今後における一層の寄与増大が期待されよう。

低線量 CT 肺がん検診がさらなる普及を遂げるには、現場の医師・技師のみならず、施設首脳・管理者層における認識と決断が重要と考えられ、学会としてそれらの層を対象とした研修会などの方策を打ち出すことを提言したい。

本論文内容に関連する著者の利益相反：なし

REFERENCES

1. 2010 年「人間ドックの現況」. 公益社団法人日本人間ドック学会, 編集. 2011. http://www.ningen-dock.jp/concerned/press/pdf/dock-genkyou_h22.pdf
2. 瀧澤弘隆. 日本人間ドック学会会員施設における胸部 CT 検診に関する実態調査報告. 人間ドック. 2009;24:657-664.
3. 瀧澤弘隆, 笹森 齊, 畠山雅行, 丸山雄一郎. 日本人間ドック学会会員施設における胸部 CT 検診に関する実態調査報告 第 2 回 平成 22 年 7 月実施. 人間ドック. 2011; 25:778-787.
4. 肺がん CT 検診ガイドライン. 日本 CT 検診学会, 編集. 日本 CT 検診学会 JSCTS ホームページ. http://www.jscts.org/index.php?page=guideline_index
5. 平成 18 年度厚生労働省がん研究助成金「がん検診の適切な方法とその評価法の確立に関する研究」班. 有効性評価に基づく肺がん検診ガイドライン. 2007. http://canscr.een.ncc.go.jp/pdf/guideline/guide_lung070111.pdf
6. Barrett JF, Keat N. Artifacts in CT: recognition and avoidance. *Radiographics*. 2004;24:1679-1691.
7. 低線量 CT による肺がん検診の手引き. 低線量 CT による肺がん検診のあり方に関する合同委員会 (日本肺がん学会集団検診委員会, 胸部 CT 検診研究会指針検討ワークグループ), 編集. 東京: 金原出版; 2004.
8. The National Lung Screening Trial Research Team, Aberle DR, Adams AM, Berg CD, Black WC, Clapp JD, et al. Reduced lung-cancer mortality with low-dose computed tomographic screening. *N Engl J Med*. 2011;365:395-409.
9. NPO 法人肺がん CT 検診認定機構ホームページ. <http://www.ct-kensin-nintei.jp/index.html>
10. 長尾啓一. NPO 法人肺がん CT 検診認定機構代表理事私信 (平成 22 年 11 月現在).