

遠隔デジタル検診システムによる  
結核・肺がん検診の進化

浜松医師会

肺結核・肺がん検診委員会



## 内容の要約

### 【目的】

結核・肺がん検診の精度を上げるためにデジタル画像での二次読影を可能とし、又フィルムと検診票の運搬及び回収による診断の遅れを回避する為に、デジタル画像のインターネット送信を可能とするシステムを構築し、早期発見早期治療に結びつけることを目的とした。さらに受診者、医療機関及び二次読影医の負担軽減と検診に関わる医療費の削減をも目的とした。

### 【方法】

「遠隔デジタル検診システム」を構想し、開発をパナソニックに委託した。導入の効果を検証するために、二次読影判定結果、一次読影日から二次読影日までの平均日数、一次読影日から精密検査受診日までの平均日数、二次読影に要する時間のそれぞれをフィルム診断とデジタル診断で比較した。また、結核・肺がん検診実施医療機関及び二次読影医に対してアンケート調査を実施した。さらに、検診に関わる費用の削減効果についての試算を行なった。

### 【結果】

平成 23 年度のフィルムとデジタル診断の二次読影判定結果では、「読影不能」である A 判定の比率はフィルム 0.14%、デジタル 0.01%であり、デジタルの A 判定比率は明らかに低かった。平成 23 年度の一次読影日から二次読影日までの平均日数ではフィルムが 16.3 日、デジタル（持込）が 12.1 日、デジタル（伝送）が 8.6 日とデジタル（伝送）が最短であった。年度別一次読影日から二次読影日までの平均日数は、遠隔デジタル検診システムを導入した平成 23 年度が、デジタルとフィルムの合算でも 13.3 日と最短であった。肺がん又は肺がん疑い例の一次読影日から精密検査受診日までの平均日数はデジタル（伝送）が最短であった。

結核・肺がん検診実施医療機関対象アンケートでは、総合判定までの時間は、短縮 70%、やや短縮 16%であった。受診者の負担については、軽減 22%、やや軽減 19%、変化なし 46%、やや増加 2%、増加 2%、不明 8%であった。医療機関の事務負担については、軽減 19%、やや軽減 32%であった。医療機関のコスト負担については、軽減 19%、やや軽減 19%であった。肺結核・肺がん検診二次読影医対象アンケートでは二次読影システムの操作性、画像、読影速度については 8 割前後の二次読影医が高い評価をし、デジタル画像での二次読影はフィルムでの二次読影と比較して、快適 80%、やや快適 20%と回答された。

二次読影に関わる時間調査では 1 件あたりの読影時間はフィルムが 24.5 秒、デジタルが 19.9 秒であった。

検診に関わる費用は、デジタル画像をフィルムに印刷して浜松医師会に運搬する必要がなくなるために A 検診医療機関における試算では 7 分の 1 以下に大幅に削減された。

### 【考察】

遠隔デジタル検診システムの導入により、画像や二次読影環境が改善され、一次読影から二次読影、総合判定、精密検査受診への時間も短縮され、さらなる早期発見早期治療が可能となった。さらに、二次読影医の負担軽減により検診受診者数増加への対応が可能となり、医療機関のコスト削減は医療設備の更新や人材確保にも繋がることが期待される。

## はじめに

日本における死因の第1位は「がん」であり、部位別がん死亡率の第一位は「肺がん」である。胸部 X 線検査と高い危険群に対する喀痰細胞診の併用は、死亡率減少効果を示す相応の証拠があり、対策型検診として勧められている。

浜松市では、平成 15 年 4 月より個別検診が始まり、検診受診者数は平成 15 年度の 25,481 人から平成 23 年度は 51,011 人（浜松医師会扱い分）と増加しているが、浜松市全体では受診率は 3 割程度であり、目標の 5 割には遠く及ばないのが現状である。

近年、胸部 X 線のデジタル撮影によりフィルムレス診断を行なう医療機関が増加傾向であるが、結核・肺がん検診においては二重読影、比較読影を行なう為に、デジタル画像をフィルムに焼いて浜松医師会に運搬し提出する必要があった（図 1）。結核・肺がん検診のデジタル化は、検診の精度を上げる為にも避けられない問題であり、従来の運用方法を抜本的に見直す必要性が高いと考えられた。

### 【目的】

結核・肺がん検診の精度を上げるためにデジタル画像での二次読影を可能とし、フィルムと検診票の運搬及び回収による診断の遅れを回避する為に、デジタル画像のインターネット送信を可能とするシステムを構築し、早期発見早期治療に結びつけることを目的とした。さらに受診者、医療機関及び二次読影医の負担軽減と検診に関わる医療費の削減をも目的とした。

### 【方法】

「遠隔デジタル検診システム」（図 2）を構想し、開発をパナソニックに委託した。

#### 1) ネットワークの構築

遠隔デジタル検診システムのネットワークの構築には、がん検診実施医療機関の既存のインターネット回線と F A X 回線を利用した。このインターネット回線に接続するパソコンに接続セキュリティソフト（ソフトウェア V P N）を導入する事と、浜松医師会（サーバー側）にルーターとファイヤーウォールを設置することで、セキュリティを担保した。また、検診票を送付する F A X 回線は、着信番号通知による認証と、着信後に暗証番号を入力する操作で、認証ができないと F A X 送信ができないシステムを採用し、F A X の誤送信を防止している。

## 2) 機器の構成

浜松医師会にWebサーバー、画像サーバー、FAXサーバー等を設置し、がん検診実施医療機関から送られてきた、検診票と撮影画像を保管している。また、二次読影は、がん検診専用読影端末を利用して、肺がん、胃がん（内視鏡）、乳がん、それぞれの読影レポートを作成している。がん検診実施医療機関では、Microsoft Internet Explorer6.0～8.0をインストール済みのパーソナルコンピュータで検診票の印刷、画像の送信、総合判定の登録、検診報告書の発行等を行っている。

## 3) 画像データの管理

検診画像と検診票データは独自のID管理方式で一元的に管理している。がん検診実施医療機関の検診IDと独自IDをシステムで管理することで、受診者が毎年違う医療機関を受診した場合でも、過去画像とデータの参照が可能である。

## 4) 検討方法

「遠隔デジタル検診システム」導入の効果を検証するために、フィルム診断とデジタル診断を、二次読影判定結果、一次読影日から二次読影日までの平均日数、肺がん又は肺がん疑い例における一次読影日から精密検査受診日までの平均日数のそれぞれで比較検討を行なった。結核・肺がん検診実施医療機関及び二次読影医に対してはアンケート調査を行なった。二次読影に要する時間をフィルム読影とデジタル読影で比較する為に、平成24年9月26日から10月18日の間、二次読影医に読影開始時間と読影終了時間を記載するように依頼し、二次読影一件あたりの読影時間を算出して比較した。

## 5) 検診に関わる費用の削減効果について

A 検診医療機関の協力により検診に関わる費用の削減効果の試算を行なった。フィルムに関わる費用は、フィルム薬価（190円/1枚）×受診者数で試算した。フィルムと検診票の運搬に関わる費用のうち、職員の人件費については、職員時給×1時間（A検診センターと医師会の往復時間）×年間の運搬回数で試算し、ガソリン代については、ガソリン代（150円/L）×往復距離（8km）で試算した。通信費に関わる費用は、インターネット契約料金（33,600/月）×使用割合（結核・肺がん検診；40%，乳がん検診；50%，胃がん内視鏡検診；10%）とFAX料金（4500円/月）×使用割合（結核・肺がん検診：60%，乳がん検診：30%，その他10%）で試算した。

フィルム出力や過去の比較フィルムを準備する人件費については、デジタ

ル処理に費やす人件費と相殺した。

#### 【結果】

#### フィルムとデジタル診断の二次読影判定結果（表1）

平成23年度の二次読影件数はフィルム27,814件、デジタル23,197件の合計51,011件であり、平成22年度の46,826件と比較して4,185件増加した。「読影不能」であるA判定の比率はフィルム0.14%、デジタル0.01%であり、デジタルのA判定比率は明らかに低かった。また、B判定の比率はデジタルがやや高く、C判定はデジタルがやや低かった。D及びE判定では差が認められなかった。

#### 平成23年度の一次読影日から二次読影日までの平均日数（図3）

一次読影日から二次読影日までの平均日数は、フィルムが16.3日、デジタル（持込）が12.1日、デジタル（伝送）が8.6日とデジタル（伝送）が最短であった。

#### 年度別一次読影日から二次読影日までの平均日数（図4）

一次読影日から二次読影日までの平均日数を年度別にみると、平成20年度が20.6日、平成21年度が20.8日、平成22年度が17.4日、遠隔デジタル検診システムを導入した平成23年度はデジタルとフィルムの合算でも13.3日と最短であった。

#### 肺がん又は肺がん疑い例の一次読影日から精密検査受診日までの平均日数（図5）

平成23年度に要精密検査となり、精密検査の結果肺がん又は、肺がん疑いとなった60例の一次判定日から精密検査受診日までの平均日数は、フィルム40.56日、デジタル（持込）42.5日、デジタル（伝送）35.68日で、デジタル（伝送）が最短であった。

#### 肺結核・肺がん検診実施医療機関対象アンケート（表2）

遠隔デジタル検診システムで伝送をしている66医療機関中37医療機関より回答があった。①遠隔デジタル検診システムの画像送信速度についての回答は、速い49%、やや速い5%、普通32%、やや遅い3%、遅い5%、不明5%であった。

②検診システムの操作性については、快適41%、やや快適8%、普通35%、やや使いづらい16%、使いづらい0%であった。③総合判定までの時間は、短縮70%、やや短縮16%、変化無し8%、やや延長0%、延長0%、不明5%であった。④受診者の負担については、軽減22%、やや軽減19%、変化無し46%、や

や増加2%、増加2%、不明8%であった。⑤医療機関の事務負担については、軽減19%、やや軽減32%、変化なし16%、やや増加24%、増加5%。不明3%であった。⑥医療機関のコスト負担については、軽減19%、やや軽減19%、変化無し41%、やや増加11%、増加5%、不明5%であった。

### 肺結核・肺がん検診二次読影医対象アンケート（表3）

二次読影医46名中30名から回答があった。二次読影システムの操作性についての回答は、快適63%、やや快適17%、普通20%、やや使いづらい0%、使いづらい0%であった。二次読影システムの画像については、良いが70%、やや良いが20%、普通10%、やや悪い0%、悪い0%であった。二次読影システムの読影速度については、速い50%、やや速い23%、普通20%、やや遅い7%、遅い0%であった。デジタル画像での二次読影は、フィルムでの二次読影と比較して、快適80%、やや快適20%、変わらない0%、やや悪い0%、悪い0%であった。

### 二次読影に関わる時間調査(図6)

平成24年9月26日から10月18日までの間に二次読影は19回実施され、そのうち回答が得られたのはフィルム読影が7回、デジタル読影が10回の計17回であった。1回の二次読影の読影件数は、フィルムが150から170件、デジタルが150から200件であった。1件あたりの二次読影時間はフィルムが24.5秒、デジタルが19.9秒であった。

### 結核・肺がん検診に関わる費用の削減効果について（表4）

A 検診医療機関における、2010年度の費用は、フィルムに関わる費用が1,295,990円、医師会までの往復運搬に関わる人件費が135,000円、ガソリン代が13,500円で、合計が1,444,490円であった。2011年度は、4月5月は従来通りフィルムと検診票を医師会まで往復運搬し、6月以降は遠隔デジタル検診システムで運用した。フィルムに関わる費用が77,710円、往復運搬に関わる人件費が22,500円、ガソリン代が2,250円、通信費が161,400円で、合計は263,860円であった。2012年度は4月から9月の半期で通信費のみの96,840円であり、通期に換算すると193,680円となる。これは、遠隔デジタル検診システム導入前の2010年度の7分の1以下の費用である。

#### 【考察】

結核・肺がん検診実施医療機関は、一次読影後にフィルムと検診票を概ね1週間分程度まとめて浜松医師会に運搬し、二次読影後にフィルムと二次読影結果を回収し、総合判定をした上で、受診者に結果を説明する。例として、火曜

日の昼休みに運搬、回収を行なうとすると、火曜日の午後の検診フィルムと検診用紙は翌週の火曜日まで一週間は運搬が遅れることになる。また、医師会において火曜日の午後に二次読影を行なったフィルムと検診用紙は翌週の火曜日に回収となり、やはり1週間遅れてしまう。従って従来の運用では運搬回収だけで最大2週間の遅れを生ずる可能性がある。

一方遠隔デジタル検診システムでは、一次読影終了後に直ちに医師会に送信が可能であり、医師会で二次読影が終了すれば、直ちにがん検診実施医療機関のパソコン上で二次読影結果を確認し、総合判定を下すことが可能であるから、一次読影から二次読影及び二次読影から総合判定までの期間を短縮することが可能である。

平成23年の一次読影から二次読影までの平均日数は、フィルムが16.3日、デジタル（伝送）が8.6日であり、デジタル（伝送）はフィルムと比較して7.7日間短かった。条件の同じデジタル同士で比較しても、持ち込むための運搬がないデジタル（伝送）は、デジタル（持込）に比較して3.5日間短くなっており、一次読影から二次読影までの日数の短縮を確認することができた。一次読影から総合判定までの期間は、二次読影後の回収の時間も短縮するため、さらにフィルムとデジタル（伝送）で差が大きくなることが予想されるが、総合判定日は検診票に記載されないの、日数を算出することはできない。しかしながら、結核・肺がん検診実施医療機関対象アンケートの結果（表2）から、総合判定までの時間が短縮しているとの回答が70%であり、主観的にはあるが、一次読影から総合判定までの期間の短縮が裏付けられた。

年度別の一次読影から二次読影までの平均日数でも、平成23年度は最も短い年となっており、遠隔デジタル検診導入の効果があきらかである。

さらに、精密検査の結果肺がん又は肺がん疑いとなった60症例の一次判定日から精密検査受診日までの平均日数がデジタル（伝送）で最も短かったことから、遠隔デジタル検診システムの導入により、肺がん患者が、より早期に治療を受けられる可能性が示唆された。その一方で、デジタル（持込）では平均日数が長く、デジタル（伝送）への移行を促す必要があると考えられた。

検診の精度に関しては、読影不能であるA判定が極めて少ないという結果が示すように、画像の向上はあきらかであった。画像については、二次読影医対象のアンケートでも、70%の二次読影医が「良い」と評価をしている。さらに、フィルム読影で行なわれている前年との比較読影のみならず、数年前の画像との比較読影も可能となるということと、独自のID管理により、医療機関が変わっても比較読影が可能なシステムであるために、検診精度が向上し、早期発見につながることに期待が持てる。

二次読影医対象のアンケート結果からは、二次読影医が遠隔デジタル検診シ



システムの操作性、画像、読影速度について高い評価をしていることが伺えるが、中でも特筆すべきところは、フィルムでの二次読影と比較して快適であると80%の読影医が評価しており、やや快適と合わせると、100%となることである。これは二次読影医の負担軽減につながることであり、検診の精度にも良い影響を与える可能性がある。

さらに、一件あたりの読影時間がデジタル読影では短いことから、一回あたりの二次読影件数をフィルム読影の最大 170 件までに対し、デジタル読影では最大 200 件までを増やすことが可能になり、今後の検診数の増加にも対応が可能になった。

受診者の負担の面では、それを軽減して検診者数の増加につなげる為に、検診の履歴がある場合に検診整理番号をシステムに入力すると、受診者名、住所、既往歴、検診履歴等が自動入力できるようにシステムを設定した。結核・肺がん検診実施医療機関対象アンケートでの「受診者の負担は」の問いに対しては、軽減とやや軽減を合わせると41%を占めたものの、変化なしも46%あり、今後もシステム改良を続け受診者の負担軽減の為に努力が必要であると考えられた。

検診に関わる費用は、デジタル画像を印刷して浜松医師会に提出する必要性がなくなるため、A 検診医療機関で7分の1以下に大幅に削減されたように、各検診医療機関で主としてフィルムに関わる費用削減効果があったと推測される。新たにパソコンを導入した施設では一時的な負担増になるが、他の目的との共用が可能である。

通信費に関しては、検診票の FAX に関わる費用増加の可能性はあるが、インターネット費用については、既存の光や ADSL 回線があれば追加の費用負担はない。また、FAX 費用に関しても、FAX 送信の代わりにスキャナで取り込んでデジタル画像と同様に送ることも選択可能となっている。検診に関わる費用の削減は、検診に関わる医療設備の更新や人材確保にも繋がることが期待される。

以上述べてきたように、遠隔デジタル検診システムの導入により、肺がん検診は大きな進化を遂げ、受診者、がん検診実施医療機関、二次読影医にとって得られるメリットは大きい。今後、フィルム提出のがん検診実施医療機関に対しデジタル化を促し、遠隔デジタル検診システムの利用率をさらに高めて、肺がんの早期発見早期治療、検診受診率の向上に努めたい。

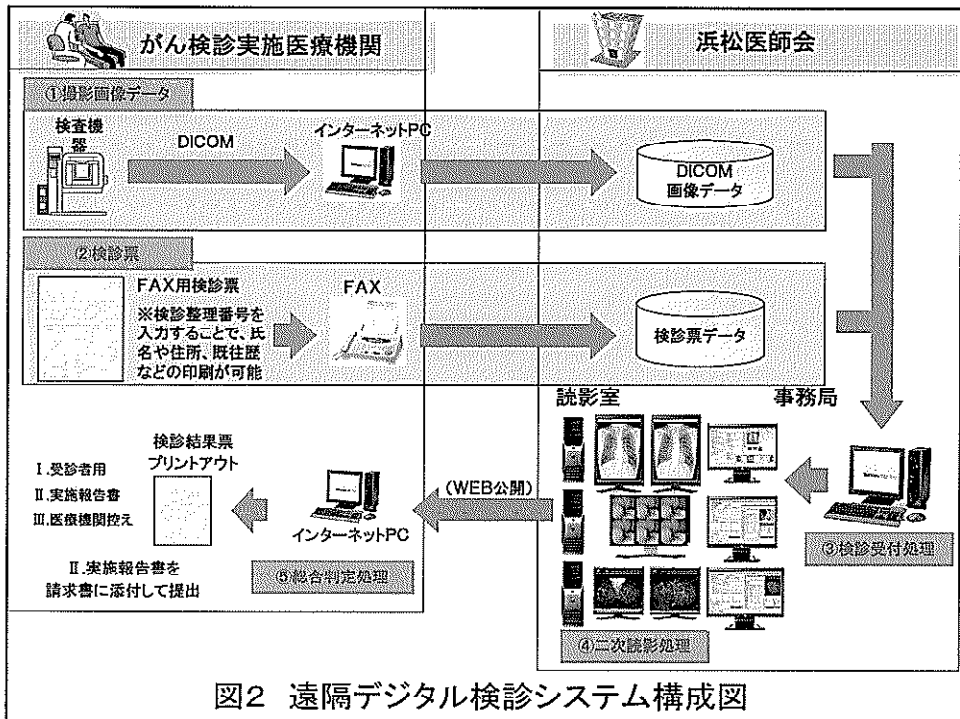
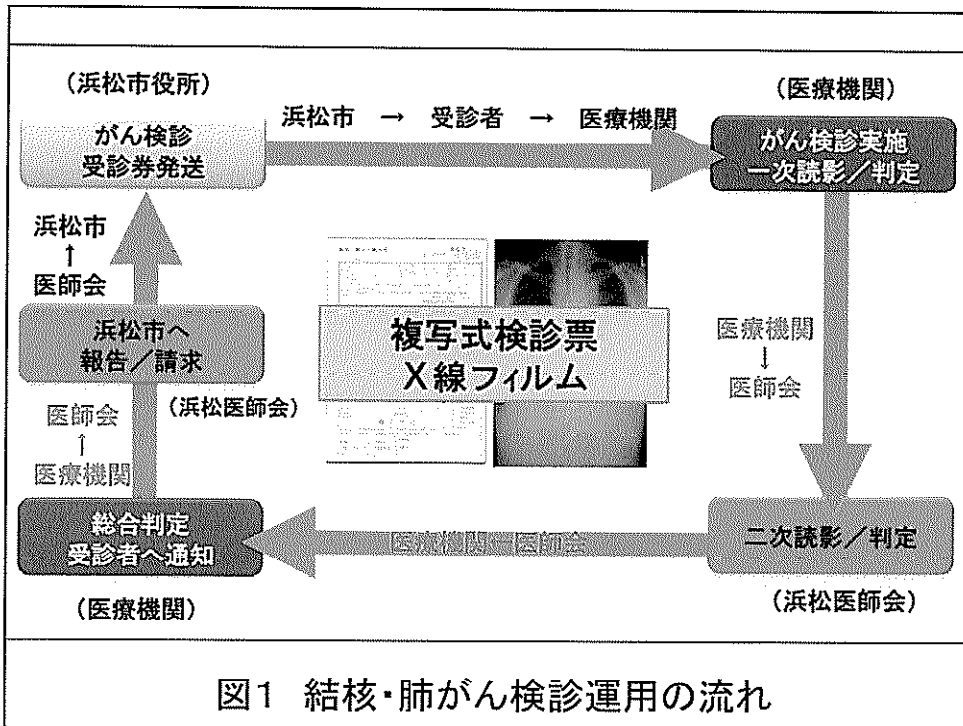


表1 フィルムとデジタル診断の二次読影判定結果

	平成22年度	平成23年度		
A	52名	42名	フィルム 40名	0.14%
			デジタル 2名	0.01%
B	36014名	39,776名	フィルム 20,665名	74.30%
			デジタル 19,111名	82.39%
C	9042名	9,409名	フィルム 6,149名	22.11%
			デジタル 3,260名	14.05%
D	1698名	1,746名	フィルム 940名	3.38%
			デジタル 806名	3.47%
E	20名	38名	フィルム 20名	0.07%
			デジタル 18名	0.08%
計	46,826	51,011	フィルム 27,814名	100%
			デジタル 23,197名	100%

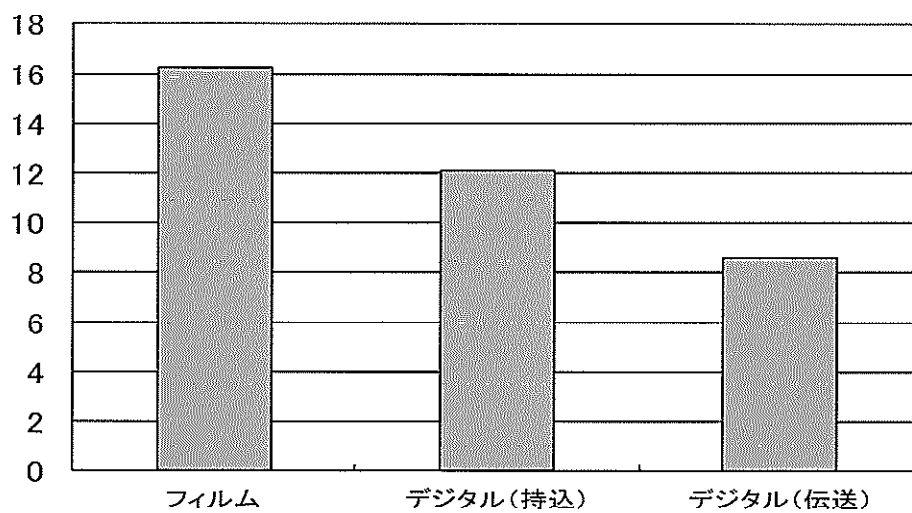


図3 一次読影から二次読影までの平均日数(平成23年度)

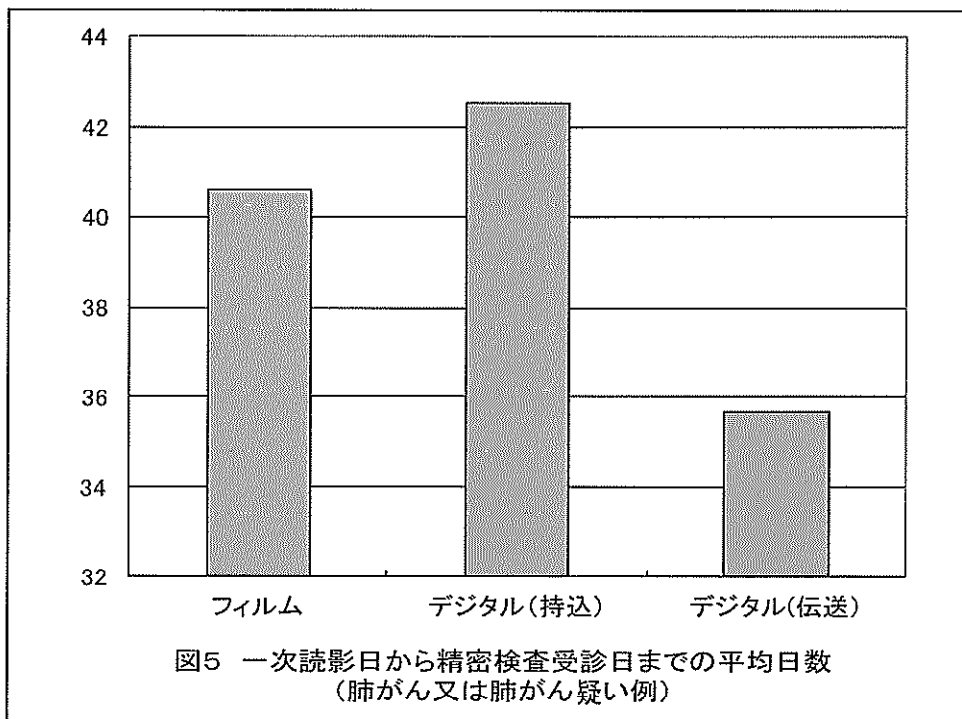
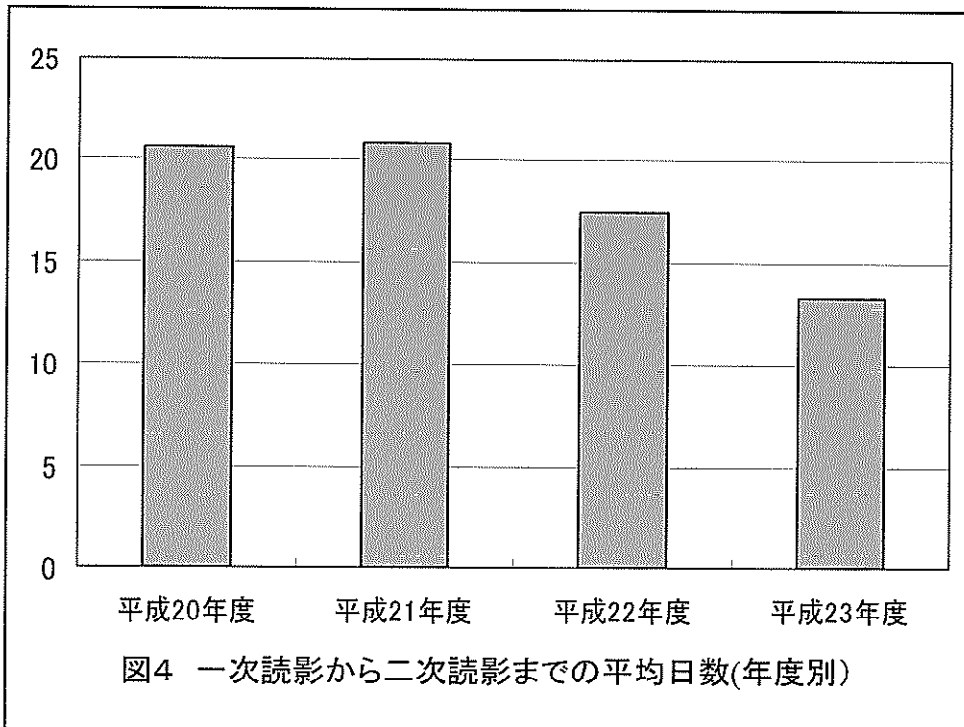


表2. 肺結核・肺がん検診実施医療機関対象アンケート

①検診システムの画像送信速度について					
速い	やや速い	普通	やや遅い	遅い	不明
49%	5%	32%	3%	5%	5%
②検診システムの操作性について					
快適	やや快適	普通	やや使いづらい	使いづらい	不明
41%	8%	35%	16%	0%	0%
③総合判定までの時間は					
短縮	やや短縮	変化なし	やや延長	延長	不明
70%	16%	8%	0%	0%	5%
④受診者の負担は					
軽減	やや軽減	変化なし	やや増加	増加	不明
22%	19%	46%	2%	2%	8%
⑤医療機関の事務負担は					
軽減	やや軽減	変化なし	やや増加	増加	不明
19%	32%	16%	24%	5%	3%
⑥医療機関のコスト負担は					
軽減	やや軽減	変化なし	やや増加	増加	不明
19%	19%	41%	11%	5%	5%

表3. 肺結核・肺がん検診二次読影医対象アンケート

①二次読影システムの操作性				
快適	やや快適	普通	やや使いづらい	使いづらい
63%	17%	20%	0%	0%
②二次読影システムの画像について				
良い	やや良い	普通	やや悪い	悪い
70%	20%	10%	0%	0%
③二次読影システムの読影速度				
速い	やや速い	普通	やや遅い	遅い
50%	23%	20%	7%	0%
④フィルムでの二次読影と比較して				
快適	やや快適	変わらない	やや悪い	悪い
80%	20%	0%	0%	0%

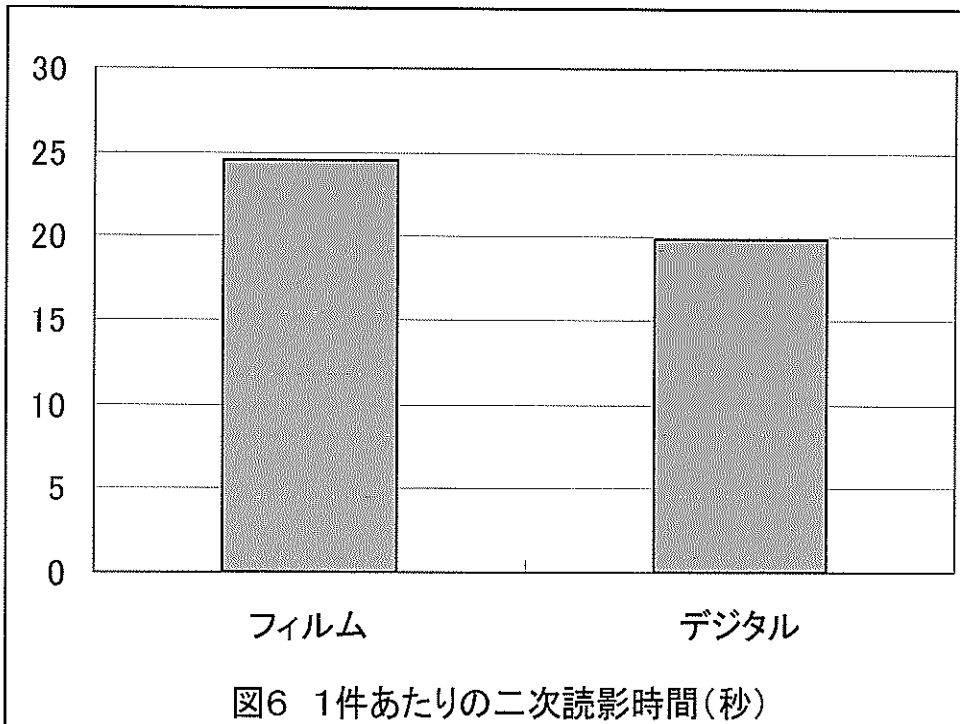


表4. 結核・肺がん検診に関わる費用の削減効果

	受診者数	フィルム薬価 ¥190/1枚	往復人件費	ガソリン代 距離=8km	通信費	計
2010年度	6,821	1,295,990	135,000	13,500	0	1,444,490
2011年度	6,987	77,710	22,500	2,250	161,400	263,860
2012年度	3,021	0	0	0	96,840	96,840