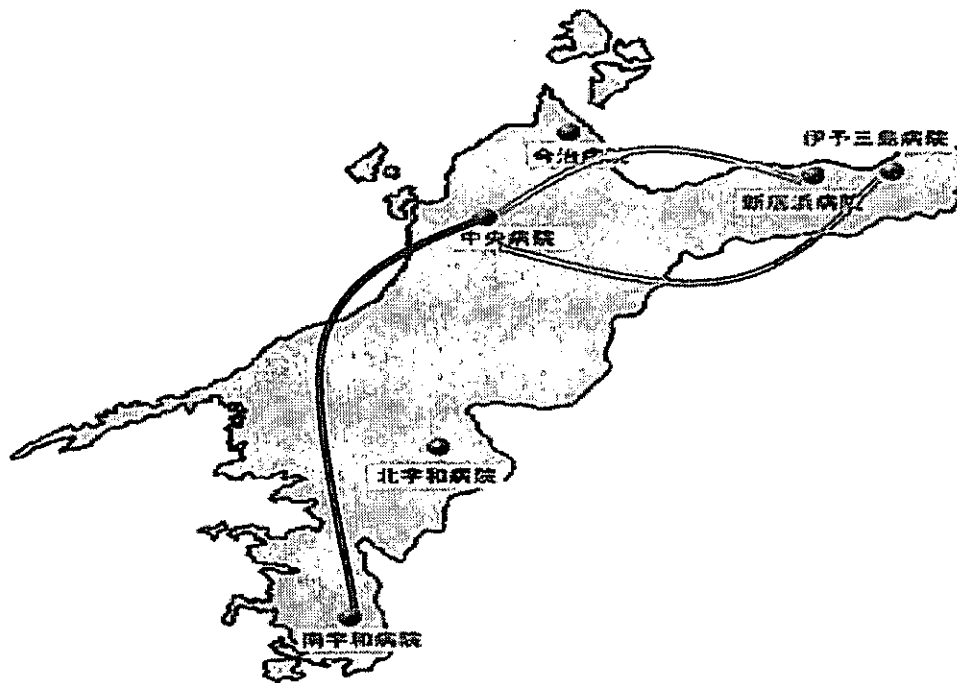


図1 愛媛県立病院の遠隔病理診断システム
(中央病院と南宇和病院、伊予三島病院、新居浜病院)



症例 I

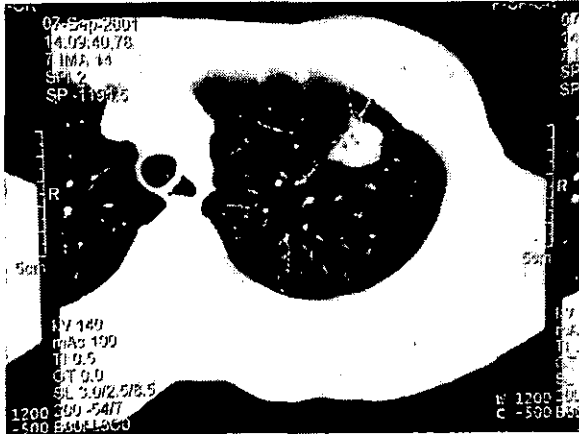


図 I a CT: 左上葉

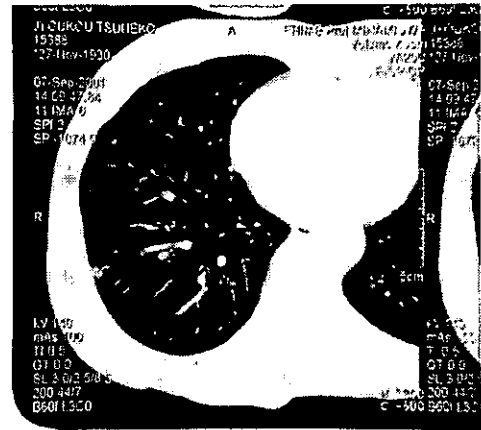


図 I b CT: 右肺のGGA(S8, S9)

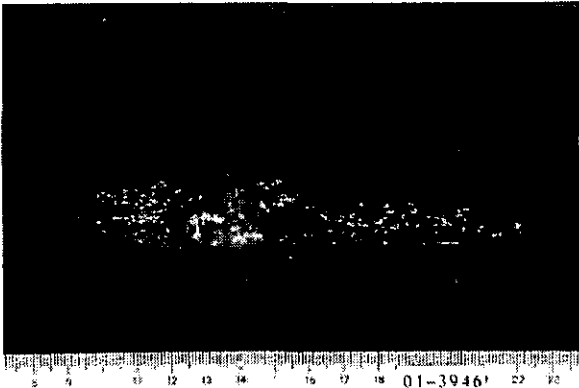


図 I c 切除左上葉: 腫瘍の剖面

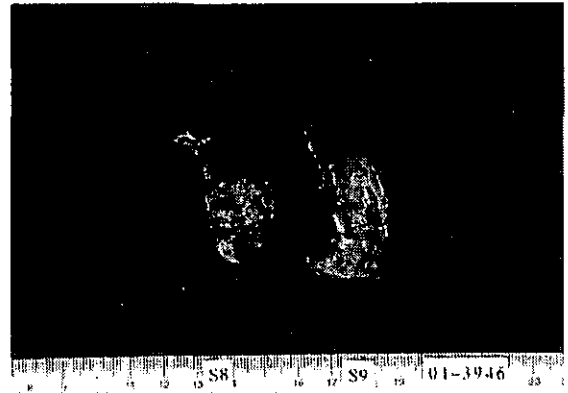


図 I d 右肺下葉の VATS 検体(S8, S9)

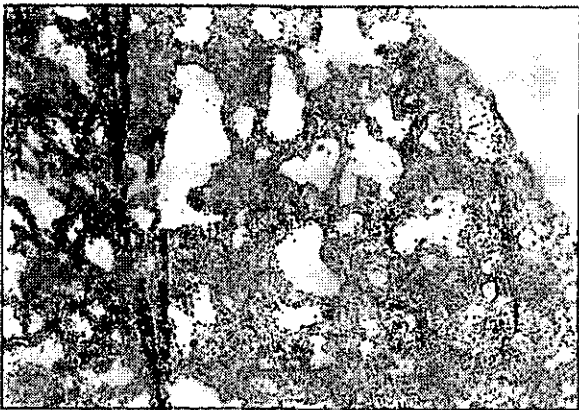


図 I e 迅速凍結切片(右 S9)

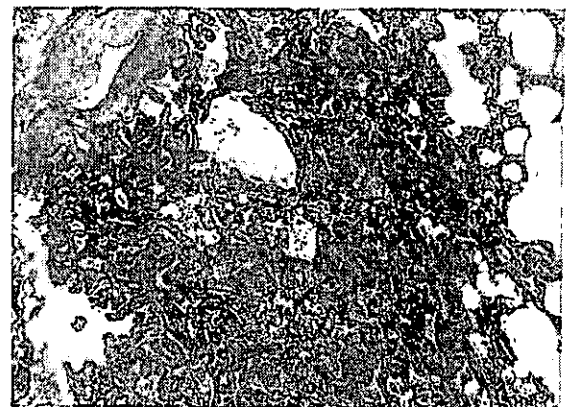


図 I f 右 S9: 腺癌(上皮内癌相当)

症例 II



図 II a CT : 左 S6 の GGA

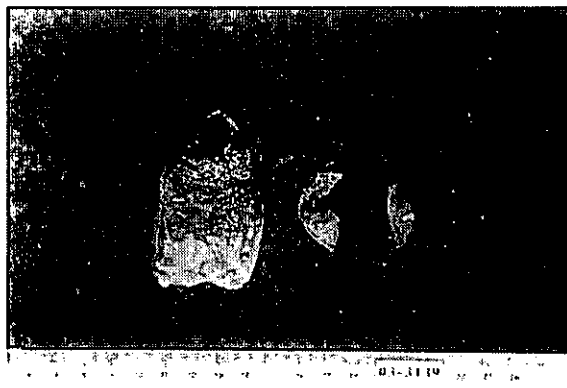


図 II b VATS 検体 : 左 S6, S5, S8

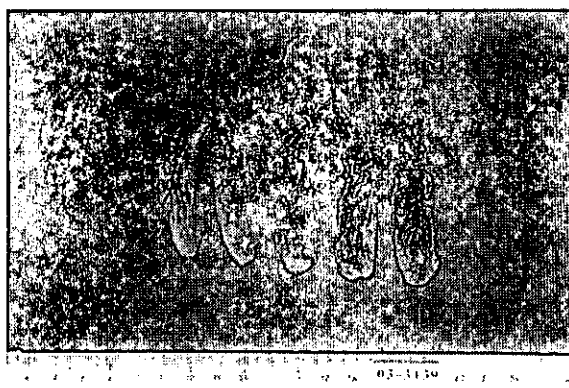


図 II c 左 S6 の剖面

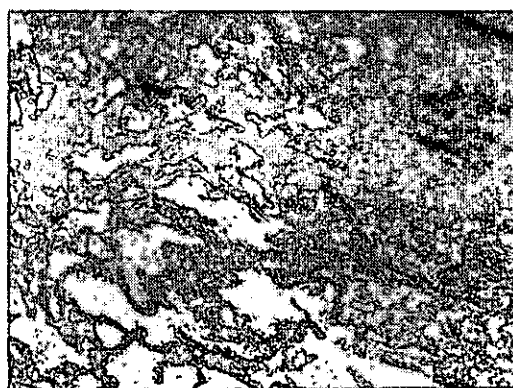


図 II d 左 S6 の凍結切片標本

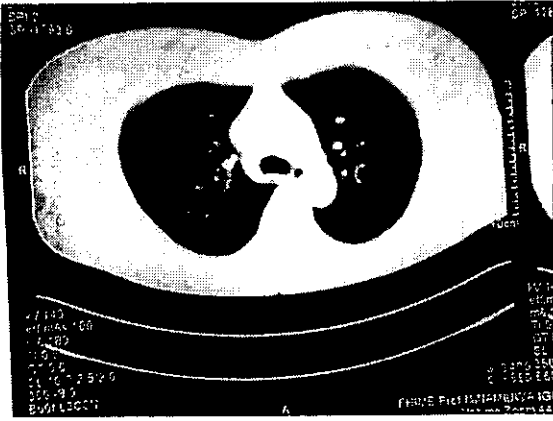


図 II e 左 S6 の AAH を背景に腺癌

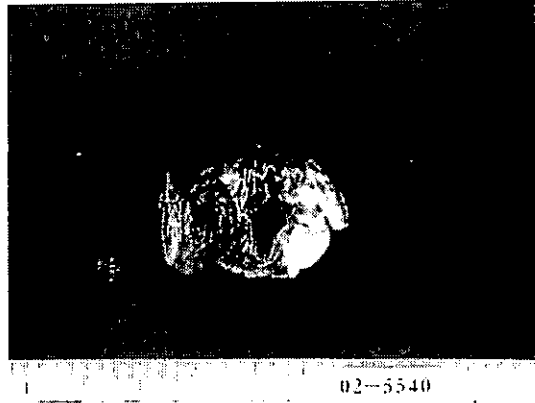


図 II f S8 の転移性腺癌

症例Ⅲ



図Ⅲa CT: 左 S6 の GGA



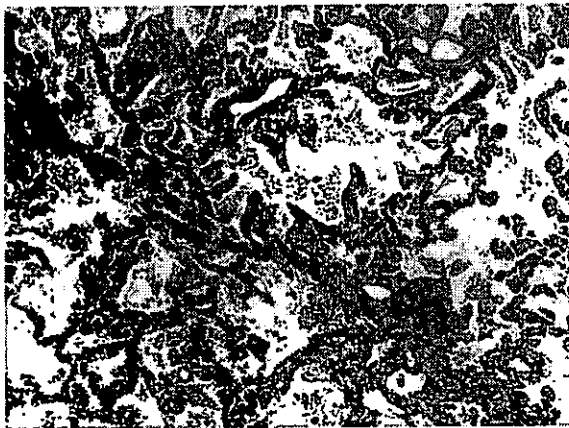
図Ⅲb VATS 検体: S6



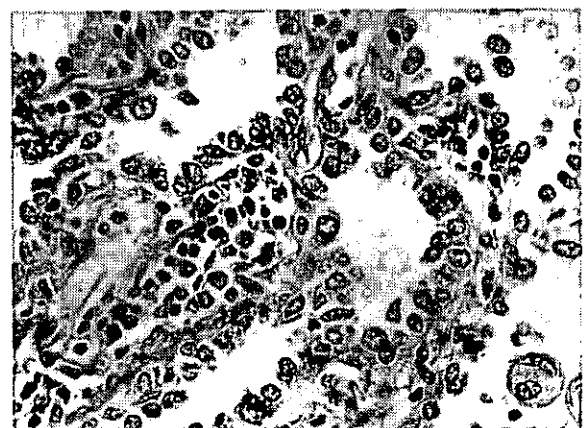
図Ⅲc VATS 検体: S6 の剖面



図Ⅲd S6 の凍結標本



図Ⅲe S6 の腺癌(上皮内癌相当)



図Ⅲf S6 上皮内腺癌相当の高倍像

遠隔医療の経済性検討方法の研究
—VATS+テレパソロジーの経済性研究、中間報告—

分担研究者 長谷川 高志

セコム株式会社 IS 研究所グループリーダー

研究要旨 肺悪性腫瘍胸腔鏡下手術(VATS)の実施に際して、病理医のいない施設でも遠隔術中病理診断により、手術回数を2回から1回に減らすことが可能になり、手術回数削減による保険請求額減少と、患者 QOL の向上が併せて期待できる。このケースについて遠隔医療の経済性分析手法の提案及び経済性の成立の可否について調査分析した。それにより年間手術件数が5件以上、遠隔医療機器の償却期間を10年間とするならば、経済性が成立することがわかった。

A. 研究目的

置くけるために不可欠である。

1. 遠隔医療の経済性に関する従来の視点

個人の通院負担（時間、移動費用）削減に焦点を当てたものが多く、以下の問題点がある。

(2) 医療財政への効果として、保険支出額の減少や効率化の程度を示すことが必要である。また適用対象患者数の予測も重要である。

(1) 地域の交通、環境条件に経済性評価が大きく左右される。

(3) 施設負担（設備、通信、人件費）の増加額を予測し、保険支出減少額と比較することで、効率を評価する。

(2) 僻地医療での経済的利点しか評価できない。

(3) 保険財政上の評価項目が無く、保険者の取組意欲を喚起しない。

(4) テレパソロジー向け支出増があっても、保険財政全体で効率化すれば、保険者の意欲喚起につながる。

WTP (Willingness to pay)による分析として、患者が遠隔医療に感じる価値（金額）に焦点を当てたものもある。しかしコストや原価との関連が薄く、事業者・提供者への訴求が弱い。

(5) 疾患を特定し、遠隔医療により明らかな改善が期待できる治療法について、医療効果と医療費から経済性分析を行う。従来の汎用的手法では限定的な分析しか出来なかった。

2. 遠隔医療の経済性の本研究班での視点

(1) 医療上の効果と経済的利点を併せて示すことが、遠隔医療を医療政策、医療財政の中に位

3. 遠隔医療の効果、経済性の尺度

(1) 医療費上昇無く、予後・QOL 改善が必須条件である。改善なければ、遠隔医療導入は不要である。

(2) 遠隔医療の介在により、検査回数の変化、手術・処置内容の変化、投薬量・回数の変化、入院日数の変化、通院回数の変化などの効果が得られることが不可欠である。

(3) 少ない投入資源で、効果が得られること、専門医不足の改善手段となること、地域としてのメリットがあることが大切である。

(4) 個々の疾病や治療手段に即した評価尺度が必要である。汎用尺度は、抽象的になり実用性が薄れる。特定疾患もしくは診療手段の特性に即して、遠隔医療の効果が大きく生きる手法を評価できることが重要である。

4. 研究目的

(1) 特定疾患および診療方法の特性に基づいた遠隔医療について、経済的効果を評価する手段を開発する。

(2) その手段を用いて、対象疾患・治療法が遠隔医療により保険適用上も有利になることを実証する。

B. 研究方法

(1) 対象疾患と対象治療方法

肺癌治療に於いて、ステージと部位に依っては胸腔鏡下外科手術（VATS：Video Assisted Thoracoscopic Surgery）により、患者 QOL の高い治療が可能である。

まず 1 回目の手術で小腫瘍陰影の部分を VATS で切除し、病理診断をつけてから 2 回目の肺癌の手術をする。

病理医がいる施設では、術中迅速診断により、1 回目と 2 回の手術を連続して実施できる。したがって複数回手術の場合比べて、入院日数削減、2 回の ICU 利用や麻酔の 1 回への削減など、保険請求も効率化できる。当然ながら、2 回の手術が 1 回で終わるので、患者 QOL も改善される。

VATS 実施施設数より、病理医が常勤する施設の方が少ない。そこで VATS 実施施設に対して、遠隔術中迅速病理診断システムを導入することで、上記の患者 QOL 向上と保険請求の効率化が重ねて実現できる。

(2) 研究方法

テレパソロジーによる手術回数の減少とそれともなう保険請求額の減少を対象として、わかりやすい指標で遠隔医療の効果と経済性を分析する。

① 手術に関する保険請求の差額の分析

VATS による肺悪性腫瘍手術に関する保険点数は、手術本体、麻酔、ICU 利用などの項目があり、それを調査して列記する。

② 入院日数の変化の分析

手術を2回から1回に減り、入院日数の減少も期待できる。平均日数、入院あたり請求額の差を調査することで、データを得る。

③ VATS 実施医療施設数の調査

VATS を実施できる施設の件数、その中で常勤病理医のいない施設の件数を調査する。

④ VATS 実施施設あたりの実施件数

一施設あたりの肺悪性腫瘍手術の VATS 件数を調べる。

⑤ テレパソロジーの導入、実施コスト

遠隔医療実施コストの多寡が、経済性の大きな要因となる。そこでテレパソロジーのための設備の導入コスト、運用コストおよび人件費を算出する。

⑥ 地域別調査

上記の中で③、④は地域による差異がある。そこで各地域の調査を行い、偏りなどを配慮した分析を行う必要がある。そこで③、④の調査は、地域別実施する。

患者あたり効果：減少する入院日数、減少する手術点数の予測 … α

患者予想総数：非 VATS 適用患者数(全て VATS 適用に転ずると想定) … β

減少効果 = テレパソロジー適用患者数 (α)
× 入院あたり保険点数減少額 (β)

(3) 経済性分析方法

ここで経済性を下記に定義する。

① 収益がコストを上回ることで経済性が成り立つと考える。

② QOL の向上と医療上の利点は、VATS 実施施設の増加で満たされる。つまり経済性の成立が医療上の利益と等しい。

③ 遠隔医療に投入したコスト総額よりも、収益総額が大きければ経済性が成立したと考える。

④ 下記の計算式により分析する。

VATS 2 回手術時の保険点数総額 …… A

VATS 1 回手術時の保険点数総額 …… B

遠隔医療の導入コスト …… C

遠隔医療の運用コスト …… D

年間 VATS 実施件数 …… E

遠隔医療システムの償却期間 (年) …… F

一患者あたりの保険収入差額 …… G

$$G = A - B - D$$

遠隔医療を導入したことによる収益 …… H

$$H = G \times E \times F$$

収益が導入コストより大きければ経済性が成り立つ。

$H > C$ (経済性が成立する)

$H < C$ (経済性は成立しない)

(5) データの収集

一施設あたりの年間 VATS 実施件数が、最も重要なパラメーターとなる。しかし VATS による肺悪性腫瘍摘出術の実施件数は多くない。また、件数のデータの収集も、厚労省の統計にも乗っていないので、容易ではない。

経済性分析のためのデータは、それほど高い精度を求めない。そこで地域を定めて、地域内の各施設の年間平均件数を推測することで、代用の情報とする。そこで、下記のいずれかの手段を用いて、推定する。

- ① 呼吸器外科の地域中核医局よりの情報収集
- ② 肺癌学会などの専門学会の調査記録の収集と活用
- ③ 地域の医師会などの情報の収集と活用

(6) 研究計画

- ① 岩手県を対象としたパイロット研究

岩手医科大学と岩手県内の各施設での、VATS 実施件数、平均在院日数、保険点数の調査

平成 15 年度は、この研究を実施した。

- ② 他の複数地域での医療費減少効果の予測

平成 16 年度の実施を予定している。

(7) 倫理面への配慮

本研究は、個別の患者個人情報を全く利用していない。また肺癌も VATS も、個人を特定できるような特殊疾患でも治療法でもない。

データの最終的な形態も平均化するなど統計的なものとなる。そこで倫理的な問題は無いと考える。

C. 研究結果

1. 手術回数による保険点数の差異

岩手医科大学呼吸器外科の谷田達男教授が調査したデータより、表 1 に示す保険点数の差額があることがわかった。[1]

(1) 手術を 2 回に分けるケース

1 回目の手術で小腫瘍陰影の部分を VATS で切除し、病理診断をつけてから 2 回目に肺癌の手術をすると、胸腔鏡下肺手術 (K-513 : 31,700 点) + 胸腔鏡下肺悪性手術 (K-514-2:58,000 点) の両方が手術点数でつく。他に閉鎖循環式全身麻酔 (L008 : 6,100 点) の分離肺換気による加算があり、1 回の麻酔で 12,100 点が加算され、2 回の手術であれば 24,200 点が麻酔費用としてかかる。

1 回目術後は ICU に入る必要はないが、2 回目術後は ICU 3 日程度管理され、ICU 管理料 (A301 : 8890 点 x 3 日) が加算される。

(2) 手術が 1 回で済むケース

1 回の手術で済むならば K-513 の 31,700 点 + L008 の分離肺換気加算を加えて 12,100 点の合計 43,800 点が不要となる。

他に各種検査料 1,785 点も重複しているので、不要となる。替わりに術中迅速病理診断の 1,790 点が付加される。

その合計として、43,875 点が減少する。1 点が 10 円なので 438,750 円の減少を意味する。

2. 岩手県でのパイロット研究

(1) 県 (厚労省) データ

岩手県内の肺癌の概況について、県 (厚労省統計と同じベース) [4] から取得したデータを表 2-1、表 2-2 に示す。

このデータは、下記のような問題点がある。それにより、VATS 施設での施設あたり年間患者数の予測等は不可能である。

- ① データが古い (調査間隔が長い)。
- ② VATS か開胸式か、区別が無い。
- ③ 岩手医大等、個別施設で持つデータとの不整合が小さくない。

(2) 岩手医科大学での VATS 調査 (平成 14 年

度) [2]

岩手医科大学で対象術式下の平均在院日数、保険点数合計の調査を平成 14 年度実施分について行った。

VATS での肺悪性腫瘍手術 (保険コード K514) について、合計件数 17 件、平均在院日数 24 日、平均入院合計点数 180930 点が得られた。そのデータを表 3-1 に示す。

参考に悪性腫瘍でないケース (保険コード K513) について、表 3-2 に示す。

岩手医科大学のデータは、VATS とテレパソロジーを組み合わせた際の入院日数と請求点数のデータとして扱える。一方で比較対照である VATS 2 回手術事例について、岩手県内でデータを収集中である。

(3) 岩手県の VATS 実施施設数と実施患者数

県・厚労省のデータからわかる通り、岩手県内での VATS 実施可能病院数と実施件数の予測基礎データが不足している。そこで推定値を用いた経済性分析を行う。経済性の算出は、概数で十分可能なので問題は無い。

その際の基本情報として、地域の中核的医大の呼吸器外科医局で把握しているデータを用いる。この手法は東京・大阪等の複数医局が存在する広域大都市圏では使えない。しかしながら広域大都市圏は、病理医の充足度が高い地域なので、研究対象として扱う必要はない。

岩手県については、岩手医科大学呼吸器外科でのヒヤリングに基づいて推定データを作成した。そのデータが下記である。

① 県内の VATS 実施可能病院

10ヶ所程度（うち2件は岩手医大と県立中央病院なのでテレパソ不要）。そこで岩手医大、県立中央病院を外した8カ所を VATS と遠隔医療の適用施設と扱うこととした。

② 一病院あたり肺癌手術数/年

VATS 実施できる病院での肺癌手術件数（開胸式を含む）は、表4の通りである。（岩手医科大学呼吸器外科）[2]

この4病院だけで年間200件弱の肺癌手術が行われている。ただし年毎のバラツキが大きいので、各施設毎に分けたデータではなくて、この4病院を併せたデータの平均を用いることとした。また控えめ（件数を少な目に見積もった）データで扱うこととした。

一施設あたり、年間30～50件の肺癌手術を行うと扱うと推定した。

③ 各施設の VATS 件数比率

VATS 比率：手術数の1～2割と推定した。岩手医科大学の平成14年のデータでは3割を越えているが、ヒヤリングと合わせて、控えめに推定した。

30～50件の1～2割とすると、年間3～10件が一施設あたりの VATS 実施件数である。分析上は5件/年と扱った。

以上は、非常に大雑把な数値の導出だが、本研究の目的は、経済性の成立の可否の算出なので、控えめの数値での経済性成立が実証されれば十分である。そこで、上記データを推定値と扱った。

(4) テレパソロジーのコスト

東北大学医学部附属病院病理部で推定したデータを元に算出した[3]。本研究班の中の他の研究による新たな機器コストから、更に新しい算定基礎を作りたいが、他研究のデータが得られるまでは、このデータを用いる。

- ① 機器償却期間 10年
- ② 年間利用回数 5回（後述）

上記をベースとした1回当たりのコストは下記の通りとなる。

- ③ 機器償却費/回 \ 230,948
- ④ 人件費/回 \ 1,365

詳しくは表5に示す。

(4) 手術回数減少による経済効果の推定

① 減少効果の定義

減少効果 = 「VATS + テレパソロジー対象

者」数 × 入院当たり保険点数減少額（年間総額）

② 入院当たり保険点数減少額

＼343,650／回を基本数値として扱う。年間数回の手術では、回数が少ないことによる減額（100分の70）を適用されるためである。この基本数値は、＼438,750（削減無し）の70%である。

③ 償却期間内の全収益

1年間の収益
 $(\backslash 343,650 - \backslash 1,365) \times 5 = \backslash 1,711,425$

償却期間の収益

$\backslash 1,711,425 \times 10 = \backslash 17,114,250$

④ 償却期間内の全コスト

$\backslash 230,948 \times 5 \times 10 = \backslash 11,547,400$

⑤ 経済効果

収益 > コスト

$\backslash 17,114,250 > \backslash 11,547,400$

上記より概略計算では経済性が成り立つことがわかった。

D. 考察

1. 経済性分析モデル

今回の経済性分析は、保険請求上の差額に焦点を当てたものである。

現在の国内医療経済の状況では、よほどの社会問題となる疾病や治療手段でない限り、医療上の利点が大きくとも財政的利点の薄い医療手段に保険点数を認めることは厳しいと考えられる。

患者の医療効果評価の視点に立脚するWTP(Willingness To Pay)や、僻地医療での患者・医療者双方の移動負担に着目する Travelling Cost での経済性分析は、財政面で大きく評価されたとは言い難く、保険点数への採録も無かった。

経済性と QOL の双方に有利な症例・治療法について、保険請求の効率化に着目した経済性分析モデルは、事例数が多いとは限らないが、財政的視点に立てば「筋の良い」遠隔医療と言える。

この分析手段の実効性がテレパソロジーに限らず、テレラジオロジー、テレケアなどでも実証されて、遠隔医療の評価手法として確立することが期待される。

2. 遠隔医療が有効な支援手段となる治療法

VATS による肺悪性腫瘍手術で2回に分ける手術を1回に集約する事例は、疾病や治療法の特徴と遠隔医療の利点が相乗的に生きる好例である。このような症例、診療手段を他でも探すことが望まれる。

本研究では、従来の遠隔医療の経済性分析と異なり、「外科手術」を対象としたことが最大の特徴である。外科手術に関する保険点数は、遠隔医療で対象とする各種検査に比べて、かなり高い。そのために医療上の有効性に加えて、費用面でも大きな利点が出る可能性がある。

外科手術は患者負担が大きいケースが少ない。遠隔医療の支援により、手術回数や手術範囲を抑えて、患者負担の軽減と QOL の向上、保険請求の抑制に結びつけば、これまでの遠隔医療の経済性評価に比べて、社会的にも大きな影響を持つと考えられる。

3. 病院経営からの視点

病院側のマイクロかつ短期的視点に立てば、2回手術を行った方が収入は大きい。手術回数削減を行う遠隔医療を、病院に導入するモチベーションを高めるため、別途の方策が必要と考えられる。

病院としての平均在院日数の抑制と病床回転率の向上、患者 QOL の向上による紹介件数の拡大などの別の利点も存在すると考えられる。また手術回数削減が QOL 上たいへん有利であると広報を行うことなども望まれる。

本研究の範囲外の事柄も多いが、医療財政上のモチベーションだけでなく、個々の実施施設に取っての利点も考えなければ展開できない。

4. 包括化(DPC)について

包括化(DPC)により、遠隔医療への支払枠が無くなるとの懸念もある、しかし DPC は、特定機能病院などの大規模医療施設に適用するものである。DPC を一般的な病院に展開することは、まだスケジュールが立ったとは言えない。つまり遠隔医療の依頼側施設が DPC 適用になるには、時間が掛かると考えられる。そのため本研究では、DPC を考慮には入れない。

5. 施設数の推定

本研究の今年度の活動で最も弱い点が、VATS 実施施設数の推定である。次項で述べる患者数の推定とも併せて、かなり大雑把な推定に頼っている。

県レベルで VATS による肺癌患者手術数を推定して、それを VATS 実施可能施設数で割ることで、一施設あたりの実施数を推定した。実施施設数が推定より多ければ、一施設当たり手術件数が予測より減少して、経済性に取り不利になることも生じうる。そのため、最低限の手術件数を把握できるだけの精度を持った施設数のデータを捉える必要がある。

一施設での経済性が成り立つ年間手術件数が5件と多くない。これだけ確保できれば、遠隔医療も成立するので、それほど厳しい推定ではないと考えられる。ただし実施施設数の把握は重要である。

6. 患者数の推定

この点も今年度の活動で最も弱い点である。施設数と併せて、肺癌学会などの専門学会にご協力をいただいた調査が望まれる。

あるいは岩手県で進めている VATS 実施施設での実施件数と平均在院日数の調査の結果が期待される。

7. 遠隔医療のコスト

今回のコストは、依頼側施設のコストのみを算出している。その問題点は、元の計算を行った研究者により既に指摘されている。

本研究の今年度の活動では、遠隔側・病理医の側のコストは算出していない。また依頼側施設が支払うべき費用も検討していない。

現段階の推定では、収益面での余裕があるので、遠隔側施設への支払余力はありと考えられる。そこで遠隔側のコスト分析も行うべきと考える。

8. 償却期間

これも遠隔医療コスト算出の参考研究に従って、償却期間10年で分析している。

施設側での機器利用期間（償却期間）は、医療以外での通信機器・計算機機器に比べて長めである。機器の進歩などから見ると、もう少し短い期間でも経済性が成り立つことが好ましい。

9. 地域性について

地域性としては、下記2点が考えられる。

- ① 年間肺癌手術件数が多い地域、少ない地域でのバラツキ
- ② 病理医の充足度

当然ながら病理医の充足度の高い地域では、遠隔医療の必要性は高くない。

今年度の研究では、そもそも病理医が不足している岩手県地区を対象としているので、この点は考えずとも必要性の要件は満たされていた。

VATS 実施施設、実施件数調査と病理医の分布を重ね合わせた調査により、遠隔医療の経済性に関する地域性の検討も必要と考えられる。

E. 結論

1. 経済性分析について

考察で示した通り、概算ではあるが VATS とテレパソロジーの組み合わせにより、遠隔医療の経済性が成り立つことがわかった。

2. 経済性分析方法について

遠隔医療の経済的評価の方法として、保険請求の差をベースとする計算方式を提案した。

3. 調査したデータについて

経済性分析上は問題ない。しかしながら、より確度の高い分析とするために、いっそう詳細な

データの取得が求められる。詳細データにより、今年度研究の分析を更に精度向上する。

4. 次年度の課題

(1) 岩手県内の4病院(表4)での、正確な VATS 実施件数、平均在院日数の調査

今次研究班員である岩手医科大学呼吸器外科谷田教授を通じて、依頼中である。

(2) 他地域での VATS 実施施設、患者数の調査

今次研究班員である慶應義塾大学医学部附属病院呼吸器外科小林紘一教授にご支援いただき、肺癌学会での調査データを利用させて頂きたいと考えている。

(3) テレパソロジーのコスト

今次研究班員である東北大学医学部附属病院病理部渡辺みか講師の研究されたデータの費用対効果について、データの更新、提供側施設のコスト算出、償却期間を短縮化した分析の3点を行う。

5. 参考文献・参考情報

- [1] 岩手医科大学呼吸器外科谷田達男教授よりの保険点数分析情報
- [2] 岩手医科大学呼吸器外科谷田達男教授よりの岩手医科大学附属病院平成14年度データ
- [3] 東北大学医学部附属病院病理部渡辺みか講師よりのテレパソロジーのコスト分析
- [4] 肺癌患者数データ(平成11年度、岩手県)

6. 謝辞

本研究班員にご推挙いただき、また遠隔医療の経済性評価の指針をご指導頂いた財団法人医療情報システム開発センター理事長開原成允先生、主任研究者として深くご指導いただきました岩手医科大学第一病理学講座教授 澤井高志先生、分担研究者であり VATS での手術回数削減の構想を提案され、また様々なデータ提供と議論でご指導頂いた岩手医科大学呼吸器外科教授 谷田達男先生、テレパソロジーのコスト分析データをいただいた東北大学医学部附属病院病理部講師 渡辺みか先生に深く感謝いたします。

表1 手術回数と保険点数

項目	コード	1回目点数	2回目点数	テレパソ適用点数
胸腔鏡下手術	K513	31700		
胸腔鏡下手術	K514-2		58000	58000
閉鎖循環式全身麻酔	L008	6100	6100	6100
分離換気加算		6100	6100	6100
病理組織顕微鏡検査		880	880	880
病理診断料		255	255	255
基本的検体検査判断料		630	630	630
ICU管理料	A301		26700	26700
病理組織迅速顕微鏡検査				1790
合計		144330		100455
差額		43875 (件数により 34365 に減額)		

表2-1 岩手県内肺癌患者数データ (岩手県保健福祉部保健福祉企画室、平成11年度)

	男	女	計	備考
県内の肺がん患者数(罹患数)	579人	187人	766人	岩手県地域がん登録事業報告書より

表2-2

	治癒的切除	非治癒的切除	その他	無記載	計
県内の肺がん患者の手術件数	55人	36人	15人	1人	107人

表3-1 岩手医科大学のVATS手術件数、在院日数、請求点数 (K514)

手術種類	年齢	性別	診断名	入院日数	請求点数	手術点数	
胸腔鏡下肺悪性手術	K514-2	76	女性	肺癌	28	179091	40600
	K514-2	76	男性	肺癌	39	204573	40600
	K514-2	64	女性	肺癌	21	153298	40600
	K514-2	69	女性	肺癌	27	162800	40600
	K514-2	66	女性	肺癌	20	157971	40600
	K514-2	65	女性	肺癌	32	183823	40600
	K514-2	76	男性	肺癌	17	152906	40600
	K514-2	41	女性	転移性肺腫瘍	21	156120	40600
	K514-2	64	女性	肺癌	18	142814	40600
	K514-2	57	男性	肺癌	13	169949	58000
	K514-2	72	男性	肺癌	41	249423	58000
	K514-2	64	男性	肺癌	32	218626	58000
	K514-2	70	女性	肺癌	22	198671	58000
	K514-2	59	女性	肺癌	29	208254	58000
	K514-2	54	男性	肺癌	14	165010	58000
	K514-2	70	男性	肺癌	20	195850	58000
				平均値(K514)	24.2	180929.5	
			件数(K514)	17			

表3-2 岩手医科大学のVATS手術件数、在院日数、請求点数 (K513-2)

	手術種類	年齢	性別	診断名	入院日数	請求点数	手術点数
胸腔鏡下肺手術	K513	25	男性	自然気胸	10	94921	317000
	K513	31	男性	自然気胸	6	79437	317000
	K513	73	男性	過誤腫	13	112358	317000
	K513	48	女性	AAH	11	88350	317000
	K513	18	男性	自然気胸	11	83268	317000
	K513	53	男性	左肺腫瘍 (IP)	11	87918	317000
	K513	18	男性	転移性肺腫瘍	14	92091	317000
	K513	74	男性	肺炎症性腫瘍	15	104907	317000
	K513	71	女性	肺良性腫瘍	13	96489	317000
	K513	71	男性	間質性肺炎	12	107945	317000
	K513	71	男性	気胸	17	113695	317000
	K513	22	男性	自然気胸	10	84392	317000
	K513	29	女性	自然気胸	7	83404	317000
	K513	20	男性	自然気胸	10	95917	317000
					平均値(K513-2)	11.4	94649.4
				件数(K513-2)	14		

表4 岩手県内の主要施設での肺癌手術実績 (平成12～14年度)

病院名	2000	2001	2002	注記
岩手県立中央病院	89	57	51	
胆沢病院	49	43	50	
釜石市民病院	24	25	29	
岩手医科大	23	30	49	14年度、49例中17例がVATS
4病院合計	185	155	179	

表5 テレパソロジーのコスト

項目	費用	適用条件	注記
通信基本料金	¥3,630	INS64	遠隔医療で計上するか?
通話料金 (通信料金)	¥1,314	30分間	別通信サービスで再計算が必要
機器減価償却費	¥230,948	年間5回使用で10年償却	機器コストによる再計算が必要。
人件費	¥1,365	30分間	
合計	¥233,627		

厚生労働科学研究費補助金（医療技術評価総合研究事業）

分担研究報告書

医療効果・経済効果を目的とした遠隔病理診断の実用化と
これに関する次世代機器の調査・開発に関する研究
ーデジタルカメラとパソコンによる「P to P」の実験ー

主任研究者 澤井 高志 岩手医科大学病理学第一講座 教授

研究要旨 インターネット、パソコン、顕微鏡など通常病理医に利用されている機器にデジタルカメラを装着して個人レベルで行うテレパソロジーシステムの評価を行った。今回の実験結果では高画素で撮影して JPEG 方式で圧縮して送る画像が容量も小さいため多数送付でき、画質もあまり劣化しないで診断に耐えうることが明らかになった。コンサルテーションに用いる個人レベルのテレパソロジーには通常販売されている低価格のデジタルカメラでも充分診断に対応が可能である。

渡辺 みか 東北大学医学部附属病院病理部
宇月 美和 岩手医科大学病理学第一講座
一迫 玲 東北大学大学院歯学研究科口腔
病理学分野
黒瀬 顕 岩手医科大学病理学第一講座
熊谷 一広 株式会社南部医理科

A. 研究目的

最近の市販デジタルカメラの普及は目覚ましく、その性能は著しく向上している。また、インターネットの普及や通信速度の向上により、高画質な画像伝送を個人利用することも可能になってきている。そこで、これら市販デジタルカメラとインターネット通信による、病理医個人が利用できる簡便、低価格で実用的な遠隔病理画像診断システムの開発を行う為に必要なシステム条件及び問題点を検討した。

B. 概要

デジタル画像伝送を病理診断に使用するには、システム環境が画像の再現性に及ぼす条件を細かく検討し、送信者と受信者が共通の認識を持つ必要がある。市販のデジタルカメラ及びインターネット通信での画像伝送試験など、市販品を組み上げたシステムで下記条件を調査し、病理診断上のシステム問題点を抽出する（資料1）。

1) 市販品のデジタルカメラによる撮影条件検討
顕微鏡で観察する病理標本は人物や風景写真とは異なる画像特性を有しており、病理診断に最低限必要なデジタル撮影条件を明らかにする必要がある。（カメラの取り付け条件、撮影画素数、画像圧縮比など）

2) デジタル画像伝送方式の検討

現在多くの病理医が使用しているインターネ

ット通信環境で画像伝送を行うには、ファイルサイズ、圧縮比、画素数などが最も整合性のとれる条件で使用できる伝送方式を検討する必要がある。これらの実験は PC の設置環境により大きな影響を受けるため、十分な予備実験を行った後、実際に遠方施設の何人かの病理医どうしでの観察実験を行う必要がある。

C. 検討内容ならびに方法

1) 検討内容

- a) デジタルカメラの画素数による画像の違い
- b) JPEG 圧縮の影響
- c) 画像拡大への影響
- d) 伝送による実験
- e) 伝送後の診断への影響

なお、画像による検討項目としては、撮影する顕微鏡の倍率に応じて組織構築、細胞および核の形、染色の状態、微細顆粒の識別などを対象にした。

2) 利用機器

a) システム I

デジタルカメラ：(Pro150ES、Pixera)

パソコン：Power Macintosh G4

顕微鏡：Olympus BH2 (オリンパス)

PC モニター：(Multiscan17sf9、SONY) (通常利用：1024×768 を採用)

プリンター：Epson PM-950C

特徴：顕微鏡用に特化されている

b) システム II

デジタルカメラ：Coolpix4500 (ニコン)

パソコン：Power Macintosh G4

顕微鏡：Nikon Eclipse E600 (ニコン)

PC モニター：(Multiscan17sf9、SONY) (通常利用：1024×768 を採用)

プリンター：Epson PM-950C

なおディスプレイ上に表示される画像を比較するために表示画面をカラープリンタで印刷した。

3) 対象標本

組織診断：好酸球性血管炎、悪性胸膜中皮腫

細胞診：子宮内膜癌 (パパニコロ染色)、肺癌 (小細胞癌) (パパニコロ染色)

4. 操作手順ならびに検討項目

今回は顕微鏡カメラとして撮影方式が PC 上でライブ画像をみながら画像データを直接取り込み PICT、BMP、JPEG、TIFF フォーマットで保存する方式をとっている Pro150ES (Pixera) と本体内部のメディアに TIFF と JPEG で保存する Coolpix4500 (Nikon) を対象にして検討した。前者はデジタルカメラであるが画像取り込み用の専用ソフトも開発されて多目的利用が可能であり、パソコンと接続してファイリングなどにも応用でき、蛍光の撮影など本格的な機能を有する。一方、Coolpix は市販のデジタルカメラであくまでも画像を簡単に取り込んでファイリングするという加工のための簡単な方式である。

1) Pro150ES (Pixera：仕様書添付)

- a) デジタルカメラにて撮影
- b) 高解像度
- c) PC 用ディスプレイ上で表示
- d) PC 上で JPEG による圧縮
- e) 拡大による比較

- 2) Coolpix 4500 (Coolpix 4500 :仕様書添付)
- a) デジタルカメラ内部にて、圧縮度を high (非圧縮)、fine、normal、basic と変えながら撮影
 - b) 高解像度
 - c) ディスプレイ上で表示
 - d) 拡大による比較

D. 結果

1. デジタルカメラの機能について

今回の Pro150ES と Coolpix4500 の結果を 1) 診断に用いた組織診断、2) カメラの種類、3) 画素数、4) 取り込み方式、5) 圧縮の程度、6) 画像容量、7) モニター上での画像の拡大を記載してある。

1) Pro150ES (Pixera) による結果

- a) 1390×1040 画素の非圧縮の状態では容量が 4.1Mb であり、通常、使っているモニター上 (1024×768) では約 50%の画像しか表現されない。この方法では解像度は最も良いものの一度に全体をみることは難しいと同時に容量が 4.1Mb と非常に大きいのでこのままではテレパソロジーの画像として伝送するのは難しい。
- b) 上記、4.1Mb の画像をパソコンに取り込んで Photoshop で約 1/20 圧縮した場合、容量は小さくなる。やや画像の粗さは目立つものの診断には不自由を感じない。この方式では容量が 116K になるため一度に 10~20 枚の画像を伝送できる。
- c) 原画像を 640×460 の PICT 形式で保存。非圧縮の場合は 916K であるため伝送容量が大きくなる。また、モニター上での表示は、1390×1040 の場合には 100%表示した時の表示ウイ

ンドウが最初の 50%表示から広がるので、ちょうど画面上で拡大を上げているような状態になるのに比べて、640×460 では最初の表示以上に画面は広げられない。そのため、顕微鏡の弱拡大で見たような状態になる。細胞一つ一つを細かく観察する場合にはかなりの強拡大にする必要がある。これは現在のところ不適である。

d) c) を JPEG で圧縮する。44K になるので伝送できる枚数は非常に多くなる。しかし、画像の粗さが目立つようになり診断については求める内容により差が生じる。組織構築の場合に限定すれば診断可能であるが、クロマチンなど微細構造が問題になると難しい。

結局、b) d) より、JPEG で圧縮しても診断可能ということになるが、細胞の微細顆粒などを問題にするか、組織構築を問題にするかで、前者の場合は高画素を JPEG 圧縮、後者の場合は低画素を JPEG 圧縮にしていくことが望ましい。

2) Coolpix4500 (仕様書添付にて撮影)

組織診断 (悪性中皮腫)、細胞診 (小細胞癌 (肺癌))

Coolpix4500 で同様の実験を行い評価した。Coolpix4500 の場合は前にも述べたが非圧縮の TIFF あるいは JPEG で既に圧縮したものが画面表示されている。その Grade は原画像 (TIFF 非圧縮 2272×1704、11.2Mb)、Fine モード (2272×1704、JPEG 圧縮、1.2Mb)、Normal モード (2272×1704、JPEG 圧縮、800Kb)、Basic モード (2272×1704、JPEG 圧縮、412 Kb) と分かれているが、Coolpix4500 は 2272×1704、387 万画素、11.2Mb とかなり高画素で取り込んで JPEG で圧縮しているのが特徴である。また撮影した画像を PC に取込んで

Photoshop などのソフトで、低画質（高圧縮）で保存（2272×1704、PC に取り込んで JPEG 圧縮、192Kb）した画像との比較も行った。その結果、Coolpix4500 の場合は伝送容量の値に左右されることになるが、現在の方式では Basic で取り込んで 412Kb で送るか、さらにそれを PC に取り込んで Photoshop で圧縮して送る画像でも診断には問題がないことが分かる。

なお、Photoshop などのソフトで低画質（高圧縮）で保存した場合には原画像の約 1/100 に圧縮になるが、これでも症例によっては診断可能である。

以上の結果を資料 2 と資料 3 に示した。資料 2 は 122 万画素、30 万画素で撮影したものを JPEG で 116K、44K に圧縮したものであり、両者の画像にそれほど大きな質の差がないことがわかる。1) Pro150ES、2) Coolpix4500 の結果より、病理診断にとってそれほどの高画質の画像は不要ということになり、最近の高画素のデジカメでなくても、従来の安いデジカメで十分に診断には利用できることになる。

2. インターネットを利用した「P to P」の応用例集

これまでの結果から診断のための普通の観察では、伝送する画質は通常の画素数、圧縮にはそれほど左右されないため容量を小さくするほど多数の画像を添付できる。以下にあげた 5 例は診断病理医が日常の業務のなかで経験することの多い症例である。決して、珍しい症例ではないため正式に診断のコンサルテーションを依頼するほどでもないが、かといって無視してよい症例でもない。患者の治療方針あるいは予後を大きく左右するからである。結果を資料 4 にま

とめた。

3. 各 부품の価格について

パソコン (Power Macintosh G4) : 既存のものを使用

顕微鏡 (Olympus B H2 および Nikon) Eclipse E600) : 本体は既存のものを使用

Cマウント (顕微鏡とカメラを接続するアダプター) (マイクロネット) 8 万円

デジタルカメラ

a) Dr. cam 150ES、Pixera 45 万円

b) Coolpix 4500、Nikon 22 万円 (顕微鏡でのアダプタも含む)

合計 : Pro150ES の場合 53 万円、Coolpix4500 の場合 22 万円

なお、通常用いている ISDN 用のテレパソロジーシステムの送り手側は顕微鏡も含めて 1300 万円、受信側は 400 万円の値段である。

E. 考察

現在、テレパソロジーの利用にあたっては大きく 2 つの目的が考えられる。一つは手術中の迅速診断であり、もう一つはコンサルテーションのためである。我が国は厚生労働省の支援も受けて術中の迅速診断に関する役割が特に発展してきたが、これはコンサルテーションの比重が大きい国際的な傾向に比べて特異的な現象である。その内容も静止画、動画、あるいは両者を併せもつハイブリッド方式と色々なシステムが開発され、現在は ISDN を利用した形で、送信側、受信側 (診断側) も合わせると約 140 施設で利用している。しかし、このシステムは高価であるため施設自体としても購入するのにた