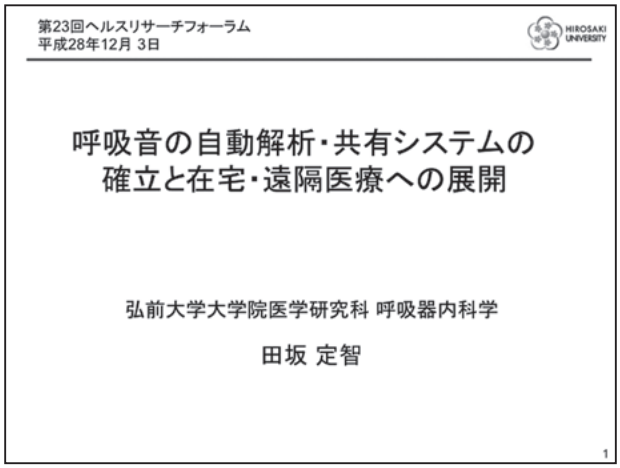
呼吸音の自動解析・共有システムの確立と在宅・遠隔医療への展開

田坂　定智
弘前大学大学院 医学研究科 呼吸器内科学　教授
（助成時：慶應義塾大学医学部内科学教室（呼吸器内科）　専任講師）

【スライド1】

今回私は「呼吸音の自動解析・共有システムの確立と在宅・遠隔医療への展開」ということで発表させていただきます。

スライド 1



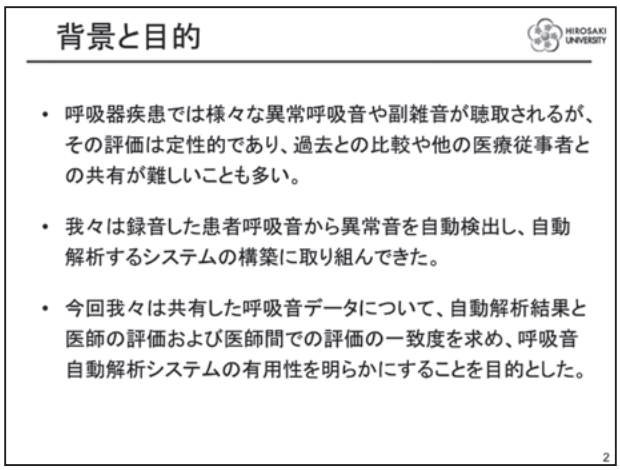
【スライド2】

まず、背景と目的です。

呼吸器疾患では聴診器を使って診察し、さまざまな異常な呼吸音や副雑音が聴取されますが、その評価は定性的です。私どももカルテに、雑音がある・ないとか、どんな雑音が聞こえたとか書きますが、その強さがどうなったかとか、前の診察でどうだったかとかいうことは、なかなか難しいものです。

そういうことで、私どもは、録音した患者さんの呼吸音から異常音を自動検出して自動解析するシステムの構築に取り組んでまいりました。今回、共有した呼吸音データについて、自動解析結果と医師の評価および医師間での評価の一致度を求めて、呼吸音の自動解析システムの有用性を明らかにすることを目的としました。

スライド 2



【スライド3】

対象と方法です。

慶應義塾大学病院、そして共同研究をしてくださった杏林大学病院に通院中の患者さん39名を対象として、聴診器一体型の録音装置によって呼吸音を録音し、次の評価を行って各評価についての一致度を求めました。

まずは、診察医による診察時の評価。

診察医が録音データを聴きなおした際の評価。

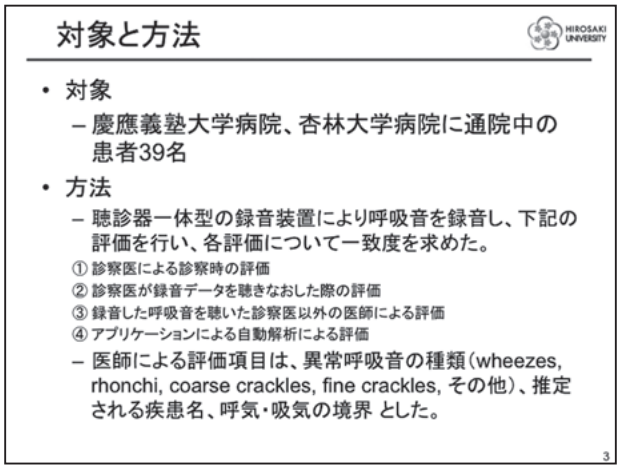
録音した呼吸音を聴いた診察医以外の医師による評価。

そして、アプリケーションによる自動解析による評価。

これらを比較しました。

医師による評価項目としては、異常呼吸音の種類…スライドにwheezesとあるのはぜんそくで聴かれるようなヒューヒューとかピーピーという音、rhonchiというのはギューとかブーとかいう音、cracklesというのは肺炎の際などに聴かれるたんが絡んだときなどのブツブツというような音で、そういった呼吸音の種類、そして推定される疾患名などについて評価を行いました。

スライド 3

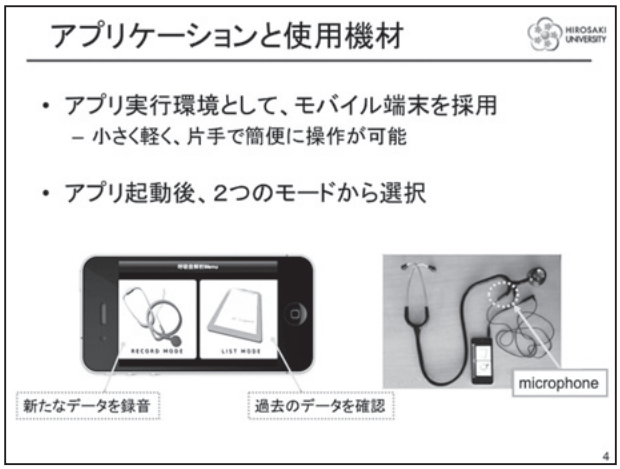


【スライド4】

これは実際に用いた機材です。

この聴診器は教育用に使う聴診器で、途中から2つに分かれていて、2人で同時に呼吸音を聴いて、指導医から「これは○○だよ」というような指導を受けるために用いる聴診器です。その片方を切って小型のマイクを埋め込み、それをiPadにつなげて、そこで呼吸音の解析を行う。そうしたものを作成しました。

スライド 4



【スライド5】

これが実際のiPadの画面のサンプルです。

断続性ラ音という、たんが絡んだときのブツブツというような音が縦のグリーンの線（本誌では白い線）で表示されます。この線の長さが相対的な音の強さを表しています。

スライド 5

【スライド6】

そして、連続性ラ音ですが、これはぜんそくなどで聴かれるゼーゼー、

ヒューヒューという音で、これがピンクのドット（本誌ではグレーのドット）で示されています。縦軸にヘルツで表していますけれども、このドットの位置が高い位置にあるほど高い音で、低い位置にあるほど低い音という表示がされます。

【スライド7】

まず、実際に診察をしたときに、録音をしながら診察をして、そのときの印象を記録用紙に書きました。このように、どういう雑音が聴かれたかというようなことを用紙に記入したわけです。

そして、その診察が終わった後、同じ医師が録音データを聴き直して、どれだけ一致するかを比較しました。そうすると、同じ医師ですので92パーセントは一致したのですけれども、残りの8パーセントについては、診察室で聴いたものと少し違うような印象…と言いますか、診察室で聴き漏らした呼吸音も聞こえるということが分かりました。

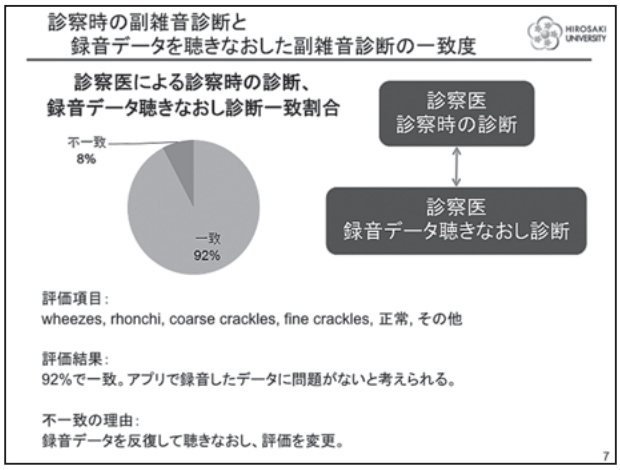
【スライド8】

そして、この音声データを、患者情報を伏せた状態で音声ファイルの形でメールに添付し、共同研究者との間でやり取りをして、「他の医師による呼吸音の評価」をやってもらいました。

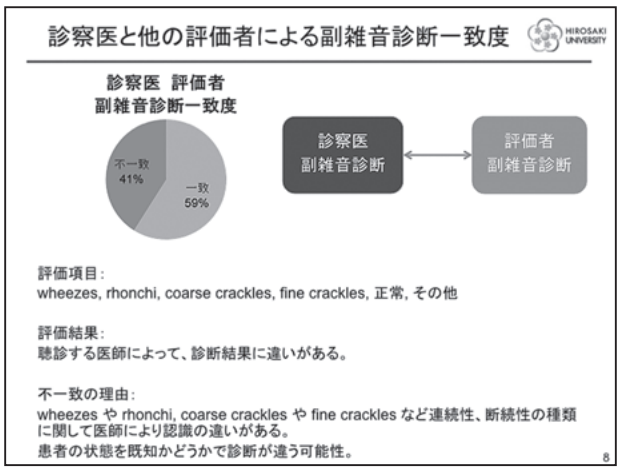
そうしますと、実際に診察した医師とそうでない人の間では、呼吸音の評価の一致率が大体6割程度という結果が得られました。逆に4割については医師の間で違いがあるということでした。

スライド6

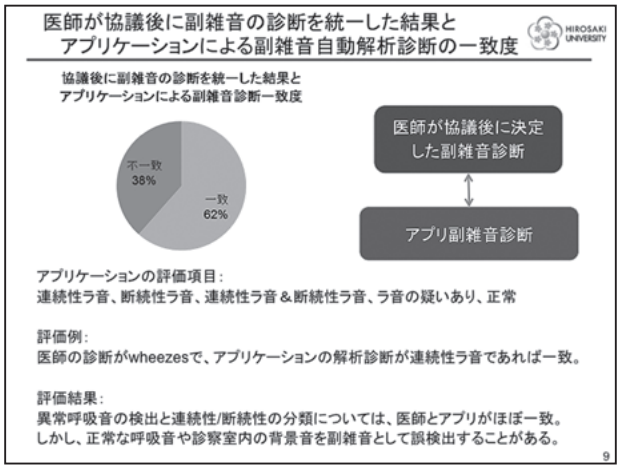
スライド7



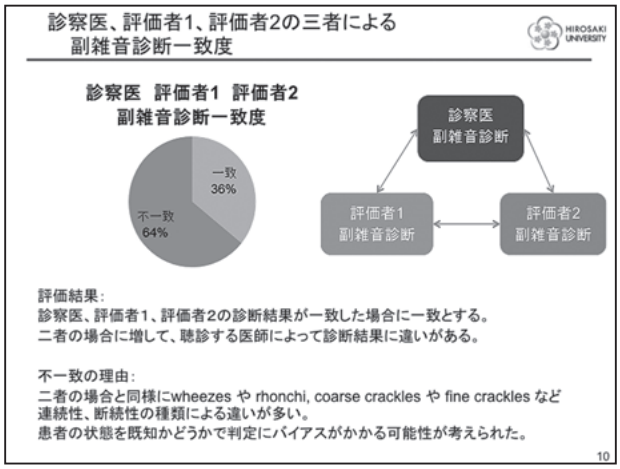
スライド8



スライド 9



スライド 10



【スライド9】

その後、実際に診断名等を明かして、共同研究者と一緒に呼吸音を聴き直して協議した結果は、一致率についてはあまり変わらないという結果でした。

【スライド10】

最終的に診察医と共同研究者2名の3人で合議を行いました。そうすると一致率が36パーセントまで低下しました。

【スライド11】

これは最も評価が分かれた断続性ラ音という肺炎などで聴かれる音です。fineとcoarseという、高い雑音と低い雑音で評価が分かれたのですけれども、これについて協議をした結果、大体200ヘルツ前後という教科書的な境目で最終的な評価の一致が得られた。そういう結果が得られました。

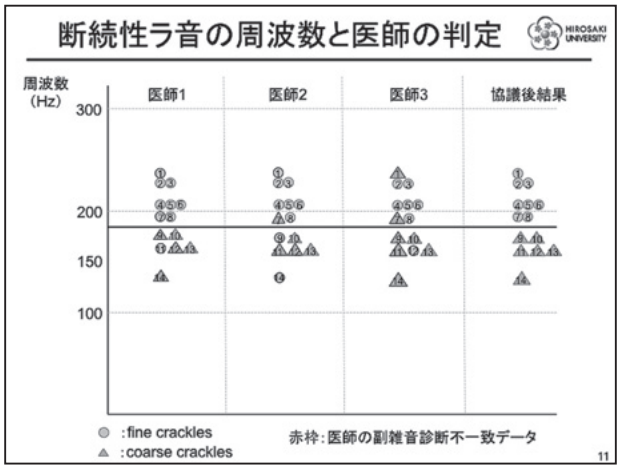
【スライド12】

これらの結果のまとめです。

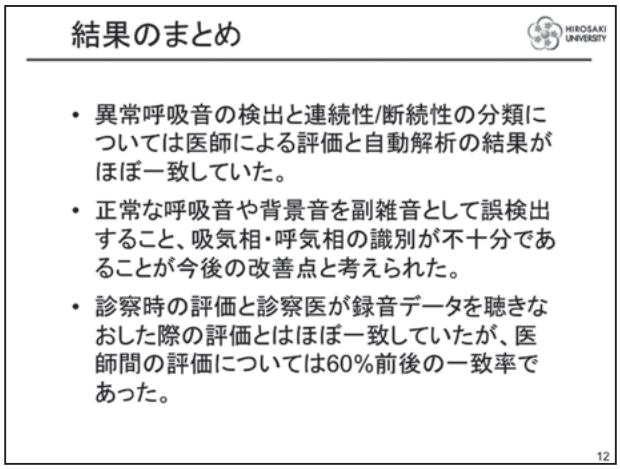
異常呼吸音の検出と断続性ラ音そして連続性ラ音の分類については、医師による評価と自動解析の結果はほぼ一致していました。

正常な呼吸音や背景音…今回お示ししませんでしたが…を副雑音とし

スライド 11



スライド 12



て誤検出すること、そして、吸気相と呼気相の識別が不十分であることが、今後の改善点だと考えられました。

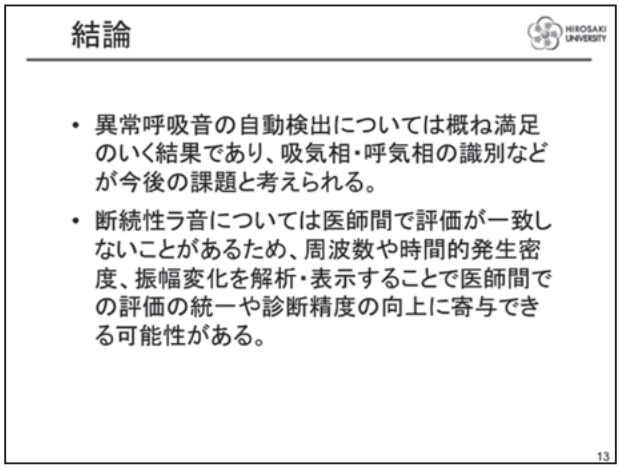
診察時の評価と診察医が録音データを聴きなおした際の評価とはほぼ一致していましたが、医師間の評価については60パーセント前後の一致率でした。

【スライド13】

異常呼吸音の自動検出という観点についてはおおむね満足できる結果でしたが、雑音が息を吸っているときに聞こえるのか、息を吐いているときに聞こえるのか、というような識別などについては今後の課題と考えられました。

一番医師の間で評価が分かれ、一致しないことがあった断続性ラ音については、周波数とか、時間的な発生密度、振幅変化を解析・表示することによって、医師の間での評価の統一や診断精度の向上に寄与できる可能性があると考えました。

スライド 13



今回は医師と医師との間での一致率ということの基礎的な検討だったのですけれども、今後、医師以外の医療従事者…具体的には看護師とか訪問してケアをしてくださるような方、あるいは寝たきりの方の家族にもこういったツールを広げていって、在宅医療や遠隔医療にも展開していけたらと考えています。

質疑応答

座長： 極めて素人の質問ですが、聴診器をお医者さんが耳で聴くのもいいのですが、それ以外に、直に集めたデータをそのままオンラインで送って、そこで瞬時に解析をしていけば、結果がどんどん出てくるのではないかと思うのです。最後のほうで、周波数、時間的発生密度、云々と、たくさんありましたけれども、要するに、最終判断するときの基準というのは決まっているわけですよね。「こういう数値であれば、こういうことだ」という診療結果については同じですよね。だとすれば、むしろ機械のほうが正確ではないかなという気がするのですが、それはどうなのですか。

田坂： まず最初に、音を録音する条件、つまり胸のどこに当てればどういう音が聞こえるかとか、そういうものを統一しないと…

座長： あぁ、そこが違ってくるのですね。

田坂： ええ。聞こえてくる音も全く違ってまいります。
先生がご指摘のように、何ヘルツ以上だったらこういうような音とか、密度がこれくらいだったら、というのはある程度は目安はあるのですが、国際的に統一された基準はありません。今回の研究で得られたデータを基にして、世界中で受け入れられる基準のようなものをつくっていければ、と思っています。

座長： MRIが胴体を輪切りにできる時代ですから、どこの音を録ればいいかなどというのは体のどこからでも録ればいいのではないかなという感じもするのですが。その辺、MRIの技術の進歩を見ると、聴診器のほうが全然進歩していないなという気がするのですが。

田坂： おっしゃるとおりです。ただ、例えば診察ごとにレントゲンを撮ったりとか検査をしたりというのは、コストもかかります。聴診器を当てるだけだと、基本的にはただですし、患者さんのエックス線の被曝もありませんから、こういったツールの再現性をより高めていくことが有用なのではないかと考えています。

会場： まず、ファイザーヘルスリサーチ振興財団にお礼をしたいと思います。先輩たち、受賞者、これから受賞する方たちから、いつもフォーラムでは大変面白い研究のお話を聞かせてもらって、ありがとうございます。
先生のこの研究は、これからのAI診断に非常に適応する分野だと思いますが、その展望を聞かせてもらってよろしいでしょうか。

田坂： AI診断というのはかなりスケールの大きな話になりますが、AI診断をやっていくためには、やはりベースになるデータをかなり集めなければいけないと思います。それについては、呼吸音の収集を続けており、それが最終的にどういう診断であるとか、あるいは患者さんの症状との関連についても、基本的なデータを集めているところです。
あとは、今ほとんどの病院で電子カルテが使われていますが、電子カルテには先ほど座長の矢作先生からもご指摘がありましたように、画像データを張り付けたりできますので、音声データについても張り付けられないわけはないと思っています。だから、診察の所見のところにこういった音声データを張り付けるとか、そういうことも将来的にはできるのではないかと考えています。