



## 新技術動態撮影装置の使用経験

東海大学医学部附属八王子病院 診療技術部 放射線技術科 由地 良太郎

### はじめに

東海大学医学部附属八王子病院は、八王子市の誘致を受け、八王子市および南多摩地域の住民の医療を担う事を目的に2002年に開院された総合病院であり、八王子市が定める「八王子中核病院」にも位置づけられている。現在は、30科の診療科目を配置した500床の病床数を有し、24時間の二次救急体制を整え、東京都災害拠点病院、東京都がん診療連携拠点病院である。当院は一般的には中規模の病院であり、撮影室が限られている中で、今回動態撮影が可能な装置を導入したため、使用経験を紹介する。

### 動態撮影装置の外観と特徴

今回導入した動態撮影装置の外観は通常のX線撮影装置と変わらないが、内部にはコニカミノルタ社製動画対応FPD「AeroDR fine\*」とパルスX線を照射可能とするジェネレーターが必要となる(図1)。労働基準監督署や保健所等の設置届等に関しては、通常のX線撮影装置と同様であり特別留意する点はない。今回の動態撮影装置の最大の特徴としては、通常のX線撮影装置で連続撮影によるマルチフレーム画像が得られることである。当院は撮影室が少なく、通常のX線撮影かつ動態撮影が可能なシステムは新たに撮影室を増設せずに新技術を導入できるためコスト面でも魅力的であり、今回の導入に至った。

図1. 動態撮影装置の外観



## 胸部動態撮影のシステム構成と運用

当院では動態撮影装置を2017年3月に導入し、東海大学の倫理委員会の承認を得て、2018年1月より臨床試験として患者の同意を得て胸部動態撮影を行っている。本装置は通常のX線撮影装置と同様に立位、臥位、坐位など様々なシチュエーションで動態撮影が可能であり、パルス照射間隔は15frame/秒で撮影時間は7～15秒程度である。被曝線量は通常のX線撮影と比べると多くなるが、最大でも国際原子力機関の定める単純X線撮影ガイダンスレベルで胸部正面(ESD:0.4mGy)と胸部側面(ESD:1.5mGy)の2枚分(ESD:1.9mGy)と同等程度の被曝線量で、他のモダリティと比べて撮影可能範囲が広く、日常生活と同様の体勢で重力を負荷でき、動的な形態情報や機能に関する情報を得ることが可能なため、情報量の増加は被曝線量以上の価値があると考え(図2)。

撮影技法として通常のX線撮影と大きく異なる点は、撮影時間の長さや呼吸指示の違いである。通常のX線撮影ではコマ数秒であるが、動態撮影においては秒単位である。現在行っている胸部動態撮影では呼吸性変動に伴う構造物の動きに着目しているため、横揺れなどは可能な限り少なくする必要がある。そのため当院では横揺れ抑制のために体位固定の補助具を工夫して患者を固定し、患者への検査前説明でも重要性を説明している。しかし、抑制をかけることは自然な環境でないため体位固定方法については検討継続中である。また、呼吸指示は深呼吸、安静呼吸、息止めなど様々なバリエーションがあり、必要な動態情報によって撮影時間や呼吸指示を変える必要がある。現在、当院では努力呼吸による深呼吸と吸気息止めで撮影している(図3)。通常のX線撮影とは異なり呼吸指示が複雑であるため、患者への説明が必要不可欠であり努力呼吸の必要性を十分理解させる必要がある。

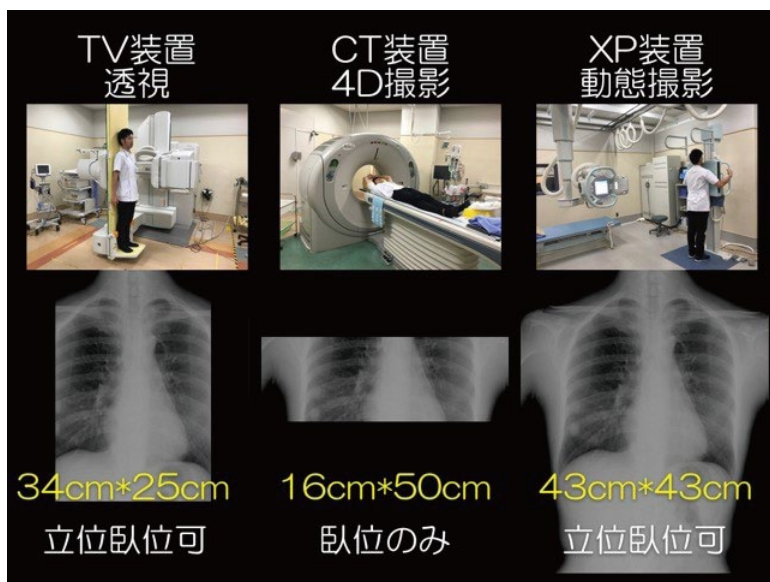


図2. 動態撮影における各モダリティの撮影範囲と撮影方法

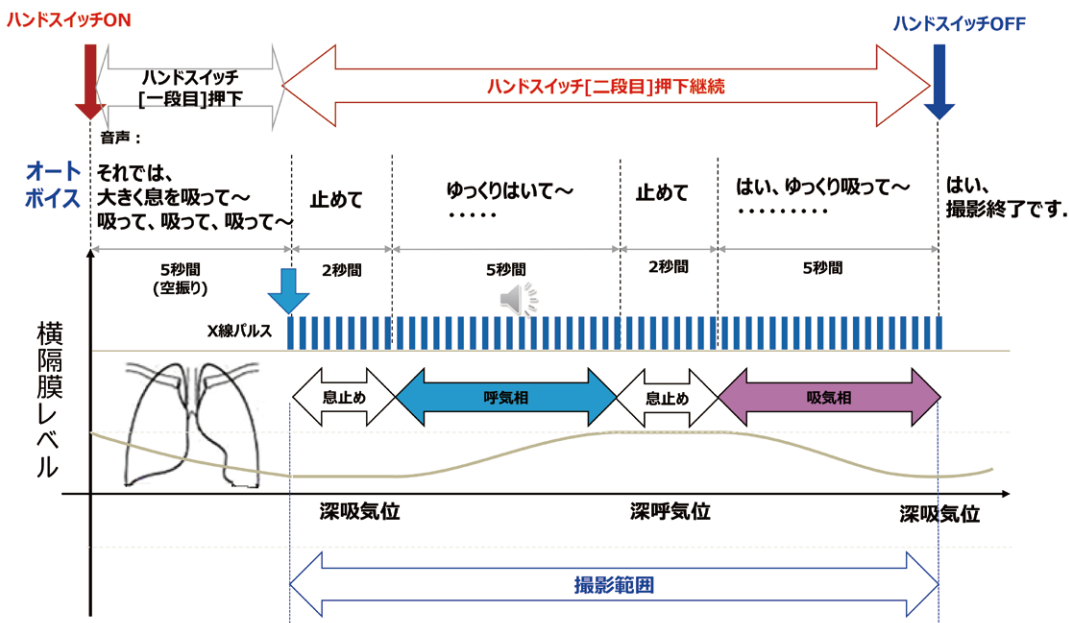


図3. 深呼吸による呼吸指示と撮影タイミング

撮影後の処理としては本装置ではなく、動態解析ワークステーションを用いて解析を行う必要がある。動態解析ワークステーションでは様々な解析技術が搭載されており、日々進歩しているが、現在の解析技術はDCI(Dynamic Chest Imaging)という形態診断や動態診断とPFI(Pulmonary Functional Imaging)という機能診断に分けられる(図4)。DCIでは動的に変動する構造物の距離や位置関係などを解析し、今まででは不可能であった時間軸との関連性を見るのが可能である。PFIでは肺野内濃度(信号値)の変動の傾向を解析することで周期情報を得ることができ、呼吸周期や心拍周期との関連性を見るのが可能である。

## 胸部動態撮影の臨床例

動態撮影画像は時間軸を持つため紙面で表現するには困難だが、当院で行った臨床例を紹介する。図5に示すのは胸部動態画像から左右の肺尖部と横隔膜の位置を検出したものである。図6は検出した位置が呼吸で変動する様をグラフ化したものである。健常肺であれば左右の横隔膜は連動するが、本症例は右横隔膜の動き(図で青線)が悪く、左横隔膜とは逆の動きをしているのがわかる。これは一瞬の状態しか表現できないX線撮影ではわかり得ない情報である。

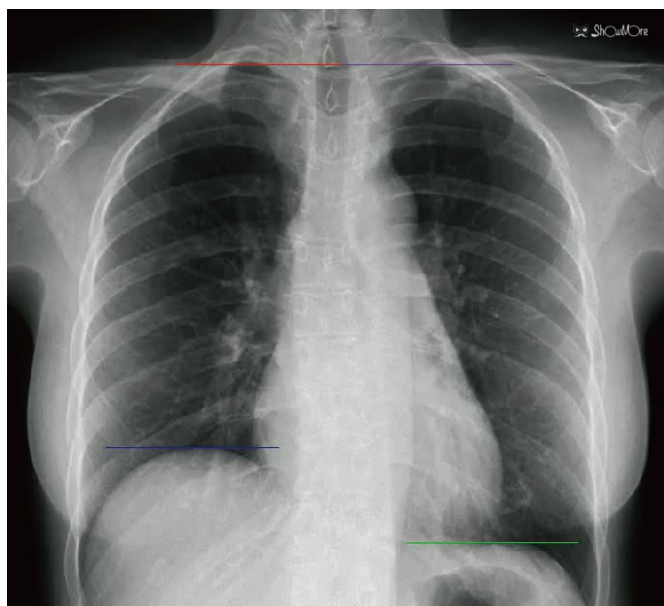
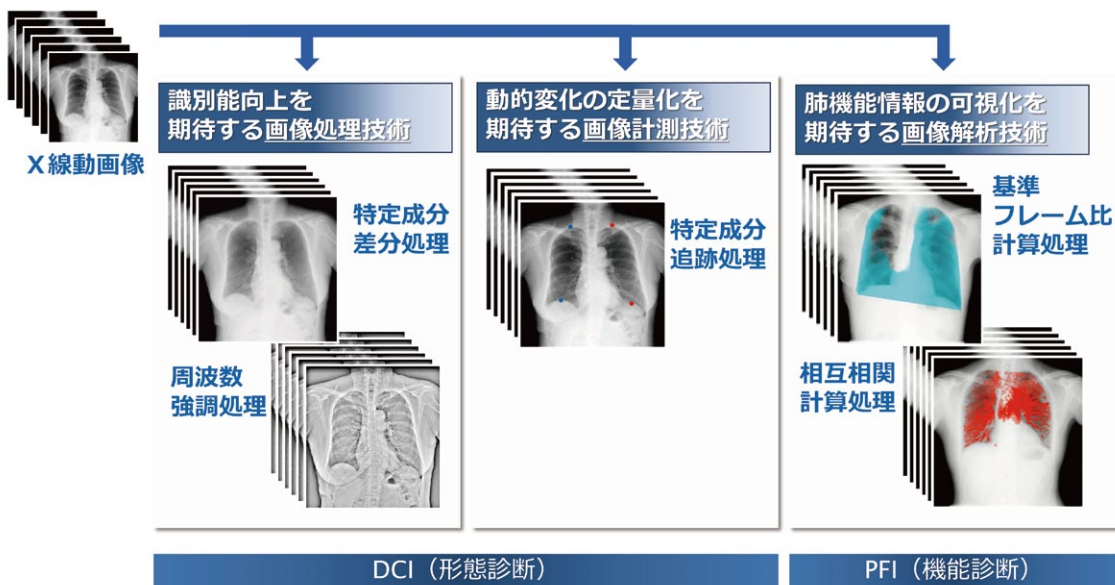


図5. 左右肺尖部と横隔膜位置

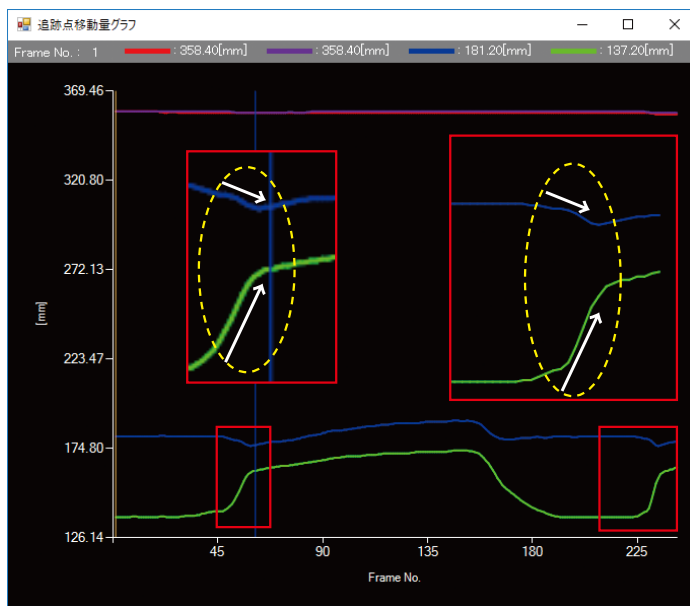


図6. 呼吸による高さの変動



図7に示すのは肺野内のピクセル値の変動と呼吸周期が関連する信号を抽出し、最大呼気位からの信号変化量を表示したものであり、信号の変化量が多い箇所は青くなる。図7aは呼吸機能が正常な患者、図7bは慢性閉塞性肺疾患の患者で、肺疾患の患者の上中肺野は変化量が少ないことがわかる。これは呼吸に伴う肺組織変化の程度が疾患によって異なる可能性を示唆しており、病態の把握や肺疾患検出への寄与が期待できる。

## さいごに

現在、動態撮影検査の臨床意義、撮影技法、解析技術などすべてが未確立であり、今までのX線撮影の固定概念を捨てて新たなモダリティとして考える必要がある。また、動態撮影は今後、様々な用途や部位に拡張していくことが期待されており、単なる検査の枠組みを超える可能性がある。そのためにも様々な知識や知見が必要であり、多角的な目線から動態撮影の利用価値を見いだしていき、医療への貢献を図るべきだと考える。

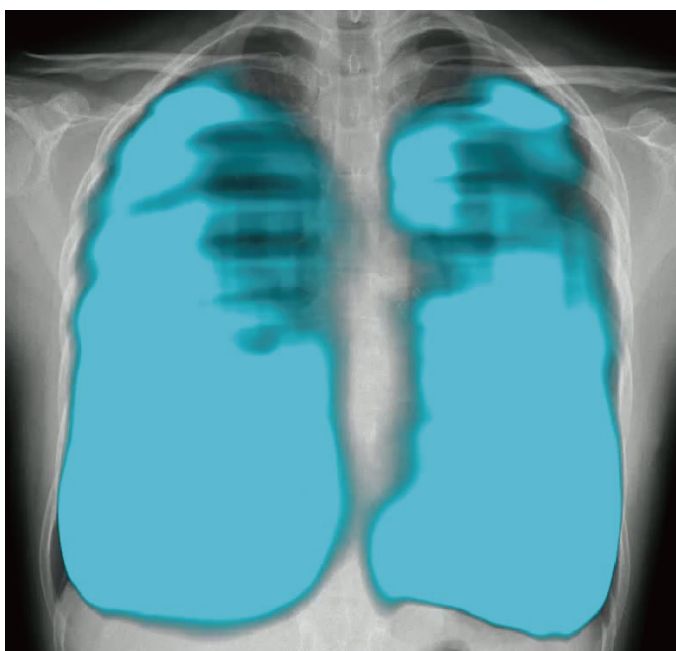


図7a. 肺機能正常患者

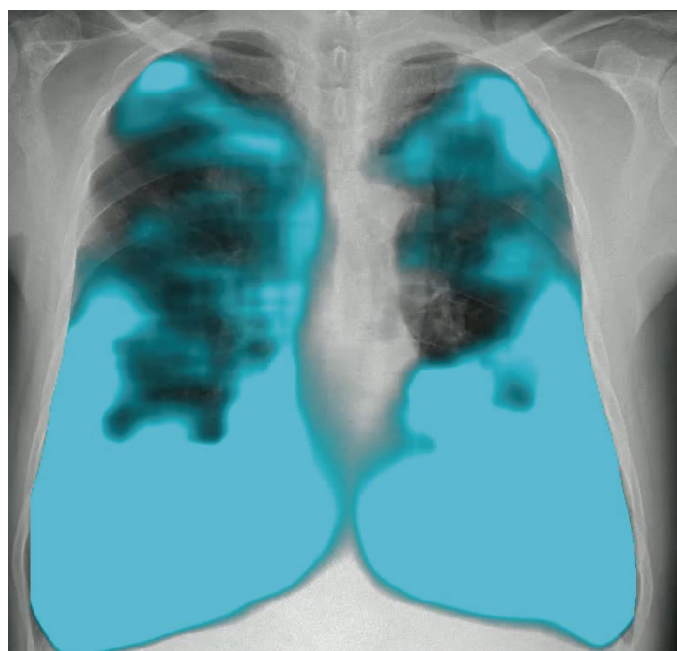


図7b. 慢性閉塞性肺疾患患者