

京 都 大 学	博 士 （ 医 学 ）	氏 名	八 上 全 弘
論 文 題 目	Using a high-speed movie camera to evaluate slice dropping in clinical image interpretation with stack-mode viewers （コマ送り式ビューアによる臨床画像の読影でのコマ落ちの高速ビデオカメラを用いた評価）		
（論文内容の要旨）			
今日では医用画像の急激な増加に対応するために、画像保存通信システム（PACS: Picture archiving and communication systems）と呼ばれる装置が広く普及しており、医用画像をフィルムではなくビューアと呼ばれるプログラムを用いてコンピュータ画面に表示して読影するのが一般的である。CT や MRI 等の断層画像は枚数が多くスライス間に連続性があるので、並べて表示するのではなくてコマ送り表示にして読影することが多く、その方が効率も正診率も高いと報告されている。PACS の進歩により、従来よりも薄いスライス数百枚から成る画像が日常の画像診断業務でも実用的に利用可能となってきたが、例えば 0.5mm 厚のスライスを用いて奥行方向 3cm を 1 秒で見るには 60 フレーム/秒（fps）で表示しなくてはならない。しかし、高速描画プログラムの開発者の間では、フレームの欠損や、テアリングと呼ばれる複数枚のフレームの断片が一枚に表示されてしまう現象の発生が知られており、画像診断医にも PACS 装置によりコマ送り表示中の画像の見え方が違うという印象も抱くものもある。そこで市販ビューアの性能を評価するとともに、自作ビューアを使用して可能と考えられる対策を検討した。 実験には市販 PACS のビューア 4 種類と、DirectX を用いた対策を施した自作ビューア 2 種類の計 6 種類のビューアを用いた。臨床の画像診断で使用する 1mm 厚 250 枚の各画像上に 1～250 の連番を記載した画像を各ビューアに読み込ませ、方法と速度と装置構成を変えて延べ 16 種類の条件でコマ送り表示させ、画像が表示されているディスプレイを高速ビデオカメラ（毎秒 1000 枚）で撮影してコマ落ちとテアリングの有無を評価した。なお使用したディスプレイの画面更新周波数はいずれも 60Hz であった。 ビデオ映像を検証したところ、市販のビューアではコマ送り速度が 12.8～124.5 fps、コマ落ちが 0～51.6%、テアリングが 0～2.0%であった。コマ落ち は 30fps を超えると発生し、テアリングはコマ送り速度に関係なく確認された。エラー対策を行った自作ビューアを使用した場合、プライマリディスプレイでの表示ではコマ送り速度は最大で 60 fps に収まり、コマ落ちやテアリングは認めなかったが、他のディスプレイへの表示では最大でコマ落ちが 9.4%、テアリングが 1.0%認められた。プライマリディスプレイ以外への表示での問題発生の原因は、画面更新タイミングが複数のグラフィック基板で同期していないことと推測された。 コマ落ちやテアリングという見落としの要因となりうるエラーを防止するには、対策を施したビューアを適切な装置構成で使用するか、コマ送りの速度が			

30 枚を超えないように使用する必要があることがこの検討により明らかとなった。
（ 論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨 ） 現在多くの医療施設では画像保存通信システム(PACS)の端末で動作するビューアと呼ばれるプログラムを読影に用い、CT・MRI などの断層画像の読影はコマ送り表示で行うのが一般的である。撮像機器の進歩により薄いスライスでの読影が普及しているが、スライス厚が薄いほど、同じ速度で読影するにはコマ送りの速度を高くする必要がある。ところが、PACS の規格基準ではコマ送り表示中の動的特性についての規定はない。 本研究の目的は、この動的特性を調査し、問題があれば解決することにある。実験には代表的な市販 PACS のビューア 4 種と自作ビューア 2 種類の計 6 種類のビューアを用い、臨床の画像診断で使用する 1mm 厚のスライス 250 枚の各画像上に 1～250 の連番の数字を記載したものを各ビューアでコマ送り表示し、毎秒 1000 枚の撮影が可能な高速カメラを用いて撮影後、低速で再生して検証した。これにより、多くの市販ビューアでは、肉眼では検出不能な問題がかなりの頻度で発生していることが判明した（コマ落ち 0～51.6%、複数枚のフレーム断片が一枚に表示される現象 0～2.0%）。そこで解決法を開発して研究用のビューアに実装し、主ディスプレイに表示して同様に検証したところ、コマ落ちを完全に無くすことができ、解決法の有効性が確認された。 以上の研究は、臨床画像表示中に発生する問題現象の解明に貢献し、診断能向上に寄与するところが大きい。 したがって、本論文は博士（医学）の学位論文として価値あるものと認める。 なお、本学位授与申請者は、平成 2 5 年 1 月 1 1 日実施の論文内容とそれに関連した試問を受け、合格と認められたものである。
要 旨 公 開 可 能 日 ： 年 月 日 以 降