

「21世紀の診断と治療に関わる画像技術、次の10年の進歩は？」

一般撮影系について

真田 茂

金沢大学医薬保健研究域保健学系

1. 現在までの10年間の進歩

これからの10年間の進歩を予測するには、現在までの展開を顧みる必要がある。一般撮影系におけるこの10年間で、最も大きな出来事はFPD（フラットパネルX線ディテクタ）の本格的な臨床導入だと筆者は考える。約30年前に、輝尽性蛍光体を用いたFCR（Fuji コンピューテッドラジオグラフィ）によってアナログからデジタルへの移行の先鞭が切られ、X線画像検査が様変わりした。すなわち、レントゲン写真を光でかざして診る時代から、モニターに表示されたデジタルX線画像を診る時代へと変わった。そして今、FPDによって、特にその優れた時間分解能と簡便な操作性によって新たなX線画像検査体系さえ創りだされようとしている。

振り返ると筆者はこの10年間、FPDによる一般撮影系の進歩についてほとんど同じことを繰り返し述べてきた[1, 2]。Fig.1に示す“画像検査のコスト・パフォーマンス”などは、少しだけ違いはあるもののほとんど内容は同じである。要するに、FPDによって一般撮影系（スクリーニング検査）は、今までよりも簡便な操作でより多くの診断情報を得ることが出来るということである。今までのスクリーニング検査では主として形態情報だけを得ていたのが、新たな診断情報を付加することも不可能ではない。たとえば、トモシンセシスで三次元情報、エネルギーサブトラクションで組織の密度情報などを取得できる。これらの技術はいずれもFPDの登場よりはるか以前に開発されたものである。その当時の撮像システムでは操作が煩雑なために、結局は臨床実用にまで至らなかったが、FPDによって再び脚光を浴びてきた。

また、動態機能情報を得ることもできる。すなわち、胸部では肺局所への空気の流れや血液循環が概観でき、四肢関節系では運動機能が概観できる。「大きく息を吸い込んで、止めて！」や「そのまま動かないで！」と被検者を静止させる検査体系から、呼吸をしたままとか関節を動かしたままという、動かす検査体系への転換である。このような趣旨で、筆者らは企業との共同研究も推進しながら新

たな一般撮影系の検査体系の創造を模索してきた[3, 4]。いずれもまだ研究フェーズではあるが、今後の臨床応用への道程については次項で述べる。

2. 次の10年間の進歩は？

まず、これから10年間の一般撮影系の進歩は、全てとは言わないが私たち医用画像情報学や放射線技術学の専門家が定めるものあるいは変えるものだと考える。「一般撮影系をどうしたいのか？ どうすれば医用画像検査として今までよりも良くなるのか？ 何が被検者にとって良いのか？」などなど、私たちの考えが未来を切り拓いていく。もちろん、何らかの新たな要素技術の登場によって画期的な進歩を遂げることもある。すなわち、未来を考える上での“趨勢（Trend）”と“出来事（Event）”が重要である[5]。どちらかと言えば、新たな機器が開発される（Event）ことによってそれに関連する画像技術が進歩すると受動的に考えがちである。しかし本稿では、今、どのような社会情勢で何が望まれているのか（Trend）、それが今後の一般撮影系をどのように進歩させるのかについて予測してみたい。

経済状態が悪いことは医療全体にも影を落とす。長期的に持続可能な質の高い医療技術の提供のために、最先端医療技術の適切な応用と標準技術の再チューニングについて、社会保障全体を鑑みた議論も必要である[6]。一般撮影系の中だけでも、たとえば近年、コスト面で有利なCRがFPDに比べて重宝され、FPDは“retrofit”システムでコストを下げるような努力もなされている[7]。また、単純に言えば、Fig.1に示すような一般撮影系（スクリーニング検査）の高精度化によって、X線透視検査を含む精密検査が不要になる場合もある。そのような技術開発は医療の低コスト化にも繋がり、今後の展開が期待される。

また、疾病構造の変遷や他のモダリティの進歩によって、医用画像検査の状況も変化する。たとえば、増加傾向にある透視検査の中でも上部消化管造影検査やERCP（内視鏡的逆行性胆道膵管造影検査）などは減少傾向にある[8]。もし、一般撮影系の撮像システムに短時間の動画像を撮像できるオプションがあればどうだろうか？ もし、透視システムのような機能をフル装備しなくても、簡単に動画像も撮像できるような機能が一般撮影系のシステムにあれば、現在、透視室で行われている検査が一般撮影系で可能となるかもしれない。ちょうど、「デジタルビデオまでは要らない、デジカメのムービーで十分」という状況は、医用画像検査の世界でも起こりうる。

ここで、筆者らの進める動画対応 FPD システムによる動態機能スクリーニング検査法の開発研究について報告したい。胸部を対象とした呼吸・循環機能の簡易検査法については、2010年10月より、動画像の撮像可能な回診用ポータブルX線装置を用いた臨床試験が始まる。医療機器メーカーとの共同研究であり、呼吸器外科と呼吸器内科の協力を得て、肺部分切除術の術後患者のモニターや慢性

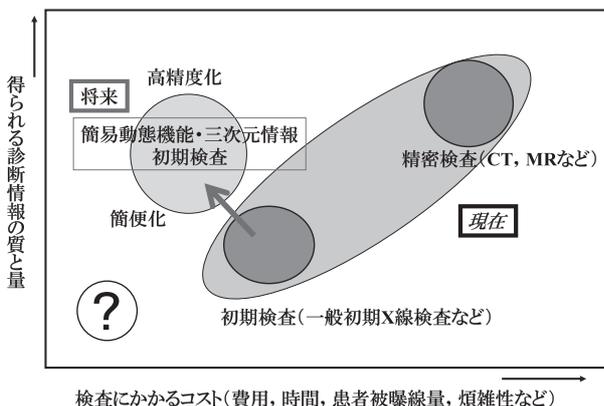


Fig.1 画像検査のコスト・パフォーマンス

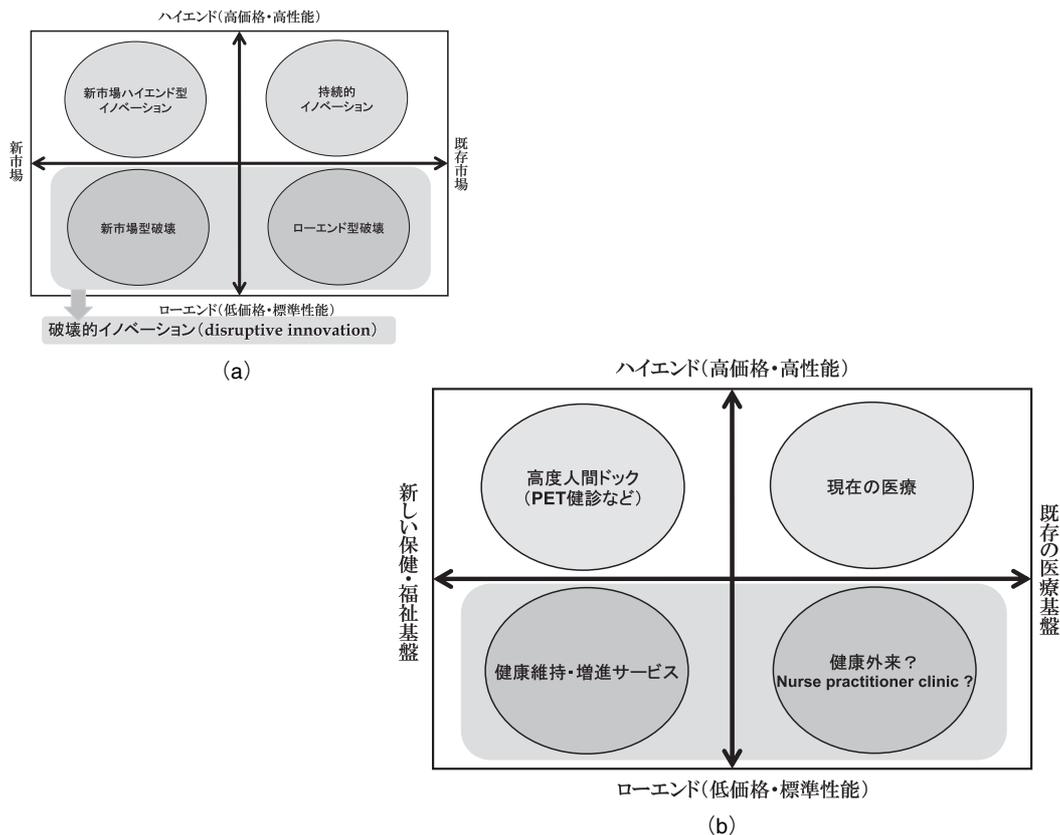


Fig.2 (a) イノベーションの分類 by Clayton M. Christensen  
 (b) 保健・医療・福祉における破壊的イノベーション

閉塞性肺疾患を対象とした評価試験を行う。また、整形外科領域では、たとえば手関節形成術や橈骨遠位端骨折の術後患者を対象として、手関節の掌背屈運動（側面動態）と橈尺屈運動（正面動態）の評価試験を2010年6月より開始している。それらの結果については、また、適時報告したい。現在までの10年が基礎研究で、ようやく多数の症例による臨床試験が開始されたところである。

さて最後に、“一般撮影系”に限定するとまだ筆者自身にも想像がつかないものの、どうしても言及しておきたいことがある。Fig.2(a)は、今、ビジネス界で重視されている破壊的イノベーションを示している[9]。縦軸がコストと性能で横軸が新旧の市場という4象限から成る。このマトリクスの中でイノベーションは、第1象限の“持続的イノベーション”，第2象限の“新市場ハイエンド型イノベーション”，第3象限の“新市場型破壊”，第4象限の“ローエンド型破壊”に分けられる。この第3象限と第4象限は破壊的イノベーションと呼ばれる。たとえば、かつてアナログの銀塩フィルムカメラが様々な高品質化を経て市場を独占していた状況が第1象限に位置づけられるとすれば、その下の“ローエンド型破壊”（第4象限）に初期の画質のあまり良くないデジタルカメラが位置づけられる。しかし、デジタルカメラの優位性は、やがて市場を席卷して第1象限の“持続的イノベーション”の位置づけに移行した。また、自動車を例にすると、馬車（第1象限）の時代に一部の富裕層のみを対象として自動車が“新市場ハイエンド型イノベーション”として登場した。さらにその後、一般大衆向けに安価な「T型フォード」が“新市場型破壊的イノベーション”として画期的に登場し、やがて市場全体を制覇した。

これを筆者が保健・福祉・医療の世界にあてはめたものがFig.2(b)である。横軸の既存市場と新たな市場を、患

者を対象とした「現在の医療サービス」と健康人も対象とした「新たな保健・福祉サービス」として捉えると、PET健診などは第2象限の“新市場ハイエンド型イノベーション”に相当する。それまでの核医学検査は患者だけを対象とした精密検査の位置づけであって、健康人に放射性医薬品を投与するような展開は想定外であった。ところで、“ローエンド型破壊的イノベーション”と“新市場型破壊的イノベーション”はどうだろうか？社会全体が医学・医療から健康科学・保健へのパラダイムシフトの真っ只中にあり、実はこれらが次の10年を予測する上で極めて重要である。この項で触れるのは適切ではないが、超音波領域では兆しが見える。“ローエンド型破壊”には医師や看護師が聴診器代わりに使えるポケットにはいるようなシステムが市販され始めた[10]。また、“新市場型破壊”としては、iPhoneにUSBで接続させて使うマイクのような超音波プローブが既に研究開発されている。動脈硬化や皮下脂肪の健康チェックなど、一般市民の使用も視野に入れたシステムの出現である。

一般撮影系では、健康人を対象とする“新市場型破壊”はまだ考えにくい。しかし、“ローエンド型破壊”として、現在よりも圧倒的に簡便なX線撮像システムは開発可能だと考える。誤解を恐れずに言えば、絶対に安全・確実に被検者自身が自らを撮影できるようなシステムである。これは決して唐突な話ではない。他の例で言えば、今から100年も遡れば血圧を測定できる医療機関は世界中にほとんどなかった。しかし、今は1人が1台、血圧計を持てる時代である。同様に、もし、パーソナルユースの医用画像システムのニーズがあれば、積極的に開発を検討しても良いのではないだろうか。おそらく健康モニタリング画像検査ポストを社会基盤として整備するようなアイデアも一考する余地がある。実はこのシステムは、Fig.1中に示すと

すれば“現在の初期検査”の左側のやや下に位置する（？マーカー）ものとする。すなわち、できるだけ標準性能を維持しながら、さらに簡便なシステムである。

以上、一般撮影系においてこの先10年間にどのような新たな撮像システムが開発されるのかについては、筆者には分からない。本稿では、「このような撮像システムがあればこんなこともあんなこともできるのに！」といった筆者の希望的観測を述べさせていただいた。もし、拙稿が次の10年間に起こる実際の技術進歩に、少しでも沿っていれば幸いである。

### 参考文献

- [1] 真田茂：FPDの技術と開発の方向を中心に，INNERVISION, 16(4), 2-5, 2001.
- [2] 真田茂：FPD搭載機器は検査現場に何をもたらすのか — 新たな画像検査法の創出への期待 — ，新医療, 35(11), 40-42, 2008.
- [3] Tanaka R, Sanada S, Tsujioka K, et al : Development of a cardiac evaluation method using a dynamic flat-panel detector (FPD) system : a feasibility study using a cardiac motion phantom, Radiolo. Phys. Technol, 1(1), 27-32, 2008.
- [4] Tanaka R, Sanada S, Fujimura M, et al : Development of computer-aided diagnosis system for functional evaluation on breathing chest radiographs : Preliminary study, Int. J. CARS, 2010 (In press).
- [5] 小野良太：未来を変えるちょっとしたヒント，講談社現代新書，2010.
- [6] 日本学術会議：日本の展望 — 生命科学からの提言 2010, 2010.
- [7] Freiherr G : Slumping economics extend CR appeal, drive down costs for DR, Diagnostic Imaging, 2009/12/08, <http://www.diagnosticimaging.com/viewpoints/high-resolution/article/113619/1494429>
- [8] Editorial staff:RF procedures increase while installs decline over past decade, Health Imaging News, 2010/08/31, [http://www.healthimaging.com/index.php?option=com\\_articles&view=article&id=23912](http://www.healthimaging.com/index.php?option=com_articles&view=article&id=23912)
- [9] 中野 明：クレイトン・クリステンセンの「破壊的イノベーション論」がわかる本，秀和システム，2008.
- [10] <http://msm.mochida.co.jp/p10/about/feature.html>  
<http://japan.gehealthcare.com/cwcjapan/static/rad/us/vscan.html>