

スキャンパラメータによる画像再構成時間の変化と Power Recon(リコン高速化キット)導入に伴う業務改善効果

Change of Image Reconstruction Time by Scanning Parameters and
Power Recon (High Speed Recon Kit) Duties Improvement Effects

岩崎 真之¹⁾ Masayuki Iwasaki
遠藤 和之¹⁾ Kazuyuki Endo

大塩 洋平¹⁾ Yohei Oshio
川又 郁夫²⁾ Fumio Kawamata

¹⁾東海大学医学部付属八王子病院 放射線技術科

²⁾東海大学医学部付属病院 診療技術部

X線CT検査の運用効率化を図るうえで画像再構成に要する時間の短縮化は重要な要素の1つである。この画像再構成時間は再構成パラメータと密接に関係しており、SCENARIO^{*1}(株式会社日立製作所製)に搭載されている逐次近似応用再構成法であるIntelli IP^{*2} Advancedは臨床上有用ではあるが、画像再構成時間の延長が発生する。今回、画像再構成速度の倍速化機能を有するPower Reconを導入し、その業務改善効果をタイムスタディにて検討した。結果、Power Reconの導入により、従来の検査運用を維持しつつIntelli IP Advancedが実臨床において使用可能となり、より診断能を担保した画像提供が可能となった。

The shortening of the time required for an image reconstruction is one of the important elements in planning the operational efficiency of the examination for X-rays CT. This image reconstruction time is closely related to the reconstruction parameter, and Intelli IP^{*2} Advanced, which is a successive approximation application reconstruction method installed in SCENARIO^{*1} (HITACHI,Ltd.), is clinically useful, but an extension of image reconstruction time occurs. We introduced Power Recon, which has a doubling speed of image reconstruction speed, and examined its duties improvement effect in time study. As a result, Intelli IP Advanced became usable in clinical practice while maintaining the conventional examination operation by introducing Power Recon, and it became possible to provide images with better diagnostic capability.

Key Words: Image Reconstruction Time, Power Recon, Intelli IP Advanced, Workflow

1. はじめに

わが国においてX線CTの検査数は年々増加傾向にある。また、画像診断を受ける頻度は年齢とともに増加することから、人口構成の高齢化により2050年まで検査数は増加すると推定されている¹⁾。ゆえに、臨床の現場においては検査数の増加に耐えるために検査運用の効率化が求められている。

X線CT検査における検査運用の効率化を考えるうえで、

画像再構成中の時間(ポストリコン・マルチリコン中)は操作者が画像の確認や後画像処理(Multi Planar Reconstruction(以下MPR)作成等)ができない時間であり、この時間がより短ければ検査時間の短縮につながるものと考えられる。また、2015年度に診断参考レベル(DRLs 2015)²⁾が公表され、検査による被ばくの最適化が各施設に求められている。

すでに、画質・被ばくの最適化につながる技術として逐次近似応用再構成法の有用性は報告されている³⁾。

当院で使用しているSCENARIO^{※1}(株式会社 日立製作所製)には逐次近似応用再構成法であるIntelli IP^{※2} Advanced(以下IPA)をはじめ、画質の向上ならびに被ばく低減を可能にする技術^{4)~6)}が搭載されている。しかし、これら画質向上機能を使用すると画像再構成時間が延長するため⁶⁾⁷⁾、当院の検査ワークフローと患者スループットを考慮すると、通常の臨床業務においてIPAをルーチンとしてプロトコルに導入することは困難であった。

今回、画像再構成速度を倍速化する機能であるPower Recon(以下PR)が導入されたことによる業務改善効果を調べるため、PR導入前後・IPA使用の有無の各パターンにおいて実際に臨床における検査のタイムスタディを行ったので報告する。

2. Power Reconとは

画像再構成速度を倍速化する機能を有しており、逐次近似応用再構成法であるIPAやBeam Hardening Correction(以下BHC)などの画質向上機能を負荷なく使用可能にするオプション機能の1つである。この機能はマルチリコン・ポストリコンのみに適応している。マルチリコンとはあらかじめ複数のリコン条件を設定することで撮影直後に自動で画像再構成を行う機能であり、ポストリコンとはCT撮影後に任意の条件で画像再構成を行う機能である。

3. 当院のX線CT検査の運用

計測結果は各施設での検査運用によって変化するため、当院におけるCT検査の運用をここで紹介する。

当院では、2010年より日立製MDCTであるSCENARIOが稼働を開始し、他社製MDCTと合わせ3台で1日当たり約90~100件(単純:造影=6:4の割合)の検査を行っている。SCENARIOでは約30件/日実施している。

SCENARIOの運用は診療放射線技師1名が担当しており、患者の検査室への呼び込みからポジショニング、撮影、必要な後画像作成(MPR作成等)、DICOM送信までの一連の手技を行っている。また、造影検査の場合はCT検査室内にてルート確保を実施しており、その手技に関する介助に関しても上記のSCENARIO担当技師が行っている。

4. 方法

4.1 再構成パラメータと画像再構成時間

画質向上機能の使用が画像再構成時間に与える影響を調べるため、次の条件にて測定を行った。

①Filtered Back Projection(以下FBP)(IPAを不使用)の場合。②IPA(Level1~Level7の各処理強度)使用の場合。③BHC使用の有無。以上の各パターンにおいて画像再構成に要した時間を測定した。測定はポストリコンを用い、画像再構成を開始したタイミングから、再構成キューがゼロにな

るまでの時間を測定した。スライス厚・スライス間隔はそれぞれ5mmとし、画像再構成枚数を100枚とした。そのほか、固定の撮影条件は表1のとおりである。

表1: 固定撮影条件

撮影パラメータ	条件
Rot.time	0.5s
Beam Pitch	0.5781
FOV	標準
スライス厚/スライス間隔	5mm/5mm

4.2 検査のタイムスタディ

検査をイベントごとに分割し、各項目に要する時間を測定した。検査時間とは患者が検査室へ入室した時間から検査終了後に画像をPACSへ送信した時間までと定義し、表2に提示したイベントごとに要する時間を測定した。

表2: タイムスタディの各イベント

イベント
患者入室~患者登録終了
スキャノグラム撮影準備~終了
スキャン計画開始~本リコン終了
単純撮影終了~造影ルート確保終了
スキャン計画開始~本リコン終了
本リコン終了~患者退室
患者入室~患者退室
後処理(ポストリコン・MPR)
DICOM送信
マルチリコン
入室~DICOM送信終了

測定法は各ポイントを実際に観察し、3名によりストップウォッチにて実測。また、測定漏れの防止および正確性を高めるため各検査をビデオカメラにより撮影し記載漏れの補足を行った。

タイムスタディは、①PR導入前+IPAなし。②PR導入後+IPAなし。③PR導入後+IPA使用の3パターンの測定を行った。各パターンにおける詳細な測定条件は表3に示すとおりである。

表3: 各タイムスタディの測定条件

条件	パターン1	パターン2	パターン3
PR	なし	あり	あり
IPA	なし	なし	あり
担当技師	1名	1名	1名
検査数(造影/単純)	31(14/17)	30(19/11)	34(19/15)

5. 結果

5.1 再構成パラメータと画像再構成時間

各パラメータを変更した際の画像再構成時間はFBP法と比較し、BHCおよびIPAの使用で延長した。

各組み合わせによる画像再構成時間の結果は表4のとおりであった。結果の提示はFBP・BHC(-)の場合の画像再構成時間を1として相対値表示を行った。IPAの処理強度による画像再構成時間延長は認められなかった。また、IPAとBHCを併用した際の画像再構成時間はIPAのみの場合と比較し、大幅な延長は認められなかった。

表4：各再構成パラメータによる画像100枚当たりの再構成時間の相対値

* FBP、BHC(-)のときの画像再構成時間を「1」とする

画像再構成法	BHC(-)	BHC(+)
FBP	1	1.6
IPA Level 1	3.5	3.8
IPA Level 2	3.5	3.8
IPA Level 3	3.5	3.7
IPA Level 4	3.5	3.7
IPA Level 5	3.5	3.7
IPA Level 6	3.5	3.7
IPA Level 7	3.5	3.7

5.2 検査のタイムスタディ

各測定イベントにおける測定結果を表5に示す。PR導入前後で結果が大きく変化したイベントは、「患者入室～患者退室」、「DICOM送信」、「マルチリコン」、「入室～DICOM送信終了」であった。そのほかのイベントは各測定パターンで多少のばらつきはあるもののほぼ同様の結果となった。また、各パターンにおいて前患者のポストリコン・マルチリコンが次の患者入室時に持ち越された割合を表6に示す。

PR導入効果はPR導入前(IPA不使用)の各項目の時間と比較し、

- I. マルチリコンの時間は42%短縮。
- II. IPA使用によりマルチリコンの時間は143%延長。
- III. 検査時間は52%短縮。
- IV. IPA使用により検査時間は115%延長。
- V. 前患者のポストリコン・マルチリコンが次患者に持ち越された割合は33%減少。
- VI. IPA使用により前患者のポストリコン・マルチリコンが次患者に持ち越された割合は120%と増加となった。

表5：タイムスタディの結果

イベント	測定条件		
	パターン1 (PR導入前+IPAなし)	パターン2 (PR導入後+IPAなし)	パターン3 (PR導入後+IPAあり)
患者入室～患者登録終了	0:01:43	0:01:34	0:01:54
スキャノグラム撮影準備～終了	0:00:28	0:00:28	0:00:32
スキャン計画開始～本リコン終了	0:01:11	0:01:13	0:01:21
単純撮影終了～造影ルート確保終了	0:05:14	0:03:46	0:03:59
スキャン計画開始～本リコン終了	0:03:31	0:01:46	0:03:14
本リコン終了～患者退室	0:02:14	0:01:46	0:02:29
患者入室～患者退室	0:09:38	0:09:50	0:11:57
後処理(ポストリコン・MPR)	0:02:56	0:02:39	0:02:36
DICOM送信	0:01:22	0:02:35	0:03:29
マルチリコン	0:05:55	0:02:30	0:08:26
入室～DICOM送信終了	0:19:57	0:17:06	0:22:54

表6：前患者の画像再構成が次患者へ及ぼす影響

イベント	条件	測定条件		
		パターン1 (PR導入前+IPAなし)	パターン2 (PR導入後+IPAなし)	パターン3 (PR導入後+IPAあり)
患者入室～DICOM送信終了	単純	0:15:27	0:13:03	0:11:17
	造影	0:24:53	0:19:24	0:27:01
次患者にポスト・マルチリコンが持ち越された件数	全検査	16/31(52%)	12/34(35%)	17/27(63%)
患者退室～次患者入室までの間隔	全検査	0:01:24	0:00:54	0:03:27

6. 考察

6.1 再構成パラメータによる再構成時間への影響

BHCおよびIPAを使用することでその機能の性質上、画像再構成に必要な演算数が増加するため、FBP法と比較し顕著に画像再構成時間が延長したものと考えられる。また、BHCとIPAを併用した場合に画像再構成時間はBHCとIPAをおのおの単独で使用した場合と比較し大幅な時間延長は認められなかった。これは、BHCの計算は画像データ空間で行い⁸⁾、IPAの計算は投影データ空間と画像データ空間の双方で行っているためと考える⁶⁾。ゆえに、BHCとIPAを同時に使用する場合には、IPAとBHC双方の画像演算を同時に行えるため、IPAとBHCを併用した際の画像再構成時間はIPA単独使用での再構成時間とほぼ同等になったと考えられる。以上により、IPA使用時のBHC使用も検査運用的には問題はなく、検査部位に合わせて、より最適化されたプロトコルの構築が可能になるものと思われる。

6.2 タイムスタディ

PR導入により、表記どおりマルチリコン・ポストリコンの再構成速度が倍速化されたため、IPAを使用しても従来(PR導入前+IPAなし)とほぼ同等のワークフローとなったと考えられる。従来ワークフローを維持しつつ、画質向上機能であるIPAが使用可能となった点でPR導入の効果は大きいと考えられる。

今回行ったタイムスタディの結果については、各パターンで1日ずつしか測定を行っていないため、タイムスタディの条件、撮影者のCT検査業務経験年数や検査状況(1日の検査数・検査と検査の間隔・造影剤使用の有無・MPRの作成頻度等)や各施設の運用法などの測定条件によって測定結果が異なることが予想される。しかし、当院ではPR導入後よりThin Sliceを含めIPAを大部分のプロトコルのマルチリコンに導入しているが従来と比べ検査スループットは大幅に変化していない。以上の使用経験を踏まえるとPR導入による業務改善効果は確かなものであると考えている。

そのほか、検査スループット向上のためにはDICOM送信開始から受け手側の受信完了までの時間の短縮も重要であり、この時間は院内通信環境にも大きく依存する。今後病院システム構築時にはCT装置のスペックと同様に画像の通信環境の把握・整備も重要となると考える。また、タイムスタディを行い造影CT時のルート確保などに一定の時間を要していることが改めて浮き彫りになった。CT検査室の効率的な運用を考える場合には装置のハード面のみならず、ルート確保室を配置するなど院内のハードに関しても整備していくことも重要であると思われる。

7. 結語

Power Recon導入は従来の検査運用法を維持しつつIntelli IP Advancedを実臨床で使用可能とする効果がある。

8. 謝辞

本寄稿に関する内容は2014年9月に大分県で行われた第30回日本診療放射線技師学会にて発表した。本研究のデータ収集にご協力いただきました、東海大学医学部附属八王子病院放射線技術科諸兄、ならびに株式会社日立製作所関係諸氏に心より感謝申し上げます。

※1 SCENARIOおよび※2 Intelli IPは株式会社日立製作所の登録商標です。

参考文献

- 1) 村山貞行, ほか: 画像診断ガイドライン 2016年版. 第2版: 26-36, 日本医学放射線学会, 金原出版株式会社, 2016.
- 2) 医療放射線防護連絡協議会, ほか: 最新の国内実態調査に基づく診断参考レベルの設定. 医療情報研究ネットワーク(J-RIME), 2015-08-11.
<http://www.radher.jp/J-RIME/report/DRLhoukokusyo.pdf>, (参照2017-07-01)
- 3) 井田正博, ほか: X線CT撮影における標準化～GALACTIC～(改訂2版): 157-164, 日本放射線技術学会, 2015.
- 4) 大塩洋平: 逐次近似型ノイズ低減処理Intelli IPの基礎特性と画質の変化. MEDIX, 58: 14-19.
- 5) 新村栄次, ほか: 64ch/128slice CT SCENARIOの被曝低減技術. MEDIX, 58: 20-23.
- 6) 後藤大雅: 逐次近似法を用いたCT用ノイズ低減処理の高性能化. MEDIX, 56: 43-46.
- 7) 高橋光太郎: 画像診断センターおよびプレストセンターにおけるSCENARIOの運用状況. MEDIX, 61: 4-7.
- 8) 佐々木博, ほか: 診療放射線技師を目指す学生のための医用X線CT工学, 1: 76-81, コロナ社, 2015.