

## 学術特集

# Cone Beam CT

学術特集にあたって

SAITAMA Cone Beam CT Technical Meeting

代表世話人 河原 剛

コーンビームCTの特徴と研究会報告

SAITAMA Cone Beam CT Technical Meeting

河原 剛 土田 拓治

GE社製 INNOVA IGS630 の使用経験

上尾中央総合病院 放射線技術科 岡村 聡志

SIEMENS社製 AXIOM Artis dBA の使用経験

埼玉医科大学総合医療センター 中央放射線部 清水 隆広

Philips社製 Allura Xper FD20の使用経験

埼玉県済生会栗橋病院 放射線技術科 宝田 順

TOSHIBA社製 Infinix Cevele-i/INFX-8000C 使用経験

埼玉県済生会川口総合病院 放射線技術科 竹房 優

## 学術特集にあたって

SAITAMA Cone Beam CT Technical Meeting

代表世話人 河原 剛

昨今、血管造影撮影装置の撮像デバイスとして、Flat panel detector (FPD) が、優れた空間分解能や、高い応答特性、ダイナミックレンジの広さなどの基本特性の高さを受け、II から置き換わりつつある。

従来 II 搭載型血管撮影装置では、C アームの回転撮影により得られたデータを再構成する事で血管を 3D 表示できる「3D-Rotational Angiography (3D-RA)」が脳血管領域で多く用いられていた。II の場合、歪みの補正や冒頭に示したアドバンテージにより実現が難しかったが、FPD を採用することで従来の発展形として、X 線 CT 装置に則し、高い空間分解能だけでなく、濃度分解能を重視し、リニアな表示階調を持つ CT like image が得られるコーンビーム CT の臨床導入が期待された。

そこで当研究会では、画像の特性、撮影線量および患者入射線量などの把握や、実臨床での使用方法について埼玉県内から発信する意味で、学術研究向上における機会と共に情報交換の場を設け、地域における FPD 搭載型血管撮影装置の撮影技術の向上を図ることを目的とし発足した。

今回、当研究会の紹介と活動報告および、埼玉県内各施設の現状と使用経験について紹介する。

本特集を通じて、(公社)埼玉県診療放射線技師会会員の知識向上とコーンビーム CT に対する理解が深まれば幸いである。

最後に、本企画に賛同し、執筆に協力いただいた世話人および世話人施設の関係者の方々、ならびに発行に当たり編集にご尽力いただいた編集担当の皆様に厚くお礼申し上げます。

## コーンビーム CT の特徴と研究会活動報告

SAITAMA Cone Beam CT Technical Meeting

河原 剛 土田 拓治

### 1. はじめに

現在、コーンビーム CT（以下、CBCT）は様々な診療分野に用いられている。画像診断では、血管撮影装置に搭載された FPD を用いて C アームが回転し撮影することで、頭頸部や腹部動脈などの高コントラスト領域において、高精細な 3 次元画像を得られる（Three dimensional rotation angiography : 3DRA）や、腫瘍濃染や頭蓋内出血などを検出するため、従来の CT に近い低コントラスト領域を描出可能な CT like image の撮影が行なわれ、診断だけでなく IVR の支援ツールとしても一翼を担っている（図 1）。



図 1 : FPD 搭載血管撮影装置

それ以外にも、パノラマ撮影と同様に坐位のまま撮影できる歯科用 CT 装置（図 2a）や、放射線治療においてはリニアックに FPD が搭載され、高精度の画像誘導放射線治療（Image guided radiation therapy : IGRT）を行なう際に CBCT が用いられている（図 2b）。



(a)

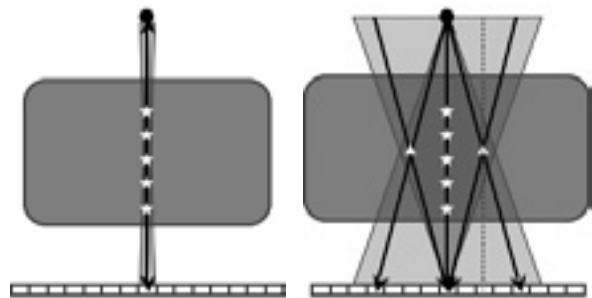


(b)

図 2 : CBCT 搭載装置

また従来の X 線 CT 装置においても、昨今の多列化により、現在ではすでにスタンダードになりつつある 64 列（DAS）MSCT では体軸方向に約 40mm、ハイエンドの 320 列 MSCT では、最大で約 160mm の幅を有する検出器を搭載した CT 装置が登場し、コーン角の存在を無視できず、CBCT の再構成法である Feldkamp 法を応用した再構成法が用いられており、現在の画像診断において、CBCT やそれに付随する技術は欠かせないものとなっている。

### 2. CBCT の再構成法について



(a) ナローファンビーム

(b) コーンビーム

図 3 : FBP 法

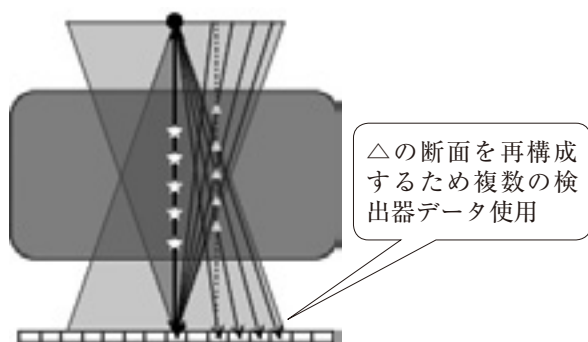


図4：Feldkamp法

1917年にRadonは「物体のあらゆる方向からの投影を集合すると、物体の2次元または3次元物体の内部構造を物体の物理量の分布として再構成できる。」と示し、従来X線CTでは、投影されたデータをさらに逆投影し、フィルタ関数による重み付けをすることで、平面の画像を再構成するFiltered back projection：FBP法を用いている。この方法の基本原則は、ナローファンビームで同一軌道上を投影する必要があるが、コーン角の広いCBCTではこの原則が成り立たず、正確に再構成することができない（図3a・b）。これを解決する方法として、単純に2次元のFBPを行うのではなく、大きなコーン角のビームをファンビームの集合として扱い、目的の断面を得るために複数の検出器への投影データを用いて再構成するFeldkamp法を用いている（図4）。現在ではこの方法基軸とし、各メーカーで再構成方法やアーチファクト改善方法の検討がなされ、装置に搭載されている。

この再構成法の特徴として、図4で示す通り、回転軌道中心付近に関してはデータ数も多く、精度の高い再構成が可能であるが、中心から離れるほどサンプリングポイントが減少し、得られたデータの真偽性も不正確になってくるため、画質の低下は著しい。

MSCTと比較し、検出器サイズが小さく、回転半径も小さいため撮影可能FOVに制限があり、大抵の体格の患者では全腹部が収まりきらない。

メーカーによっては回転中心をずらし2回のスキャンを行なう事で全腹部をカバーする撮影方法も存在するが、ハイエンド機のためのオプションである。

しかし、デメリットばかりではない。検出器（FPD）のピクセルサイズが小さく通常でも約0.5mm以下となり、高分解能で視認性の高い画像が得られる。

また低コントラスト領域についてもMSCTにはかなわないが、撮影view数が多い低コントラスト領域専用プロトコルを用いれば、0.3%の吸収値差のモジュールを視認可能である（図5）。

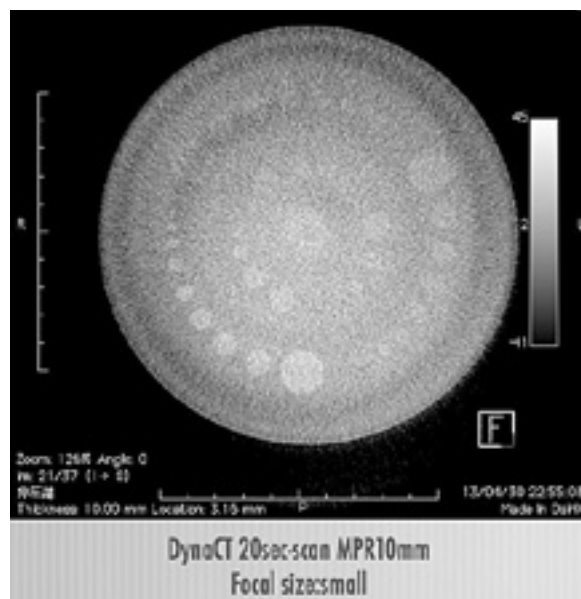


図5：Catphanファントム（低コントラストモジュール）

コンピュータ処理速度の向上により再構成時間も高速化され、MSCTで培われた技術を取り込み、高画質化と高いスループットによりIVR施行医の満足度も高いと考える。

しかし、MSCTと比較すると画質の評価方法の曖昧さや、装置間の操作範囲の差異等、眼に見える障害は少なくない。

本研究会を通し、県内外問わず情報発信していきたい。



### 3. 本研究会について

当会の目的は、血管造影撮影装置の撮像デバイスとして、Flat panel detector (FPD) が II に代わり、優れた空間分解能や、歪補正などの基本特性を受け、我が国では FPD を用いた Cone beam CT の臨床導入が期待された。その特性や使用法について埼玉県内から発信する意味で、学術研究向上における機会と共に情報交換の場を設け、地域における FPD 装置の撮影技術の向上を図ることとした。

#### SAITAMA Cone Beam CT Technical Meeting の活動報告

2011年2月28日に会を発足させ、世話人は以下に示す。

#### 【第1期世話人】

代表世話人 富田 博信

埼玉県済生会川口総合病院

副代表世話人 河原 剛

埼玉医科大学総合医療センター

世話人

吉野 和広 上尾中央総合病院

佐々木 健 上尾中央総合病院

宝田 順 済生会栗橋病院

阿久津 任文 石心会狭山病院  
(現：埼玉石心会病院)

栗原 卓也 石心会狭山病院  
(現：埼玉石心会病院)

尾形 智幸 さいたま赤十字病院

宮澤 浩治 浦和医師会メディカルセンター

今出 克利 さいたま市民医療センター

会計・監事

土田 拓治 埼玉県済生会川口総合病院

#### 【第2期世話人】平成2013年1月29日に改訂

代表世話人 河原 剛

埼玉医科大学総合医療センター

副代表世話人 佐々木 健

上尾中央総合病院

世話人

富田 博信 済生会川口総合病院

土田 拓治 済生会川口総合病院

竹房 優 済生会川口総合病院

吉野 和広 上尾中央総合病院

館林 正樹 上尾中央総合病院

宝田 順 済生会栗橋病院

栗原 卓也 石心会狭山病院  
(現：埼玉石心会病院)

清水 大輔 石心会狭山病院  
(現：埼玉石心会病院)

尾形 智幸 さいたま赤十字病院

宮澤 浩治 浦和医師会メディカルセンター

会計・監事

清水 隆広 埼玉医科大学総合医療センター

#### 【世話人会開催日程】

第1回

日時：2011年2月28日(月) 19:00～

第2回

日時：2011年4月19日(火) 19:00～

第3回

日時：2011年8月25日(木) 19:20～

第4回

日時：2012年2月8日(水) 19:00～

第5回

日時：2012年8月7日(火) 19:00～

第6回

日時：2013年1月29日(火) 19:00～

第7回

日時：2013年9月2日(月) 19:00～

場所：仲町川鍋ビル 2F 会議室

#### 【開催記録】

第1回

日時：2011年6月23日(木) 19:00～21:00

場所：OLS ビル（大宮法科大学院大学ビル）2F  
講堂

（セッションⅠ；臨床技術）

座長：済生会栗橋病院 宝田 順

『各施設の血管撮影検査における臨床と工夫』

モデル施設① 腹部領域

PHILIPS 社製機器使用施設

石心会狭山病院（現：埼玉石心会病院）

放射線室 栗原 卓也

モデル施設② 頭部領域

SIMENS 社製機器使用施設

埼玉医科大学総合医療センター

中央放射線部 鈴木 佳也

（セッションⅡ；ワンポイントレクチャー）

座長：上尾中央総合病院 吉野 和広

『血管撮影室における被曝管理』

上尾中央総合病院 放射線技術科 佐々木 健

（セッションⅢ；機器メーカーによる最新技術報告）

座長：済生会川口総合病院 土田 拓治

『情報提供メーカー』

東芝メディカルシステムズ

SIEMENS ジャパン

GE ヘルスケアジャパン

PHILIPS エレクトロニクスジャパン

参加人数：111名

第2回

日時：2011年12月1日（木）19：00～21：00

場所：大宮ソニックシティビル 4F 市民ホール  
403

（セッションⅠ；臨床技術シンポジウム）

座長：埼玉医科大学総合医療センター 河原 剛

『頭部領域における血管造影検査及びIVRについて』

演者1 済生会栗橋病院 宝田 順

演者2 さいたま赤十字病院 大崎 久志

演者3 埼玉市民医療センター 宮澤 由英

（セッションⅡ；基礎技術）

座長：上尾中央総合病院 吉野 和広

『Cone Beam CTの再構成原理と空間分解能について -各施設における現状-』

『再構成原理と空間分解能の評価法について』

済生会川口総合病院 富田 博信

一般演題

『各施設における空間分解能の測定方法と現状』

演者1 埼玉医科大学総合医療センター

栗原 良樹

演者2 石心会狭山病院

（現：埼玉石心会病院）阿久津 任文

演者3 済生会栗橋病院

内海 将人

参加人数：91名



第3回

日時：2012年6月29日（金）19：00～21：00  
 場所：OLSビル（大宮法科大学院大学）2階講堂  
 総合司会：埼玉医科大学総合医療センター  
 河原 剛

（セッションⅠ：臨床技術シンポジウム）

座長：石心会狭山病院  
 （現：埼玉石心会病院）栗原 卓也  
 上尾中央総合病院 佐々木 健

『埼玉県内における頭部領域IVR被ばく線量の現状～最適化へ向けて 第一報～』

演者1 PHILIPS社製機器使用施設  
 済生会栗橋病院 丸山 和宏

演者2 SIEMENS社製機器使用施設  
 埼玉医科大学総合医療センター清水 隆広

演者3 TOSHIBA社製機器使用施設  
 済生会川口総合病院 竹房 優

演者4 GE社製機器使用施設  
 上尾中央総合病院 舘林 正樹

（セッションⅡ：特別講演）

座長：済生会川口総合病院 富田 博信  
 『脳血管内治療医が求める診療放射線技師の役割』  
 順天堂大学医学部 脳神経外科学教室  
 准教授 大石 英則

参加人数：88名

第4回

日時：2012年11月29日（木）19：00～21：00  
 場所：OLSビル（大宮法科大学院大学）  
 総合司会：埼玉医科大学総合医療センター  
 河原 剛

（セッションⅠ：テクニカルレポート）

座長：埼玉医科大学総合医療センター 河原 剛  
 I『最新稼働機Innova IGS630の特長について』

GEヘルスケア・ジャパン株式会社 鳥越 章宏  
 II『Innova IGS630使用経験と臨床応用』

上尾中央総合病院 井田 直孝

（セッションⅡ：臨床レポート）

座長：さいたま赤十字病院 大森正司  
 『当院の救急医療における血管撮影について』  
 埼玉医科大学総合医療センター

大根田 純

（セッションⅢ：臨床技術シンポジウム）

座長：済生会川口総合病院 土田 拓治  
 上尾中央総合病院 佐々木 健

『埼玉県内における頭部領域IVR被ばく線量の現状～最適化へ向けて 第二報～』

演者1 PHILIPS社製機器使用施設  
 済生会栗橋病院 宝田 順

演者2 PHILIPS社製機器使用施設  
 石心会狭山病院

（現：埼玉石心会病院）栗原 卓也

演者3 TOSHIBA社製機器使用施設  
 済生会川口総合病院 竹房 優

演者4 SIEMENS社製機器使用施設  
 さいたま赤十字病院 大河原 侑司

参加人数：54名

第5回

日時：2013年7月19日（金）19：00～21：00  
 場所：OLSビル（大宮法科大学院大学）  
 総合司会：上尾中央総合病院 佐々木 健

（セッションⅠ：臨床技術シンポジウム）

座長：済生会川口総合病院 富田 博信  
 済生会栗橋病院 宝田 順

『埼玉県内の血管撮影装置によるCone Beam CTの物理特性について～ノイズ特性と低コントラスト分解能～』

- 演者1 GE社製機器使用施設  
上尾中央総合病院 矢島 慧介
- 演者2 PHILIPS社製機器使用施設  
石心会埼玉石心会病院 栗原 卓也
- 演者3 TOSHIBA社製機器使用施設  
済生会川口総合病院 倉持 正樹
- 演者4 SIEMENS社製機器使用施設  
埼玉医科大学総合医療センター  
大塚 和也

(セッションⅡ：特別講演)

- 座長：埼玉医科大学総合医療センター 河原 剛  
『当院の脳血管内治療における技師の役割と  
Hybrid ORについて』  
演者：埼玉医科大学国際医療センター  
鈴木 英之

参加人数：58人  
以上

## GE 社製 INNOVA IGS630 の使用経験

上尾中央総合病院

放射線技術科 岡村 聡志

### 1. 施設紹介

当院は、来年創立 50 年を迎える「高度な医療で愛し愛される病院」を基本理念とした、地域に密着した医療を展開している中核病院である。平成 24 年の血管造影室での診療実績は、冠動脈造影 580 例、PCI 650 例、PPI 120 例、EPS・ABL 60 例、総件数は 1500 例を超え、頭部・腹部の血管造影も、造影から動注・塞栓などの治療まで年間それぞれ 100 件前後行っている。来年度には新棟がオープンするため、さらに件数が増える可能性があり、今からモチベーションも上がっている。



図 1 : INNOVA IGS 630

### 2. 導入理由

今回、我々は 2001 年から使用していた同社 Advantx LC/LP + の老朽化に伴い、汎用型血管撮影装置である GE 社製 INNOVA IGS630 を日本で初号機として導入した。現在、当院の血管造影室は 2 室あり、もう 1 室には心臓専用機 Siemens 社製 Artis zee が導入されていることと、近年頭部領域・腹部領域の血管撮影・治療の件数が増えてきているため、汎用型の選択となった。

またその他の理由として、工事期間の短縮があ

る。新規での装置導入となると、天井走行のレールの組み換えや補強などの作業で、工事期間が 2 週間程の延長が余儀なくされる。その点も同社の装置を選定した大きな理由でもあり、工事費用の削減にもなった。

### 3. INNOVA IGS 630 の特徴

INNOVA IGS630 と WS で可能となった、幾つかの特徴と機能を紹介する。

#### 3-1 30 × 30cm FOV Biplane 型 FPD

本管から末梢血管まで見わたせる高解像度で、高精細な画像が提供できる FPD を搭載。30 × 30cm のディテクタサイズ大きな範囲の撮影が可能になった。

#### 3-2 170cm Bed stroke

最大で 170cm の移動幅が可能。全下肢をはじめ、幅広い領域をカバーできるようになった。

#### 3-3 INNOVA Breeze

1 回の造影で全下肢領域の DSA 撮影が可能になり、WS により連結も自動で合成。右図のような全下肢長尺 DSA 画像の作成を可能にした。



図 2 : INNOVA Breeze

#### 3-4 56 インチ大画面モニター

56 インチの 1 画面モニターを任意の数に分割でき、配置、大きさも自由に変化できる。Live



画像、Reference モニター、WS、ポリグラフ、IVUS、過去画像など、検査内容、医師ごとに画面仕様を保存が可能。

### 3-5 Cone-Beam CT の 3D 画像を用いて行う画像支援

画像支援アプリケーションの Flight Plane とは、自動的に WS に転送された Cone-Beam CT で得られた 3D データを解析し、肝腫瘍への栄養動脈の識別が容易に画像化可能。

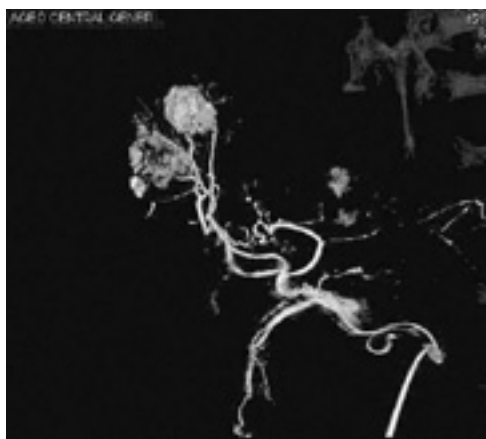


図 3 : Flight Plane

また頭部領域では、脳動脈瘤への血管の走行、脳動脈瘤の大きさや形状などが、容易に同定可能。

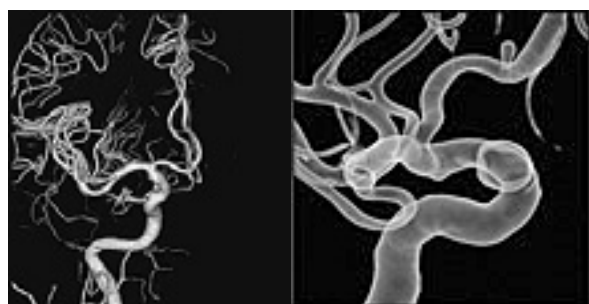


図 4 : 脳血管 3D 画像

### 3-6 INNOVA Vision

上記で得られた画像を透視上に重ね合わせることで、3D Roadmap として使用できる。寝台の位置情報を持っているため、寝台位置を変えた

り、X線管球を振ったりしても、画像が追従する。また以前に撮影した CT、MRI の 3D 画像を透視に重ね合わせることも可能。このことで、複雑な血管走行の Wiring などを使う不要な造影剤や被ばくが減少した。

### 3-7 EP Vision

CT、INNOVA 3D などの画像を透視上に重ね合わせることで、解剖学的情報を提供し手技の画像支援を行えるようになった。

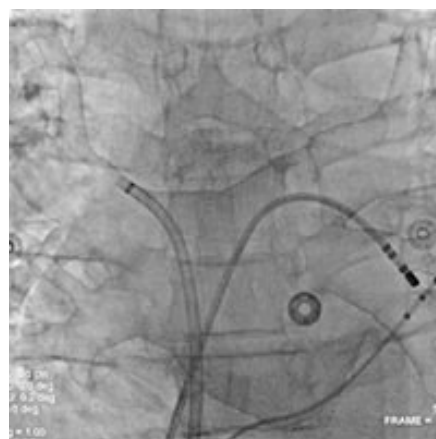


図 5 : EP Vision

### 3-8 INNOVA SENCE

被写体と検出器間の距離を自動で感知するため、FPD を遠ざけることなく任意の角度に振ることが可能になった。術者のストレスなく角度変換が可能になった。



off on

図 6 : INNOVA SENCE

#### 4. 今後の展望

今回導入された INNOVA IGS630 は、日本初号機ということで装置のみならず、WS のアプリケーションもいまだ熟知できていない状態であり、診療放射線技師だけではなく医師、看護師、臨床工学技士などが使用しやすい環境を作るために、装置の特性、プロトコルを日々話し合いながら整備している。

最終的には、患者様のためにいかに被ばく・造影剤を少なくし、検査・治療を受けていただき、より良い環境づくりをしていきたいと考えている。



図 8：更新前の血管撮影室で記念写真

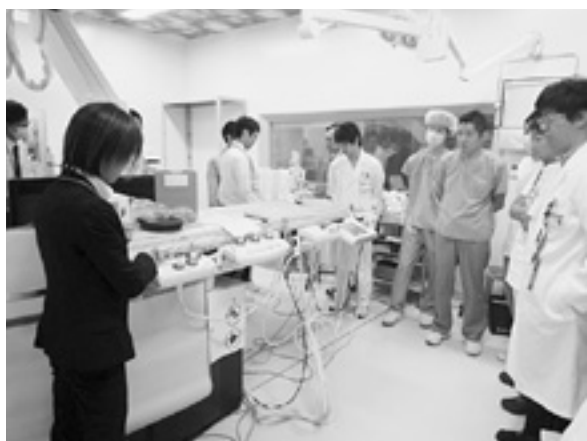
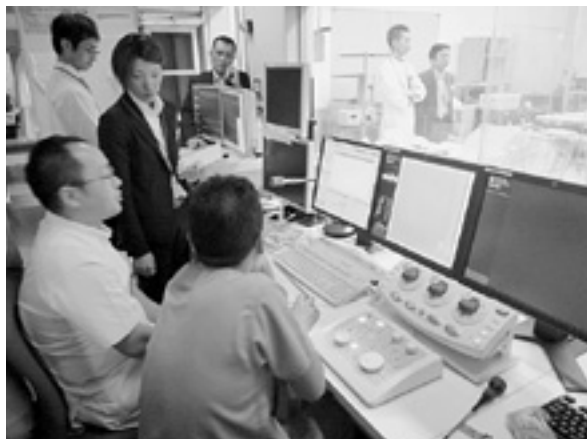


図 7：導入時研修風景

## SIEMENS 社製 AXIOM Artis dBA の使用経験

埼玉医科大学総合医療センター  
中央放射線部 清水 隆広

### 1. 施設概要



図1：病院外観

当院は川越市の東に位置し、診療科 34 科、病床数 991 床、外来患者数は 1 日約 2000 名の総合病院である（図 1）。高度救命救急センター、総合周産期母子医療センターの指定を受けている。その他、ドクターヘリ基地病院や地域がん診療連携拠点病院、埼玉県災害拠点病院としての役割を担っている。

中央放射線部には、診療放射線技師 51 名と放射線科医 13 名、看護師 13 名が所属している。

血管撮影室では主に、脳、肝臓、下肢、透析シャント、心臓の検査や治療を行っている。診療放射線技師 4 名、看護師 5 名が配属し、放射線科、脳神経外科、人工腎臓部、心臓内科の医師と連携し年間約 1400 件の検査を行っている。

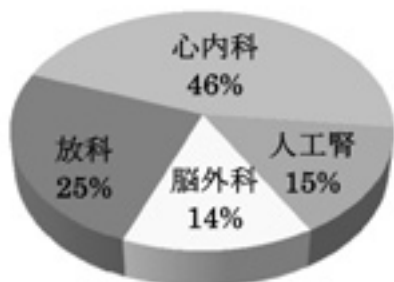


図2：年間検査割合

### 2. 装置の特徴

装置は SIEMENS 社製の FPD 搭載のパイプライン装置 AXIOM Artis dBA（汎用機（図 3））と AXIOM Artis dBC（心臓専用機（図 4））の 2 種で、Cone Beam CT（以下、CBCT）撮影が可能である。汎用機の正面 FPD は最大視野サイズが 30cm × 38cm（対角 48cm）、側面 FPD は最大視野サイズが 20cm × 20cm（対角 25cm）である。臨床では、広視野である汎用機の正面 FPD を使用して、CBCT 撮影を行っている。



図3：Artis dBA（脳、腹部、下肢など）

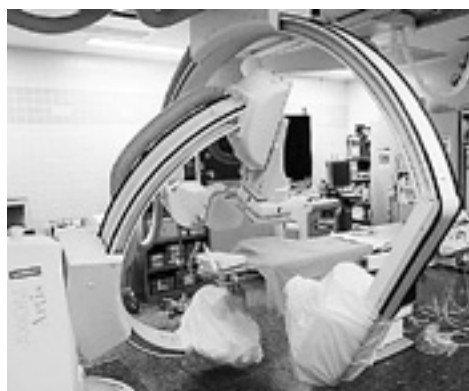


図4：Artis dBC（心臓）

ワークステーションは Syngo XWP Leonard (図5) を備え、VRT や MIP 処理に加え、Dual Volume (血管と骨やクリップなど)、拡大再構成など様々な画像 (図6) を作成している。



図5：ワークステーション

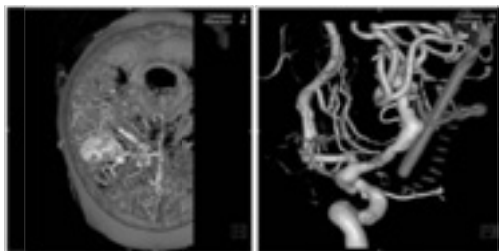


図6：脳動脈瘤と骨の位置関係  
脳動脈瘤クリッピング後

当院の CBCT 撮影プロトコルは、撮影時間別に5種類の撮影モードがあり、目的に合わせて使い分けている。以下にプロトコル概要 (図7)、使用用途 (図8)、MTF (図9) を示す。

5sec、10sec、20sec のプロトコルは、DSA 撮影が可能であり、空間分解能が良好であるため、血管などの高コントラスト領域の撮影に適している。しかしながら、10sec および 20sec のプロトコルは撮影時間が長いため、体動による撮影不良の可能性が高く、被ばく線量も高くなってしまふことからあまり使用していない。

6sec、8sec のプロトコルは、低コントラスト分解能領域の撮影に適している。8sec のプロトコルでは View 数が多く、画質は良好であるが、

胸腹部領域撮影時には息止めが必要になるため対応可能な症例で選択される。

プロトコル	5s-1k	6s	8s	10s-1k	20s-1k
スキャン時間 [sec]	5	6	8	10	20
回転角度 (°)	134	230	242	222	219
画像マトリックス	1280x960	616x430	616x430	1280x960	1280x960
View数	133	229	419	275	643
設定電圧 (kV)	70	90	90	70	70
線量	Auto	Auto	Auto	Auto	Auto
ビット数	12	14	14	12	12
画素サイズ	small	large	large	small	Small
DSA	可	不可	不可	可	可

図7：CBCT 撮影プロトコル概要

プロトコル	特長・用途
5s-1k	高コントラスト領域の短時間撮影 頭部・腹部3D-Angioなど
6s	中コントラスト領域の短時間撮影 TAE後の確認 (MIP作成) など
8s	低コントラスト領域の中時間撮影 腹部CTAPなど
10s-1k	高-低コントラスト領域の長時間撮影 腫瘍非腫出、膵臓腫瘍と末梢血管の同時表示など
20s-1k	高-低コントラスト領域の長時間撮影で最大空間分解能 頭部単純造影、骨密度撮影など

図8：CBCT 撮影プロトコルの特徴・用途

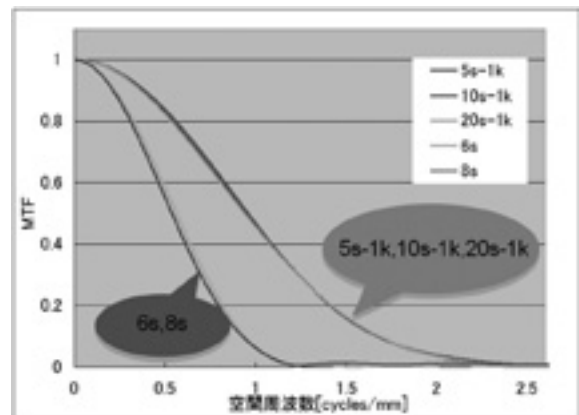


図9：CBCT 撮影プロトコル別の MTF



### 3. CBCT 使用状況

当院の CBCT 撮影は、主に脳血管撮影検査で使用している。脳血管 CBCT 撮影の目的としては、脳動脈瘤検索、動脈瘤の形状と周辺血管との関係、OPE 後や spasm の評価、コイリング時のワーキングアングル選択などである。その他、過去に CBCT 撮影を行った症例の一部を以下に示す。

- ・ Brain AVM
- ・ HCC
- ・ 胃静脈瘤
- ・ 脾動脈瘤
- ・ Spinal dAVF

CBCT 撮影の間は目的血管が描出され続けなければならない。そのため、カテーテル先端と目的血管までの距離や目的血管のボリュームによって、造影剤注入速度および注入量、X 線 Delay time を決定している。基本的には、事前の DSA 撮影の注入速度と同等とし、目的血管全体が描出された時間を撮影開始の X 線 Delay time とし、撮影中に持続して注入される造影剤量に設定する。腎機能が悪い症例の場合には、注入速度を下げること、撮影中に持続して注入される造影剤量を軽減させることが可能である。また事前の DSA 撮影で目的血管が wash out されない時間を算出し、注入時間を短くすることも一つの方法である。

### 4. 症例

#### 症例① AVM

視野障害・意識障害にて救急搬送。頭部 CT で左頭頂葉出血と脳室内出血を認めた。

血管撮影施行し、AVM (図 10, 11 : ○) を確認。後日、摘出術が行われた。

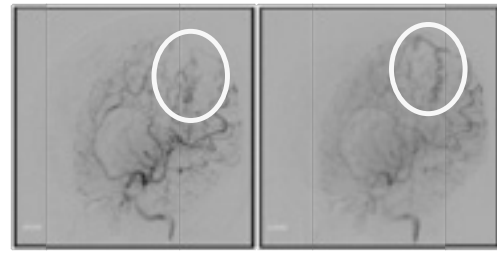


図 10 : DSA (Lt-ICA LAO30°)

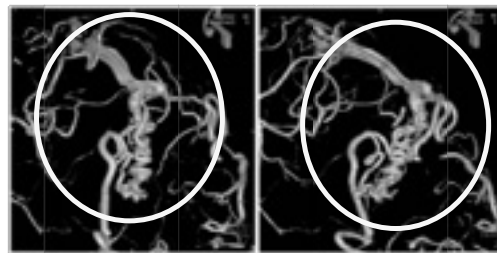


図 11 : VRT (Lt-ICA LAO30° / 60°)

#### 症例② AVM

痙攣発作あり、AVM を指摘され、投薬経過観察中に記憶力の低下自覚し再診。

血管撮影施行し、4cm 大の AVM (図 12, 13 : ○) を確認。静脈 (図 12, 13 : ◀) も描出されている。後日、摘出術が行われた。

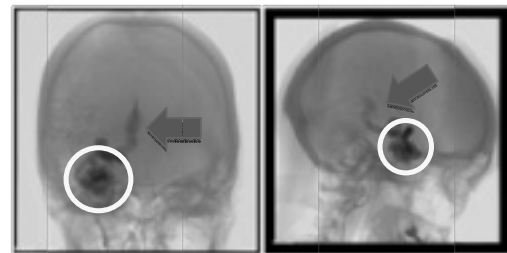


図 12 : DSA (Rt-ICA AP / L-R)

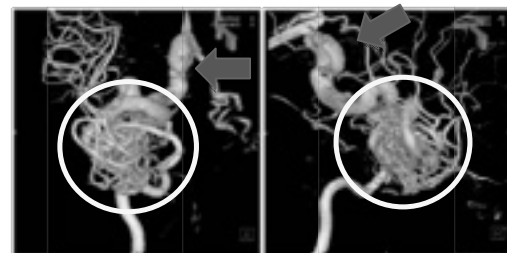


図 13 : VRT (Rt-ICA AP / L-R)



症例③ 内頸動脈狭窄症

呂律障害・歩行障害が出現し、症状悪化から受診。MRA で内頸動脈狭窄を認め、頸動脈血栓内膜剥離術が行われた。

OPE 後の血管撮影では、患部に軽度の狭窄（図 14：➡）を認めるも、血流は良好であった。

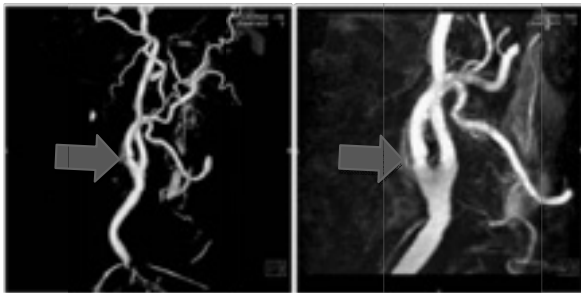


図 14：VRT / MIP (Rt-CCA)

症例④ Spinal dAVF (Lt-Th6)

腰部痛・右下肢痺れ出現。さらに痛み増強し、受診。

ミエログラフィー施行し、Ls2/3～Ls4/5 脊柱管狭窄あり。その後、MRI 施行し、Th5 level 以下脊髄背側に血管像あり広範囲の AVM と Th10 level に流入血管が疑われる。

血管撮影施行し、Th6 level の肋間動脈からの拡張血管（図 15 左：↑）が描出され、足側への流出（図 15 右：➡）を認める。後日、胸椎硬膜動静脈瘻閉鎖術が行われた。

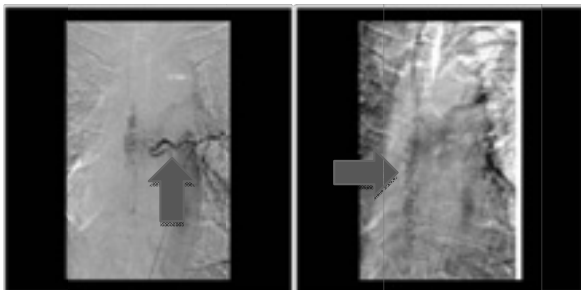


図 15：DSA (Th6 AP)

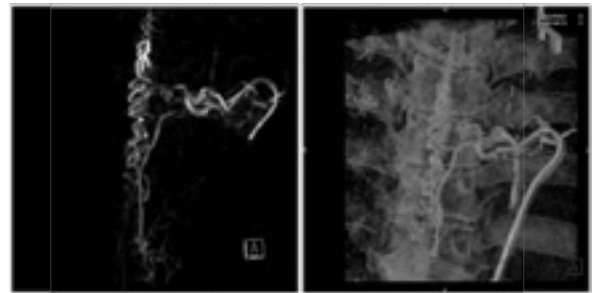


図 16：VRT (Th6 AP)

5. まとめ

当院では、脳血管撮影検査における CBCT 撮影は有益な情報を得る手段として位置付けられている。しかしながら、血管撮影検査後の CT の代用としての CT like image は、画質や撮影範囲、撮影準備など課題点が山積であり、臨床で使用される頻度は非常に少ないのが現状である。

今後、撮影条件や対象症例を見直し、施行医師に CBCT 撮影の有用性を提言できるよう理解を深め、新たな立ち位置を確立できるよう努めていきたい。

## Philips 社製 Allula Xper FD20 の使用経験

埼玉県済生会栗橋病院  
放射線技術科 宝田 順

### 1. 施設紹介

#### 1-1 はじめに

済生会栗橋病院は埼玉県北東部に位置し、1989年7月に地域中核病院として210床で開院した。1999年に病棟を増設、2011年12月には地域救急センター棟がオープンし集中治療室も8床から20床へ増床した。現在は病床数一般325床、感染4床、計329床の埼玉県災害拠点病院、地域医療支援病院となっている。



図1：済生会栗橋病院 外観

#### 1-2 放射線科スタッフ配置

放射線科医：常勤2名 非常勤7名  
診療放射線技師：17名  
看護師：6名  
クラーク：2名

### 2. 装置

#### 2-1 血管撮影装置概要

当院の血管撮影室は、心臓専用と全身用の2台の血管撮影装置で運用している。心臓専用装置はPhilips社製 Allula Xper FD10 (図2)、全身用装置はPhilips社製 Allula Xper FD20 (図3)を導入している。



図2：Philips社製 Allula Xper FD10



図3：Philips社製 Allula Xper FD20

#### 2-2 全身用血管撮影装置システム構成

IVRは増加傾向にあり、多くの疾患の治療法として普及している。その支援ツールとしてCone Beam CT (以下、XperCT) 搭載の血管撮影装置の有用性が報告されている。当院でも更新に伴い、2011年3月にPHILIPS社製 Allula Xper FD20を導入した。

ワークステーション：PHILIPS XtraVision (図4)

動画サーバー：PHILIPS Xcelera (図5)

自動注入器：根本杏林堂 Press Pro (図6)



図4：Xtra Vision 図5：Xcelera 図6：Press Pro

2-3 当院の全身用血管撮影装置における検査件数  
2012年、全身用血管撮影装置の検査件数は560件であった。領域別の割合を以下に示す(図7)。

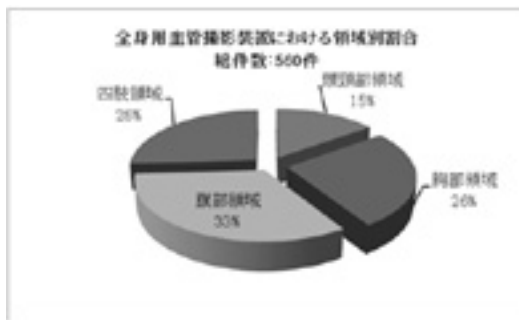


図7：全身用血管撮影装置における領域別割合

頭頸部領域（図8）は動脈瘤、脳腫瘍、AVM、AVFにおける造影検査が半数以上を占める。IVRは動脈瘤におけるcoil塞栓術、頸動脈ステント留置術（CAS）などが行われている。

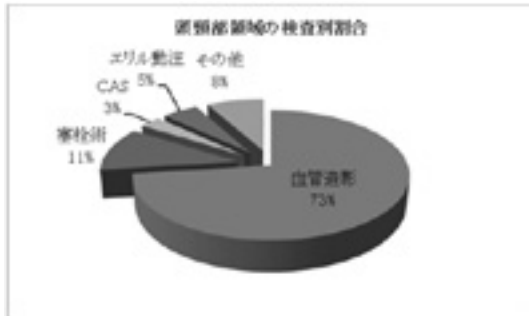


図8：頭頸部領域検査内訳

胸部領域（図9）はCVポート留置、ペースメーカー挿入が中心に行われ、緊急心臓カテーテル検査も心臓専用検査室の使用状況により対応している。

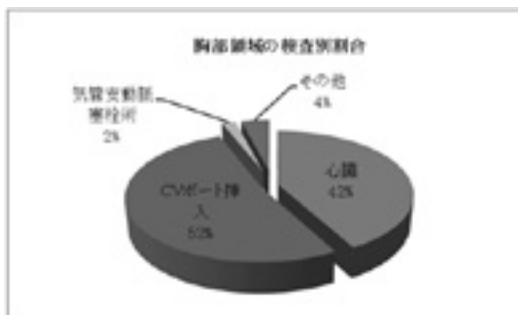


図9：胸部領域検査内訳

腹部領域（図10）は肝細胞癌患者に対する肝動脈化学塞栓術（TACE）が半数以上を占める。その他、消化管出血におけるcoil塞栓術、動注カテーテル留置、PTCDなどが行われている。

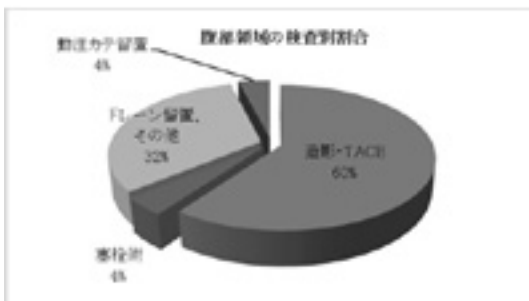


図10：腹部領域検査内訳

四肢領域（図11）は透析導入患者におけるシャント造影・PTAを中心に、近年では末梢動脈疾患（PAD）に対する下肢動脈PTAも増加傾向にある。

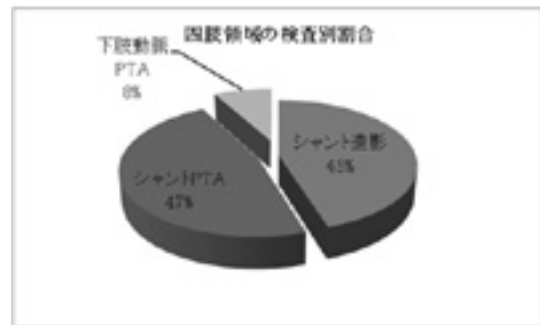


図11：四肢領域検査内訳

### 3. 撮影プロトコル

#### 3-1 装置特徴

搭載されている Flat Panel Detector（以下、FPD）は、154  $\mu$ m のピクセルを 2480 × 1980 に配列したヨウ化セシウム結晶シンチレータとアモルファスシリコンダイオードで構成された間接変換型方式の FPD である。血管 2D-DSA 画像は 2k imaging を有し、最大解像度は 3.2lp/mm を実現している。回転撮影においては、頭部方向から C アームを挿入するプロペラスキャン、体軸に対して垂直方向から C アームを挿入するロールスキャンが行える。撮影されたデータは転送から表示までを全自動で行い、数十秒後に構築データがワークステーションにて表示可能である。

#### 3-2 3D-RA (3D-Rotational Angiography)

3D-RA は高速回転により短時間のスキャンを可能とし血管の VR、MIP 表示などに使用される。プロトコルの特性上、低コントラスト分解能は低い。フレームレートは 30f/s、1024 × 1024 マトリックス収集（ロールスキャンは 15f/s）、撮影視野サイズは全てのサイズを選択可能（図12）。また視野サイズにより FPD ピクセルサイズが可変するため、目的部位に合わせ適宜選択することで空間分解能が向上し、3D 画像もより高精細に表示できる（図13・14）。

	3D-RA		FPD size	Pixel size
	Prep回転	Roll回転		
Scan time	4s	8s	48cm	371 $\mu$ m
Rot. Ang	240°	180°	42cm	308 $\mu$ m
frame	121	121	37cm	308 $\mu$ m
Matrix	1024	1024	31cm	217 $\mu$ m
Kv	50-125	50-125	22cm	154 $\mu$ m
mA	50-1100	50-1100	19cm	154 $\mu$ m
FOV(mm)	All size	All size	15cm	154 $\mu$ m

図12：3D-RA プロトコル（左）

図13：撮影視野サイズにおける収集ピクセルサイズ（右）



図 14：各視野サイズによる分解能（3D-RA）  
 FPD：48cm（左）  
 FPD：27cm（中央）  
 FPD：15cm（右）

### 3-2 XperCT

XperCTにより収集されたデータを再構成し、CT like image が得られる。撮影プロトコルはフレームレート 60f/s (512 × 512 マトリックス収集) と 30f/s (1024 × 1024 マトリックス収集) で構成され、各プロトコルによりスキャン時間が 20s、10s、5.5s と変わる。撮影視野サイズは 48cm (最大再構成 FOV：25cm) のみとなる。(High resolution のみ 22cm) 再構成関数は① Soft tissue ② Preset ③ Stent から選択可能。① < ② < ③ で高周波強調関数となる。(default は Preset 関数)

### 3-3 頭部用プロトコル

脳実質の描出能を優先させたプロトコル (30f/s 20s) および投影数、収集マトリックスを下げた各プロトコル (30f/s 10s、60f/s 10s) になる。High resolution のみ撮影視野サイズ、FPD ピクセルサイズを小さくすることで分解能を向上させている (図 15)。

Xper CT				
Prop回転	XperCT 60fr	XperCT 30fr	XperCT 30fr	XperCT 30fr (High-resolution)
Scan time	10s	10s	20s	20s
Rot. Ang	240°	240°	240°	240°
frame	610	320	620	620
Matrix	512	1024	1024	1024
Kv	120	120	120	80
mA	250	250	250	200
FOV (mm)	250	250	250	100

図 15：頭部用プロトコル

### 3-4 腹部用プロトコル

被写体厚に合わせ管電圧、管電流が Auto で変わる。体動や造影剤使用を考慮し短時間スキャンを優先させたプロトコル (60f/s 5.5s) を中心に、均一性を考慮したプロトコル (30f/s 10s) が設定としてある (図 16)。

Xper CT			
Prop回転	XperCT 60fr	XperCT 60fr	XperCT 30fr
Scan time	5.5s	10s	10s
Rot. Ang	240°	240°	240°
frame	320	610	320
Matrix	512	512	1024
Kv	117-123	117-123	117-123
mA	50-325	50-325	50-325
FOV (mm)	250	250	250

図 16：腹部用プロトコル

頭部用 preset 再構成関数および腹部用 stent 再構成関数における各プロトコルの空間分解能の比較を示す (図 17)。

各プロトコルの空間分解能は 30f/s (FPD ピクセルサイズ：371 μm) が 60f/s (FPD ピクセルサイズ：742 μm) より、また高周波強調関数ほど空間分解能は向上する。

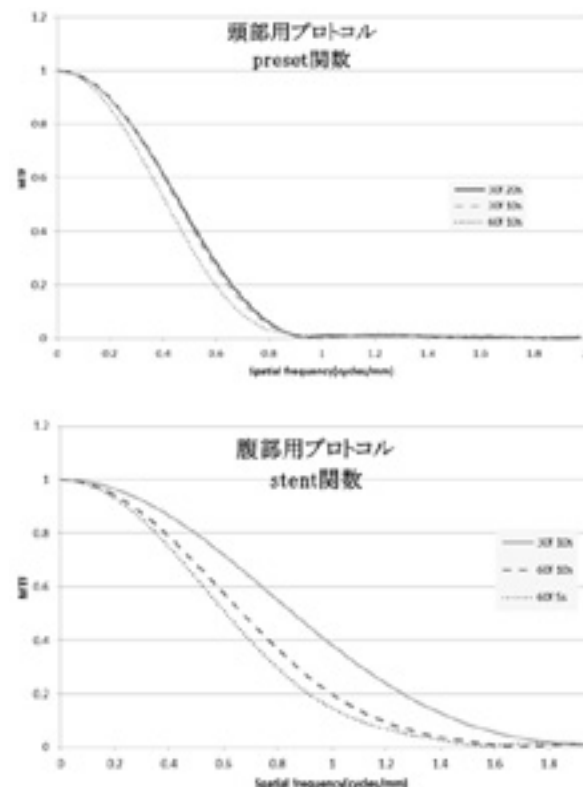


図 17：各プロトコルの空間分解能

## 4. 当院における XperCT の使用方法

### 4-1 頭部領域

#### 4-1-1 脳実質 XperCT

IVR 中の急変時や術後の出血などの有無を確認する目的で、脳実質の単純 XperCT を行う。低コントラスト分解能は CT と比べ劣るが、IVR 中には非常に重要な情報となる (図 18)。



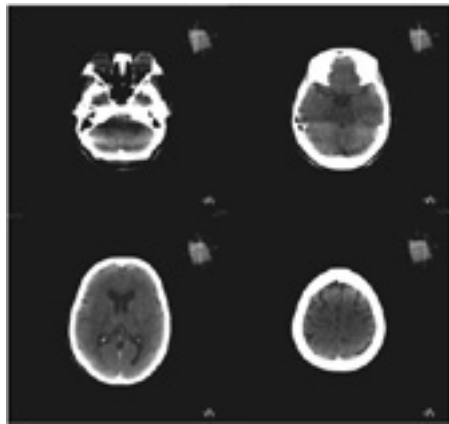


図 18：脳実質の XperCT

XperCTはコリメーションすることで、散乱線の影響が低減し、撮影領域の低コントラスト分解能が向上する。脳実質内の撮影時には、頭頂から頭蓋底までを撮影範囲としコリメーションすることで画質向上が図られる（図19）。

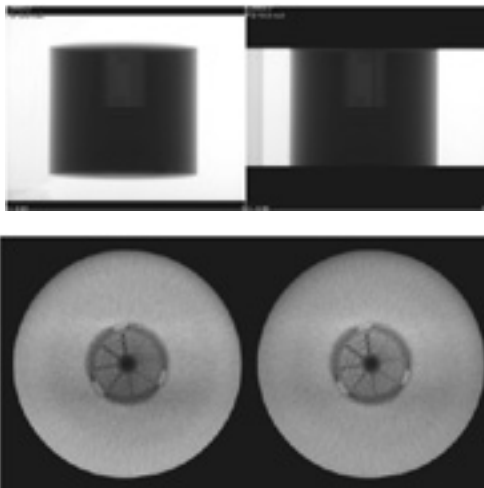


図 19：装置専用 QC ファントム撮影像  
コリメーション無（左）コリメーション有（右）

#### 4-1-2 Fusion 画像の提供

3D-RAに加え XperCT を撮影し、二つの画像を Fusion させることで 3D-RA に骨情報を付加する。3D-RA で分解能の高い血管像を描出し、XperCT は骨の VR 表示を行う。任意に骨の Slab 厚や位置が調整でき、観察領域を容易に表示することができる。

目的部位の正確な位置を同定し、外科的手術に必要な血管と骨による Ope view を作成することで手術のサポートが可能である（図 20）。

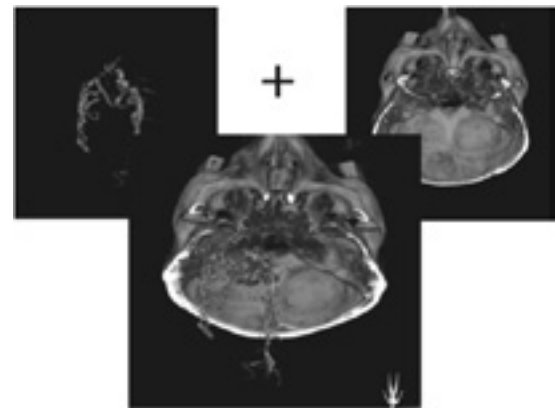


図 20：fusion Ope view 作成

#### 4-2 腹部領域

肝動脈化学塞栓術（TACE）は、肝細胞癌（hepatocellular carcinoma：HCC）に対する重要な治療法として普及している

当院における検査は、カテーテル挿入後、上腸間膜動脈造影、腹腔動脈造影、総肝動脈造影、XperCT（総肝動脈から）、選択的肝動脈造影、XperCT（選択的肝動脈から）、腫瘍塞栓術（IVR）となる。XperCT を併用することで 3D 血管像にて栄養血管を同定し、選択的に造影することで事前に施行している CT 画像と一致した腫瘍濃染を確認することができる（図 21）。

CTHA は造影剤注入開始約 5 秒後に撮像開始する。基本は直前に行う 2D-DSA 画像にて腫瘍濃染のタイミングを確認、撮像開始のタイミングを決定する。

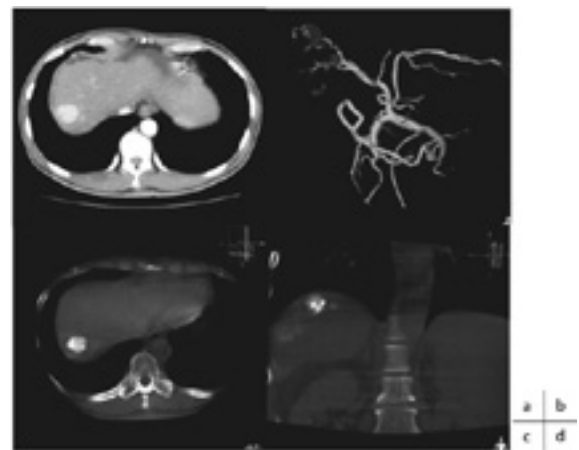


図 21：(a) 造影 CT axial  
(b) XperCT 肝動脈 VR  
(c) XperCT axial  
(d) XperCT coronal



5. 臨床症例

5-1 頸動脈狭窄症

左頸動脈分岐部に高度狭窄が認められCASが施行された。術前に2D-DSA、3D-RA (図22)を撮影し病変部位の確認を行い、遠位塞栓を予防するためバルーンを用いdistal protectionした後ステントを留置した。留置後におけるステントの形状、内腔評価を目的にXperCTを施行した。撮影は造影剤からのアーチファクトを抑えるため、ヨード造影剤(300mgI/ml)に対し5倍希釈で行った。3D-RAに比べアーチファクトが少なくステントの形状および内腔の描出が可能であった(図23・24)。

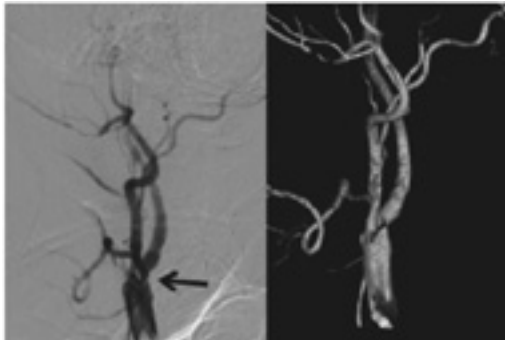


図22：術前2D-DSA(左)3D-RA(右)

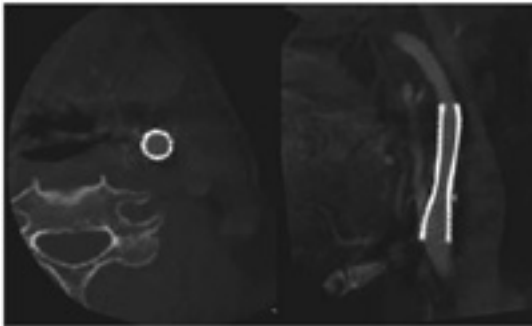


図23：術後XperCT Axial・Sagittal像  
使用プロトコル：XperCT 30fr 20s High resolution  
インジェクター条件：2ml/s 総量42ml (造影剤5倍希釈)



図24：術後XperCT Slab MIP像

5-2 未破裂脳動脈瘤

左内頸動脈にワイドネック型の動脈瘤を認め、(図25)ステントアシストテクニックを併用したコイル塞栓術が施行された。頭蓋内ステントは透視下、2D撮影では視認性が悪く、ステント自体を確認することが困難である。そのため留置後のステントストラットやステント内腔を確認するためXperCTを施行、撮影は造影剤がステントよりもX線吸収が高いため、ヨード造影剤(300mgI/ml)に対し7倍希釈で行った。撮影後は空間分解能を上げる目的で拡大再構成およびstent関数を用い、MIP処理にて画像表示した(図26)。再構成関数の特性上ノイズが増加するが、内腔状態を評価する事ができた。その後、内腔が保たれているのを確認しコイル塞栓術が施行された(図27)。

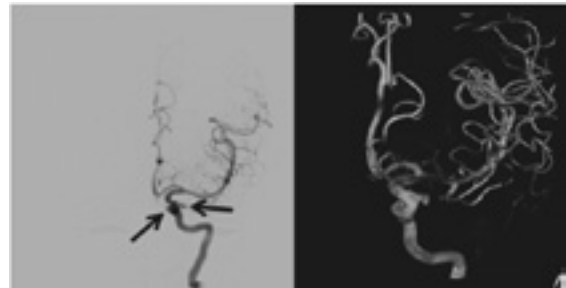


図25：術前2D-DSA(左)3D-RA(右)

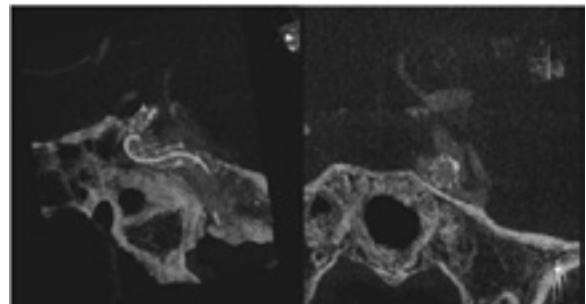


図26：ステント留置直後XperCT MIP像  
Sagittal像(左) barrel view(右)  
(512×512matrix 再構成関数stent)  
使用プロトコル：XperCT 30fr 20s High resolution  
インジェクター条件：2ml/s 総量44ml (造影剤7倍希釈)

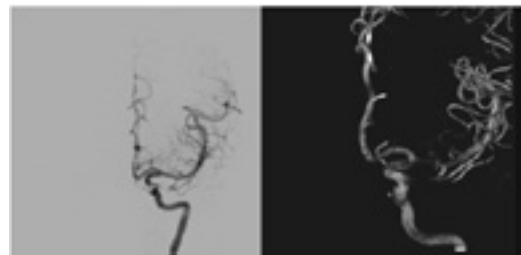


図27：術後2D-DSA(左)  
3D-RA subtraction(右)

## 6. まとめ

当院における Philips 社製 Allura Xper FD20 の使用経験を紹介した。これまでの血管撮影装置と比べ、XperCT を可能とするツールは、診断および IVR における支援サポートが拡大された。適切な方法、条件設定を行うことで、さらなる診断能力の高い画像を得ることが可能と考えられた。しかし、従来の CT 画像に比べると劣るため、さらなる向上が望まれる。また造影剤の増加や患者被ばくにおける問題点も今後の課題として上げられる。

XperCT の技術、発展が期待され普及し適応範囲も広がっていくと考えられる。血管撮影分野においても診療放射線技師は、医師とコミュニケーションを図り、リアルタイムで行われている撮影現場において安全で質の高い画像を迅速に提供しなければならないと思われた。

## TOSHIBA 社製 Infinix Celeve-i/INFX-8000C 使用経験

埼玉県済生会川口総合病院  
放射線技術科 竹房 優

### 1. 施設紹介

開設：昭和 15 年 4 月 15 日  
所在地：埼玉県川口市西川口 5-11-5  
病床数：400 床（内結核病床 20 床）  
診療放射線技師数：25 名

当施設は、地域医療支援病院、埼玉県災害拠点病院、また地域がん診療連携拠点病院などの指定を受け、地域の中核病院として認知されている。川口市と近隣市を含めた住民の医療を支えるべく「安心・安全な高度な医療」を提供している。



図 1：病院外観

### 2. 装置紹介



図 2：INFX-8000C 外観

平成 21 年 9 月に導入された、東芝メディカルシステムズ社製 INFX-8000C の特筆すべき仕様を以下に示す。

#### 2-1 Flexible FPD

12 × 16 インチのワイドな視野で腹部領域もカ

バーしつつ、FPD が回転可能な事から、循環器撮影に必要な深い角度付けにも対応可能であり、様々な部位で利用できる。



図 3：FPD 外観

#### 2-2 天井走行式 C アーム

C アーム稼働範囲は、長手動 2000mm、支柱回転 ± 135° とワイドなカバー領域は、C アームの動きのみで全身を隈なく検査できる。

また横手移動も ± 450mm 可能であり、上肢の撮影も十分な視野を確保することが可能である。

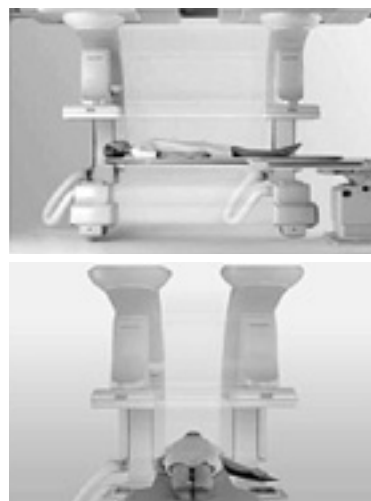
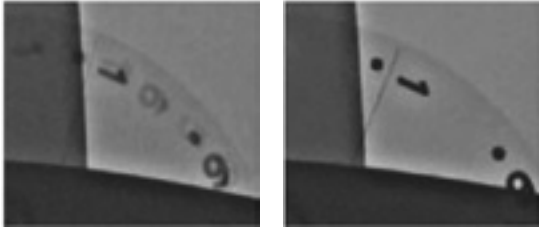


図 4：C アーム稼働範囲

#### 2-3 画像処理技術～ Pure Brain ～

新画像処理コンセプト Pure Brain は、東芝独自のノイズ低減技術であり「Super Noise Reduction Filter：SNRF」を搭載し、ノイズ低減を実現している。画素ごとに信号らしきノイズらしきを抽出し、ノイズだけを認識し削減することで、X 線量を大幅に増加させることなく、効果的にノイズ低減が可能となった。

リカーシブ方式のような、従来のノイズ低減手法とは異なるため、残像を生じない。



(a) | (b)  
図5：回転ファントム透視画像  
(a) リカーシブフィルタ (b) SNRF

2-4 アプリケーション

・3D-Angio

高速回転させて得られた画像から3次元再構成画像処理により3D画像を構築する。

自由な方向から観察できることから、動脈瘤の形態や、血管走行を一回の造影で把握することが可能。

当施設では主に、脳動脈瘤コイリング術における瘤の形態把握、TACEにおける血管走行把握に利用しており、インターベンションには欠かせない機能となっている。



図6：頭部3D-DSA

・LCI (Low Contrast Imaging)

一般的にコーンビームCTと呼ばれている本研究会のテーマになっているアプリケーションである。

LCIはコーンビームCTの再構成原理に基づいた画像であり、X線吸収の少ない軟部組織を断層、3D表示できる。この機能によりインターベンションにおける治療効果の確認や手技のオリエンテーションに有用である。

当施設では、脳動脈瘤コイリング術後の出血確認、TACEの治療効果の確認に主に使用している。

LCIの収集モード、再構成モードを以下に示す。

表1：LCI収集モード

Mode	Low	Middle	High
撮影時間	10秒	15秒	20秒
収集プロジェクション数	約250枚	約400枚	約600枚
収集マトリクス数	1024 <sup>2</sup> /12bits	1024 <sup>2</sup> /12bits	1024 <sup>2</sup> /12bits
C7-ーム回転角	LAO120~RAO120	LAO120~RAO120	LAO120~RAO120

表2：LCI再構成モード

Mode	Standard	Simplified	Quality
概要	標準モード	高画質高速モード	高画質モード <sup>※</sup>
再構成マトリクス	256 <sup>3</sup> /12bits	512 <sup>2</sup> ×256/12bits	512 <sup>3</sup> /12bits

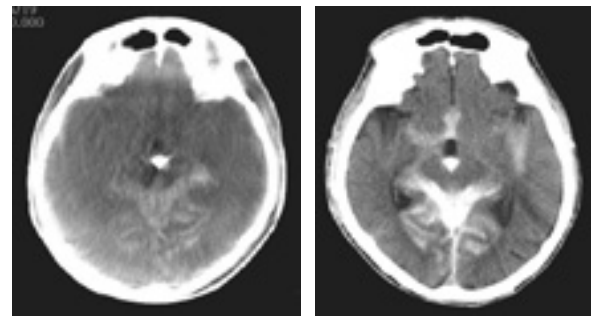
3. LCI 使用状況

当院では現在、頭部、腹部領域で使用しているが、使用頻度は月に約3件という現状である。

使用頻度が少ない要因としては、まず画質の問題が挙げられる。やはりCTほどの画質は当施設装置では残念ながら提供できていない。

今後、分解能の向上、アーチファクトの低減など改善されることを期待したい。

参考までにLCIとCTの画像比較を以下に提示する。

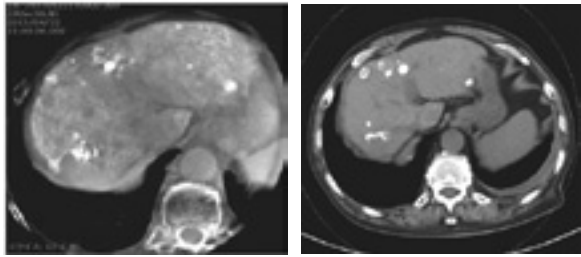


(a) | (b)

図7：頭部画像比較

(a) LCI (b) CT





(a) | (b)  
図8：腹部画像比較  
(a) LCI (b) CT

4. 症例紹介 (LCI 使用例)

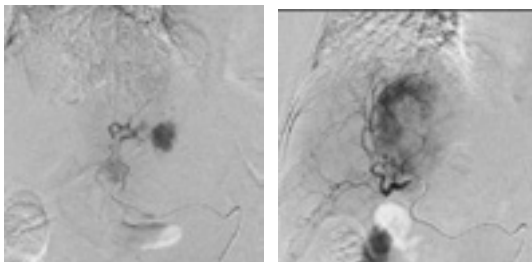
症例① 76歳女性 多発HCC (S7およびS3)

DSAにてA3,A7を栄養血管とする腫瘍濃染を認めた。これらの血管からTACE施行。その後、治療効果確認のため、LCI撮影。

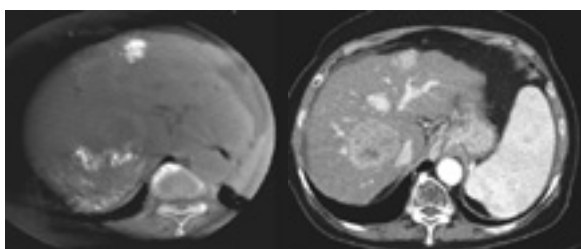
・LCI撮影方法

FOV：16インチ

撮影モード：Middle



(a) | (b)  
図9：DSA画像  
(a) A3造影 (b) A7造影



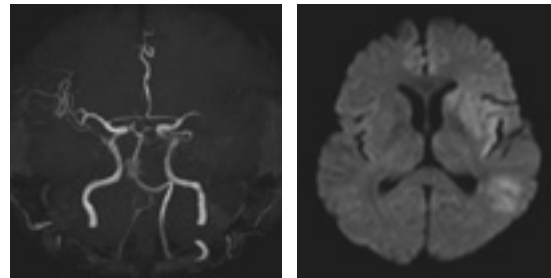
(a) | (b)  
図10：LCI・CT画像  
(a) LCI (治療後) (b) CT (治療前)

治療前CTで指摘されているS3に関しては、LCI画像から抗癌剤の沈着は良好であるが、S7はまばらに沈着しており、腫瘍全体には沈着していない事が確認された。

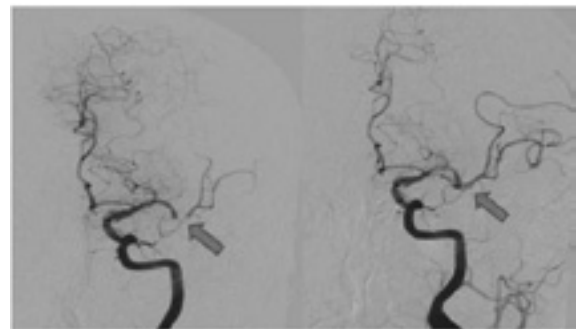
TACE後の治療効果確認にはLCIの有用性は高いと言える。

症例② 49歳男性 脳梗塞疑い

MRAにて左M1以降の描出低下、MRIにてMCA領域に梗塞巣を認めた。DSAにてMCAに血栓を認めた。



(a) | (b)  
図11：MRI画像  
(a) MRA (b) DWI



(a) | (b)  
図12：DSA画像  
(a) 治療前 (b) 治療後

緊急血栓除去術を施行し、術後LCIを撮影し、問題無いことを確認し終了となる。

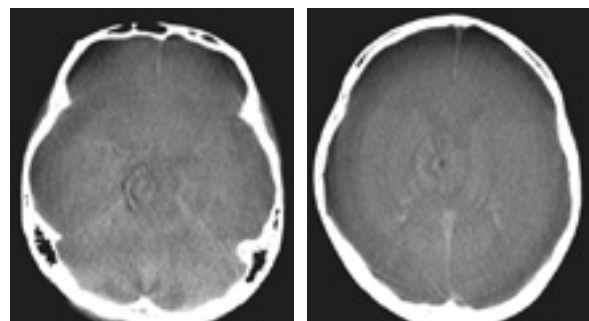


図13：治療後LCI

4. まとめ

今回、INFX-8000Cの使用経験、主にLCIについて提示した。

INFX-8000Cの導入により、術後直後のコーンビームCTが撮影可能となり、CT室へ移動することなくCT様画像が撮像可能となった。

ただ前述したが、LCIは画質、撮像範囲などの



問題があり、当院では診療科へ十分に浸透していないのが現状である。

LCIの当院での利用は、頭部IVR後の出血確認、腹部TACE後の治療効果確認に限局している。今後、我々としても画質の向上、有用性の検討をし、CTA/CTAPなど有効活用されるよう努力していきたい。

最新機器では、最適な撮影条件の設定、補正処理（Cアームたわみ補正、リングアーチファクト補正、ビームハードニング補正）の強化などが改善されており、画質に関してはかなり向上した印象である。また最新のアプリケーションであるステントイメージングにより、頭蓋内ステントの描出も可能となっている。