

# AquillionCXLにおける 被ばく線量低減の試み

公益財団法人 星総合病院  
医療技術部 放射線科  
澁井 政人

# CTにおける被ばく線量の定義

- CTDI

- DLP

- 実効線量 (E)

# CTDIの種類

- **CTDI**  
…1 cm、1スライスあたりの総照射線量。
- **CTDI<sub>w</sub>**  
…真ん中と外側のCTDIを両者の重み加算平均(重み1/3と2/3)したもの。
- **CTDI<sub>Vol</sub>**  
…CTDI<sub>w</sub>にヘリカルピッチ( $p$ )を考慮したもの。

# CTDIの定義

$$CTDI = \frac{1}{nt} \cdot \int D(z) \cdot dz$$

$n$ : 1回転あたりのスライスの数

$t$ : 公称スライス厚

$D(z)$ : Z軸に沿った線量分布

CTDIの単位は吸収線量と同じくGyが用いられる。

# CTDIの定義

$$CTDI_w = \frac{1}{3}CTDI_{center} + \frac{2}{3}CTDI_{peripheral}$$

$$CTDI_{vol} = \frac{1}{p}CTDI_w$$

# DLPの定義

$$DLP = CTDI_{vol} \times Scan\_Length$$

複数のスキャングループからのCTDIを加算することによりTotalのDLPが得られる。

DLPの単位はmGy・cmが用いられる。

# 実効線量(E)の定義

実効線量は身体の臓器ごとの被ばく線量を、臓器ごとに定められた組織加重係数で乗じて合計したものの。

$$Effective\ Dose = \sum W_t \times H_t$$

$W_t$ : 臓器Tの組織加重係数

$H_t$ : 臓器Tの線量当量

実効線量の単位はSvが用いられる。

# 実効線量(E)の定義

DLPに撮影部位特定の変換係数(K)を用いて実効線量を推定することが可能。

$$EffectiveDose = k \times DLP$$

各部位ごとの変換係数を表に示す。

Region of body	k(mSv * mGy <sup>-1</sup> * cm <sup>-1</sup> )				
	0year	1year	5year	10year	Adult
Head and Neck	0.013	0.0085	0.0057	0.0042	0.0031
Head	0.011	0.0067	0.004	0.0032	0.0021
Neck	0.017	0.012	0.011	0.0079	0.0059
Chest	0.039	0.026	0.018	0.013	0.014
Abdomen & Pelvis	0.049	0.03	0.02	0.015	0.015
Trunk	0.044	0.028	0.019	0.014	0.015



# AIDR3D

AIDR3D(Adaptive Iterative Dose Reduction)は被ばく低減と高画質を両立する技術。純生データ上でスキャナーモデル、統計学的ノイズモデルを考慮して、ストリーク低減処理を行う。さらにアトミカルモデルを用い、画像再構成ドメインの中でノイズ成分のみを抽出して繰り返し除去する。オリジナルデータと組み合わせることでSN比を向上させつつ質感を維持した画像を作成する。

# CTの被ばく線量と画質に影響する因子

- 被検者の体格
- 被検者のポジショニング
- 管電流
- 管電圧
- スライス厚
- スライス数
- ヘリカルピッチ
- 画像再構成関数
- 画像フィルタ
- X線濾過フィルタ
- X線検出効率
- X線ビーム成形フィルタ
- 放射線感受性
- 低コントラスト分解能
- SD
- X線量
- 画質ファクタ
- オーバービーミング
- オーバーレンジング
- AIDR3D (VolumeEC)

# CTの被ばく線量と画質に影響する因子

- 被検者の体格
- 被検者のポジショニング
- 管電流
- 管電圧
- スライス厚
- スライス数
- ヘリカルピッチ
- 画像再構成関数
- 画像フィルタ
- X線濾過フィルタ
- X線検出効率
- X線ビーム成形フィルタ
- 放射線感受性
- 低コントラスト分解能
- SD
- X線量
- 画質ファクタ
- オーバービーミング
- オーバーレンジング
- AIDR3D (VolumeEC)

# AIDR3Dの効果

- **AIDR3Dの設定値として**

- **・OFF**

- **・Week (25%)**

- **・Mild (50%)**

- **・STD (75%)**

- **・STR (75%)**

# AIDR3Dの効果

- AIDR3Dの設定値ごとに実際にどの程度の線量低減効果が得られるのか18cm、24cm、32cmファントムでそれぞれテストスキャンを行った。

## 【撮影条件】

管電圧：120Kv

管電流：VolumeEC(MAX600mA)

ヘリカルピッチ：53

設定SD値：8

再構成関数：FC03(腹部プリセット値)

# AIDR3Dの効果

スキャン結果のDLPを表に示す。

AIDR3D	18cmファントム		24cmファントム		32cmファントム	
	DLP	OFFとの比	DLP	OFFとの比	DLP	OFFとの比
OFF	198.8	1.000	337.7	1.000	372.1	1.000
WEEK	92.5	0.465	206.5	0.611	372.1	1.000
MILD	61.4	0.309	166.8	0.494	372.1	1.000
STD	36.2	0.182	84.6	0.251	333.7	0.897
STR	36.2	0.182	84.6	0.251	333.7	0.897

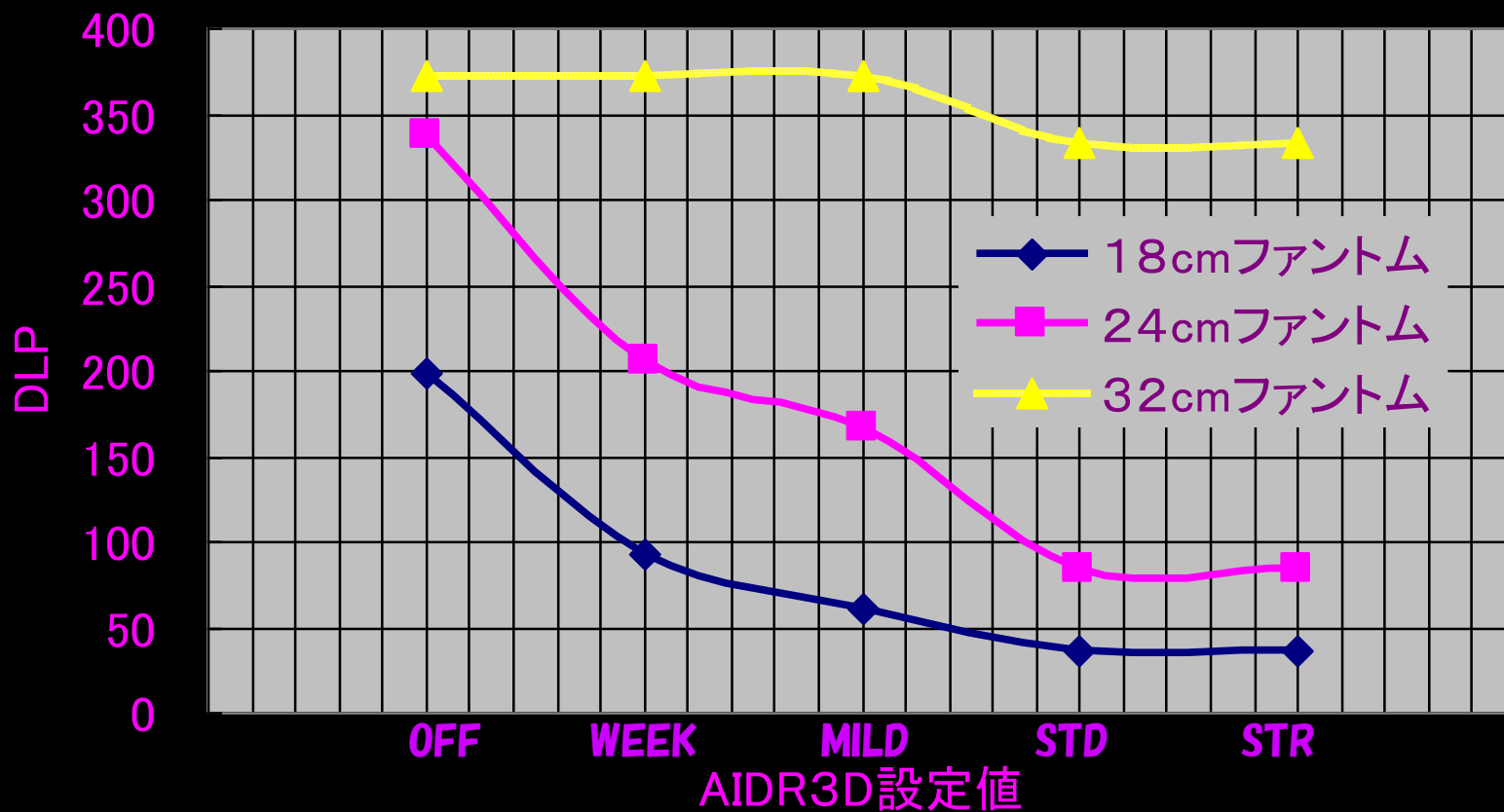
# AIDR3Dの効果

## 各ファントムでの線量低減率

AIDR3D	18cmファントム		24cmファントム		32cmファントム	
	DLP	線量低減率	DLP	線量低減率	DLP	線量低減率
OFF	198.8		337.7		372.1	
WEEK	92.5	53.5	206.5	38.9	372.1	0.0
MILD	61.4	69.1	166.8	50.6	372.1	0.0
STD	36.2	81.8	84.6	74.9	333.7	10.3
STR	36.2	81.8	84.6	74.9	333.7	10.3

# AIDR3Dの効果

スキャン結果のDLPをグラフに示す。





# 画像再構成関数による線量の変化

AquillionCXLの再構成関数一覧を示す。

**腹部・縦隔 (BHC+)**

スムーズ ↑ ↓ シャープ

FC 1	FC 7
FC 2	FC 8
FC 3	FC 9
FC 4	
FC 5	

コントラスト強調関数

**腹部・縦隔 (BHC-)**

スムーズ ↑ ↓ シャープ

FC 11	FC 17
FC 12	FC 18
FC 13	FC 19
FC 14	
FC 15	

コントラスト強調関数

**肺野 (高精細)**

スムーズ ↑ ↓ シャープ

FC 83
FC 84
FC 85
FC 86

**肺野**

スムーズ ↑ ↓ シャープ

FC 50	FC 55
	FC 56
FC 51	
FC 52	
FC 53	

粒状性: 大

**頭部 (BHC+)**

スムーズ ↑ ↓ シャープ

FC 20	FC 26
FC 21	
FC 22	
FC 23	
FC 24	
FC 25	

コントラスト強調関数

**頭部 (BHC-)**

スムーズ ↑ ↓ シャープ

FC 41
FC 42
FC 43
FC 44

**低コントラスト強調頭部 (BHC+)**

スムーズ ↑ ↓ シャープ

FC 62	
FC 63	
FC 64	FC 68
FC 65	
FC 66	
FC 67	

コントラスト強調関数

**頭部 (乳幼児・小児)**

スムーズ ↑ ↓ シャープ

FC 46	
FC 47	
FC 48	FC 49

乳幼児用 BHC(-)      小児用 BHC(+)

**骨**

スムーズ ↑ ↓ シャープ

	FC 35
FC 30	
FC 31	
FC 81	

粒状性: 大

**側頭骨・内耳**

スムーズ ↑ ↓ シャープ

FC 80
FC 81

# 画像再構成関数による線量の変化

## 腹部・縦隔 (BHC+)

スムーズ



シャープ

- FC 1
- FC 2
- FC 3
- FC 4
- FC 5

- FC 7
  - FC 8
  - FC 9
- コントラスト強調関数

## 腹部・縦隔 (BHC-)

スムーズ



シャープ

- FC 11
- FC 12
- FC 13
- FC 14
- FC 15

- FC 17
  - FC 18
  - FC 19
- コントラスト強調関数

# 画像再構成関数による線量の変化

- 再構成関数を変化させスキャンを行った。

## 【撮影条件】

ファントム：16cm

管電圧：120Kv

管電流：VolumeEC(MAX600mA)

ヘリカルピッチ：53

AIDR3D：OFF

設定SD値：8

# 画像再構成関数による線量の変化

スキャン結果のDLPを表に示す。

スムーズ



シャープ

再構成関数	CTDI	DLP
FC1	18.7	221.1
FC11	19.1	225.1
FC7	20.5	242.3
FC17	21	247.6
FC3	22.8	268.8
FC13	23.4	276.7
FC9	30.7	362.9
FC5	31.5	372.1
FC15	31.5	372.1
FC19	31.5	372.1

# SD値変化による線量の変化

- 設定SDの値を7～11まで0.5間隔で変化させスキャンを行った。

## 【撮影条件】

ファントム:16cm

管電圧:120Kv

管電流:VolumeEC(MAX600mA)

ヘリカルピッチ:53

AIDR3D:OFF

再構成関数:FC03(腹部プリセット値)

# SD値変化による線量の変化

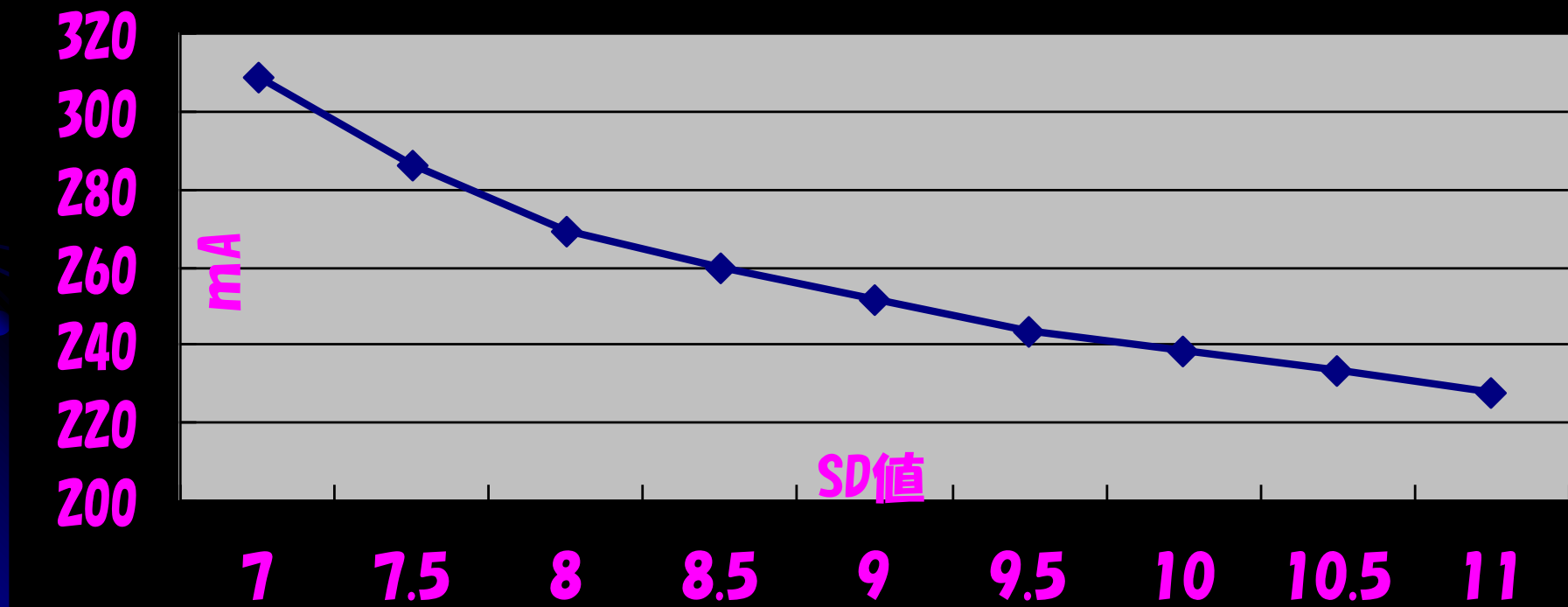
スキャン結果のDLPを表に示す。



SD値	CTDI	DLP
7	26.1	308.5
7.5	24.2	286
8	22.8	268.8
8.5	22	259.5
9	21.3	251.6
9.5	20.6	243.6
10	20.2	238.3
10.5	19.7	233
11	19.3	227.7

# SD値変化による線量の変化

スキャン結果のDLPをグラフに示す。



# 実際に行った設定変更

**2013年1月～稼動開始**

撮影条件:

管電圧: 120kv 管電流: VolumeEC(自動設定)

HP: 53 ADR: MILD 再構成関数: FC14 SD値: 8

**2013年3月29日～**

再構成関数をFC17に変更

**2013年5月9日～**

SD設定値を10に変更

**2013年5月21日～**

SD設定値を9.5、再構成関数をFC11に変更

**2013年6月10日～**

スキャ/撮影条件

頭部50mA→10mA、体幹部30mA→10mAに変更



# 統計

- 対象期間のDLPの平均値を表に示す。

対象期間	DLP(平均値)mGy・cm	実効線量(平均値)mSv
1月~3月28日	1014.85	15.2
3月29日~5月8日	924.08	13.9
5月9~5月20日	530.97	8.0
5月21日~6月10日	639.67	9.6

稼動開始時と比較すると現在の撮影条件では4割程度の線量低減に成功した。

# 今後の課題

今回は被ばく線量をメインに考えて撮影条件の変更を行った。画質についても目視による評価はしているが、物理的な評価は行っていない。今後物理的評価 (MTF、PSF、NPS、実行スライス厚の測定など) を行い、さらに適正な被ばく線量と画質が得られるよう設定の検討を行っていく。

# まとめ

- AIDR3Dの特性として、高線量域においてはあまり効果が得られない。
- 撮影条件の変更により、個人差はあるが被ばく線量を約**4割**程度低減することに成功した。
- 今後はCT画像の物理評価も行い、より質の高いCT検査を目指していきたい。

# おまけ

## 2010年インターネットアンケートによる各施設の平均のCTDI

### 有効回答施設

212施設(国公立病院:58、私立大学:8、国公立大学:6、日赤:9、社保:7、労災:4、その他:120)

### 1) 頭部CT撮影

#### ・スキャンモード

コンベンショナルスキャン 85.8%

／ヘリカルスキャン 14.2%

#### ・CTDI<sub>vol</sub>値

平均値 **91.7mGy** (15.8mGy - 369.0mGy)

### 2) 胸部CT撮影

#### ・CTDI<sub>vol</sub>値

平均値 **15.2mGy** (0.7mGy - 37.20mGy)

### 3) 腹部CT撮影

#### ・CTDI<sub>vol</sub>値

平均値 **20.0mGy** (5.0mGy - 64.4mGy)

## 当院で行うCT検査のおよその実効線量(平均値)

### 1) 頭部

CTDI<sub>vol</sub>: **64.8mGy** DLP: 1180.4 実効線量: 2.5mSv

### 2) 胸部

CTDI<sub>vol</sub>: **10.6mGy** DLP: 385.2 実効線量: 5.5mSv

### 3) 腹部

CTDI<sub>vol</sub>: **11.6mGy** DLP: 798.5 実効線量: 12.0mSv