補遺・ガントリー傾斜について

ImageJ、Python、およびMATLABを
用いた補正例

新潟大・歯・大学院演習
西山秀昌

2009.06.27　初版　ImageJ用
2021.12.06　改訂　Python,MATLAB追加

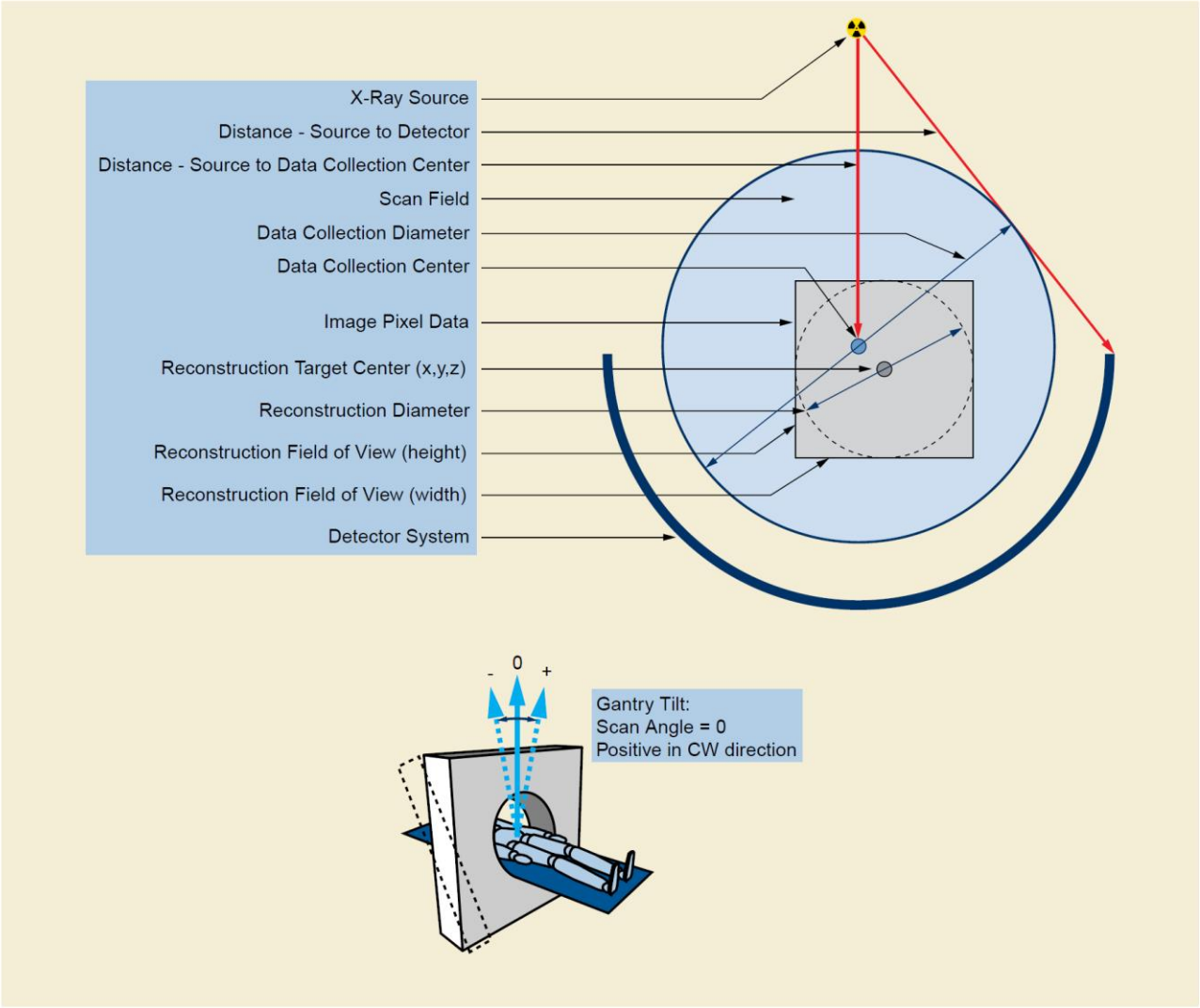
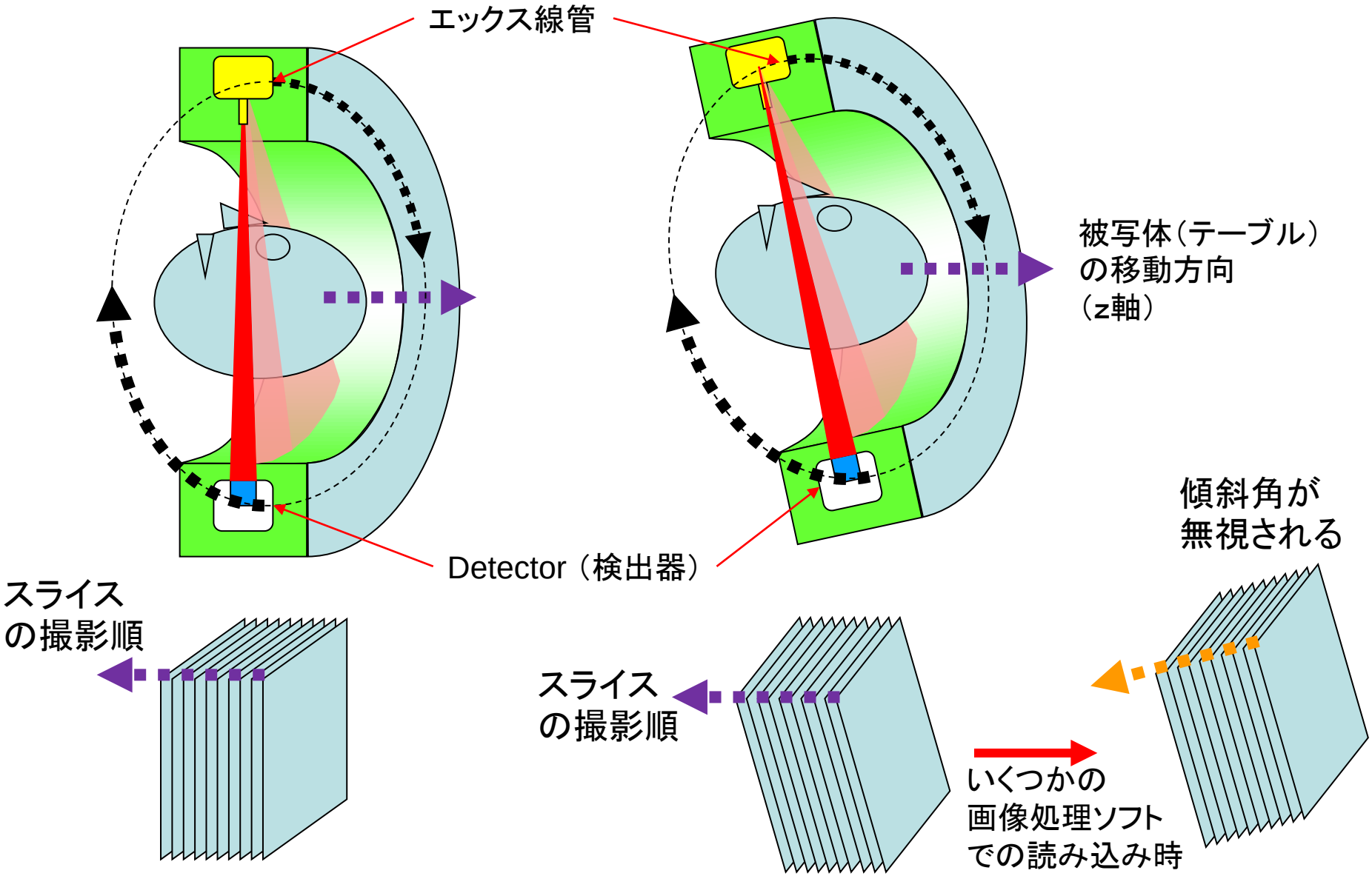
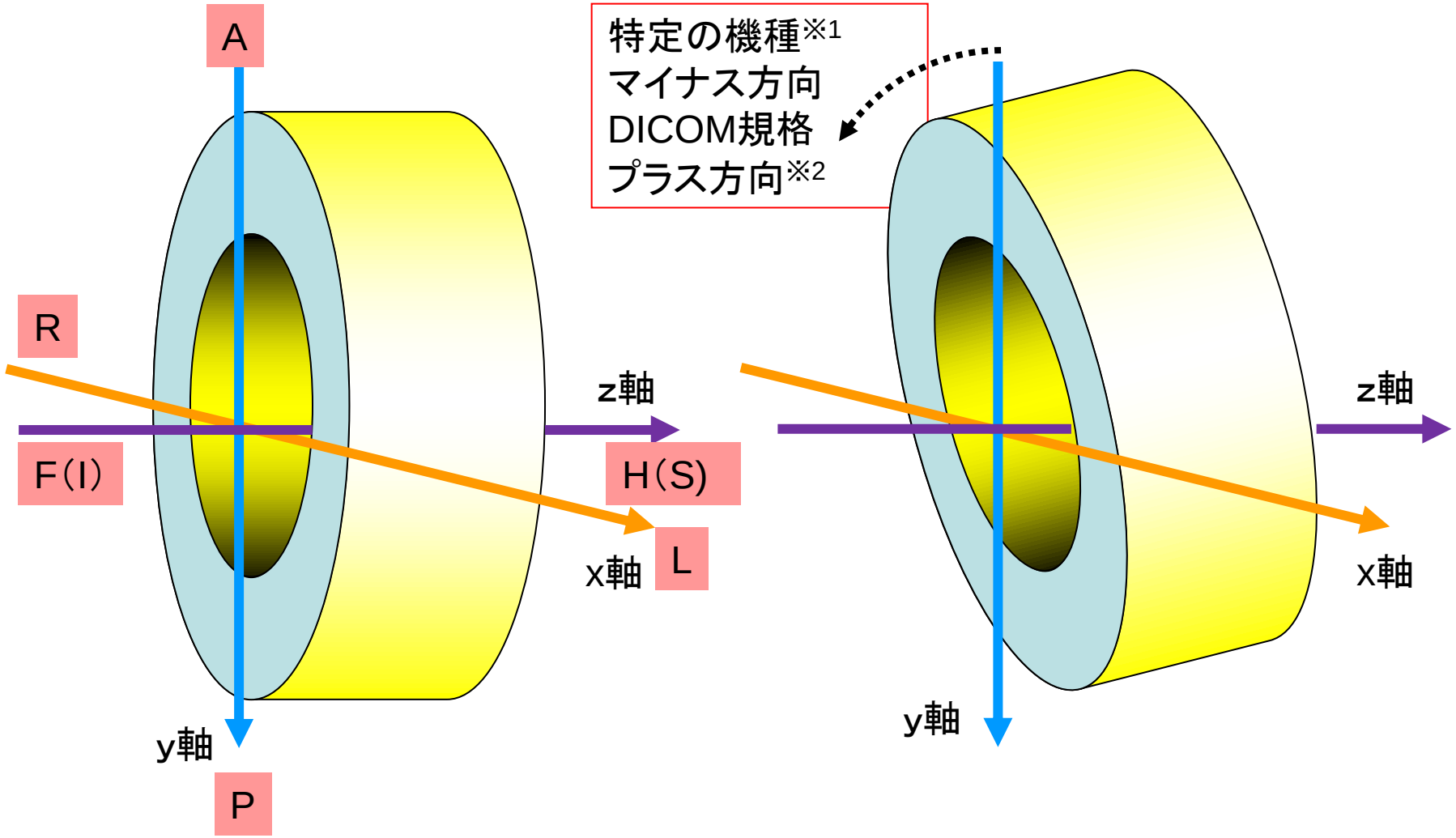


Figure C.8-19. Geometry of CT Acquisition System

ガントリー傾斜の影響


エックス線管
被写体（テーブル）
の移動方向
（z軸）
Detector（検出器）
スライス
の撮影順
スライス
の撮影順
傾斜角が
無視される
いくつかの
画像処理ソフト
での読み込み時

ガントリー傾斜とDICOMの軸（患者座標系）との関係



※1：本演習当初から扱ってきた特定メーカーの複数の機種にて共通する設定。
※2：DICOM PS3.3 2021e - Information Object Definitions, p.1619

ガントリー傾斜と画像の向き

- 結論:「画像の向き」[0020,0037] を傾斜方向判定に用い、「ガントリー傾斜」[0018, 1120]の絶対値を計算に用いる。

※DICOM規格では、「ガントリー傾斜」の値は計算には用いずに「画像の向き」を計算に用いるとあるが、前提条件として長さが「1」になる必要がある。

- 理由
  1. システムによっては「画像の向き」が単位ベクトルとしての長さ「1」にはならない場合があり、システムの差の影響を受けないよう統一的に扱うには、「ガントリー傾斜」の絶対値から「画像の向き」の絶対値を計算する方が精度が良い。
  2. 傾斜の方向は「画像の向き」の最初の列の方向余弦のz軸方向の値（6つめの値）の符号から判定した方が良い。
  3. 診断専用の複数のDICOM表示ソフトは、メーカー毎に異なる「画像の向き」の正負にかかわらず「正しく」表示しており、実質上記手順に従っていると思われる。

補遺:ピクセルサイズについて

- DICOM規格にてピクセルサイズはPixel Spacing [0028, 0030]に記載されているが、多くの場合丸め誤差を含む。
- 正確なピクセルサイズは、Reconstruction Diameter [0018, 1100]を、行・列のピクセル数（[0028, 0010]、[0028, 0011]）で割った値を使う方が良い。
- 基準となる物体を撮影して計測した結果、上記手順に従う方が正確であることを確認済み。

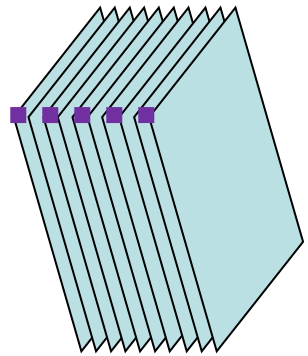
参考　DICOM PS3.3 2021e - Information Object Definitions, p.1030

0018,1100 Reconstruction Diameter: 150.00
0018,1120 Gantry/Detector Tilt: -14.5
0018,1130 Table Height: +48
0018,1140 Rotation Direction: CW

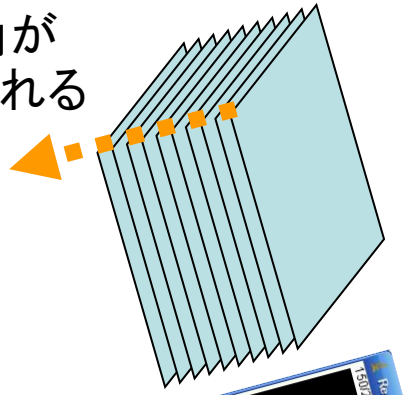
0020,0013 Image Number: 85
0020,0020 Patient Orientation: L \P \
0020,0032 Image Position (Patient): -82.0312\-85.31801\-536.0647
0020,0037 Image Orientation (Patient): 1\0\0\0\0.96815\0.25038
0020,0052 Frame of Reference UID: 1
0020,1041 Slice Location: +0.5

「マイナス」だが、[0020,0037] Image Orientation (Patient) の最初の列の方向余弦のz軸の値が「プラス」なのでDICOM規格に正確に合わせるなら「プラス」にすべき値。

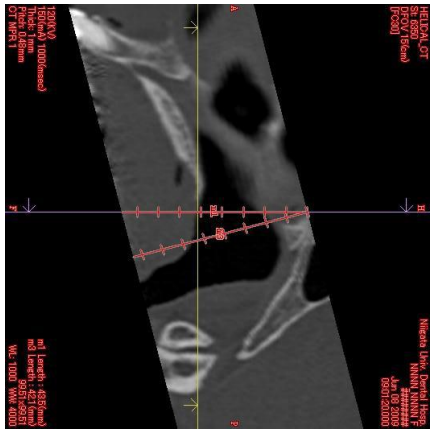
スライスの撮影順



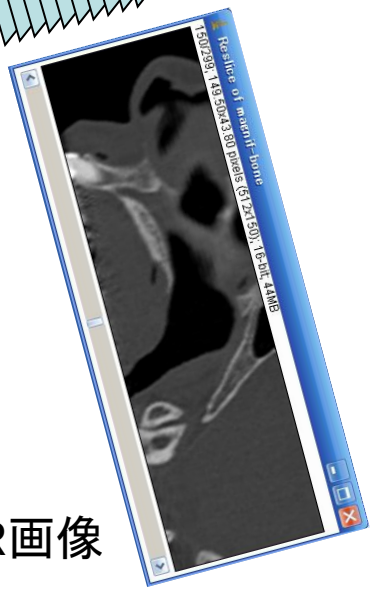
傾斜角が無視される



いくつかの画像処理ソフトでの読み込み時

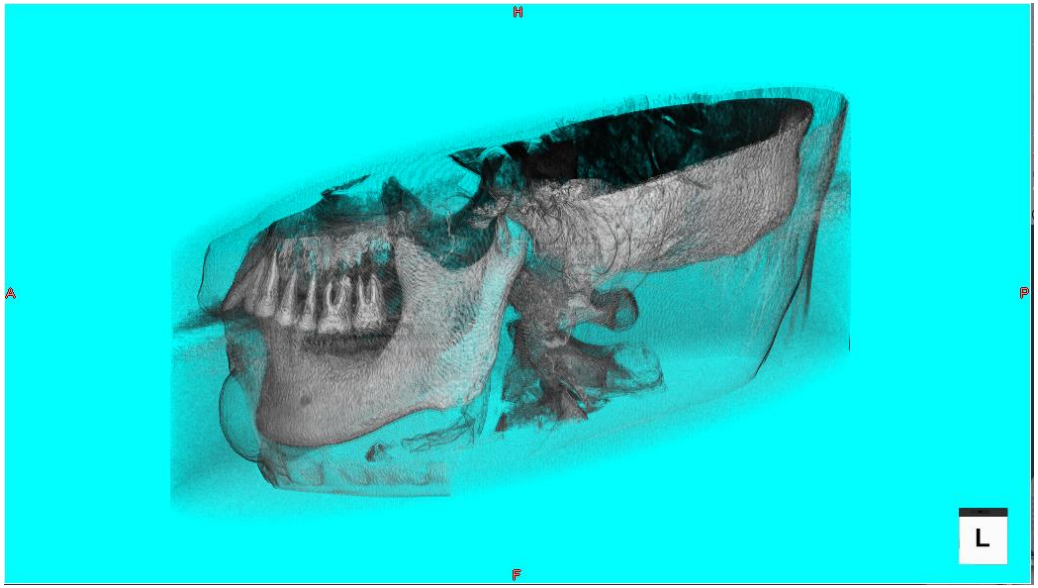


ZioCube（旧：Exavison Lite 1.3）（ザイオ）のMPR画像では適切に補正される。



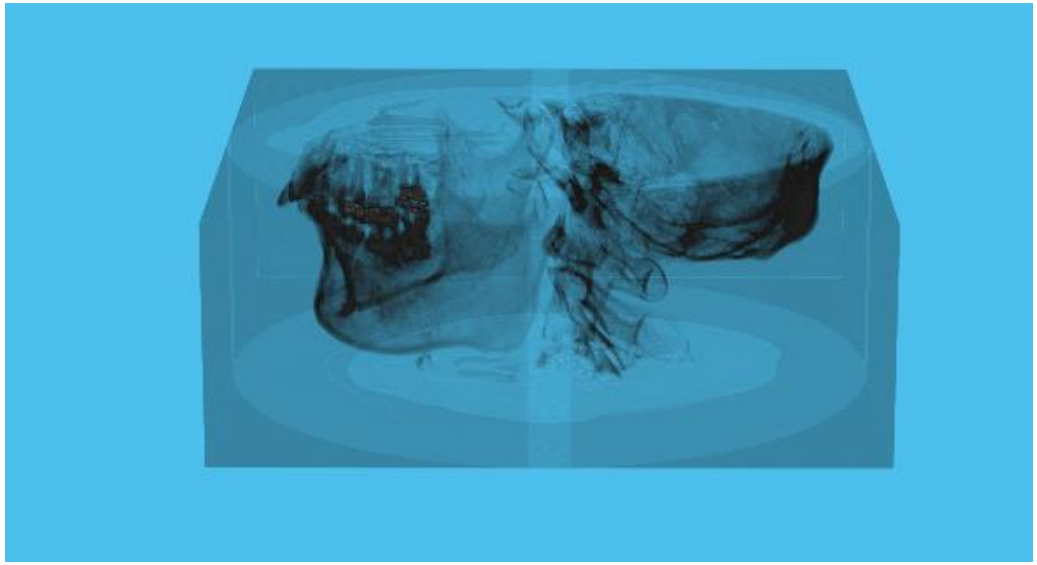
ImageJのMPR画像

DICOM診断専用ソフト ZioCube でのスライスの積み重ね



本来あるべき
積み重ね

MATLABの3-Dボリュームでのスライスの積み重ね



間違ったスライスの
積み重ね

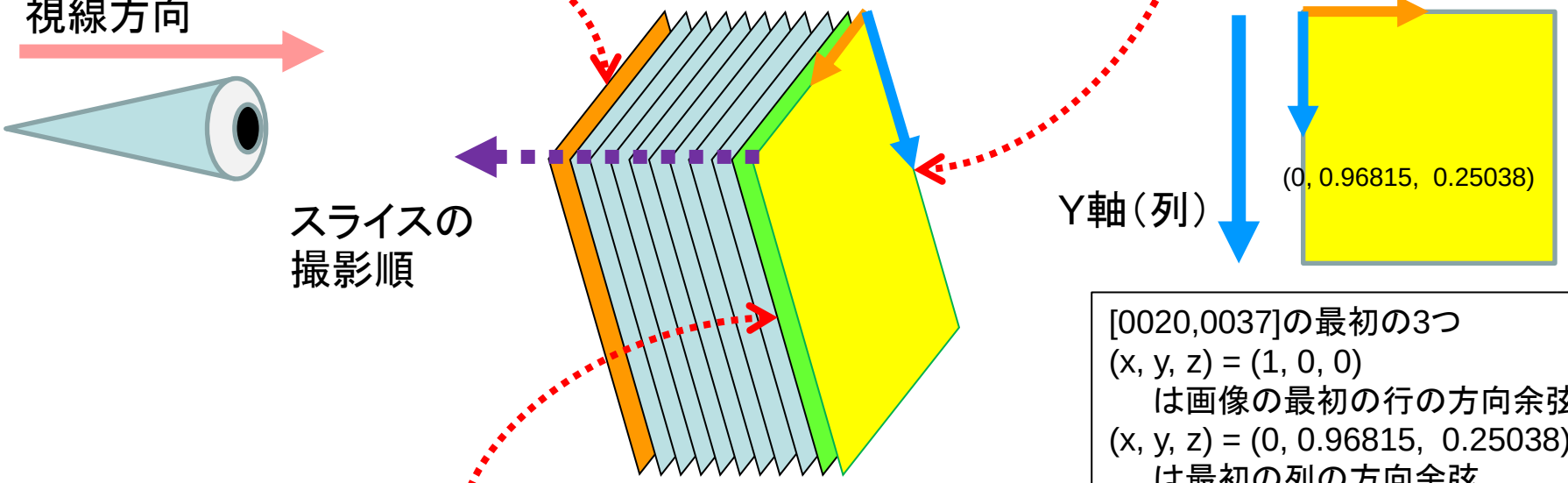
0020,0013 Image Number: 95
0020,0020 Patient Orientation: L \P \
0020,0032 Image Position (Patient): -82.0312\-85.31801\-541.0647
0020,0037 Image Orientation (Patient): 1\0\0\0\0.96815\0.25038
0020,0052 Frame of Reference UID: 1
0020,1041 Slice Location: -4.5

0020,0013 Image Number: 85
0020,0020 Patient Orientation: L \P \
0020,0032 Image Position (Patient): -82.0312\-85.31801\-536.0647
0020,0037 Image Orientation (Patient): 1\0\0\0\0.96815\0.25038
0020,0052 Frame of Reference UID: 1
0020,1041 Slice Location: +0.5

歯科診療時の
視線方向

Z軸

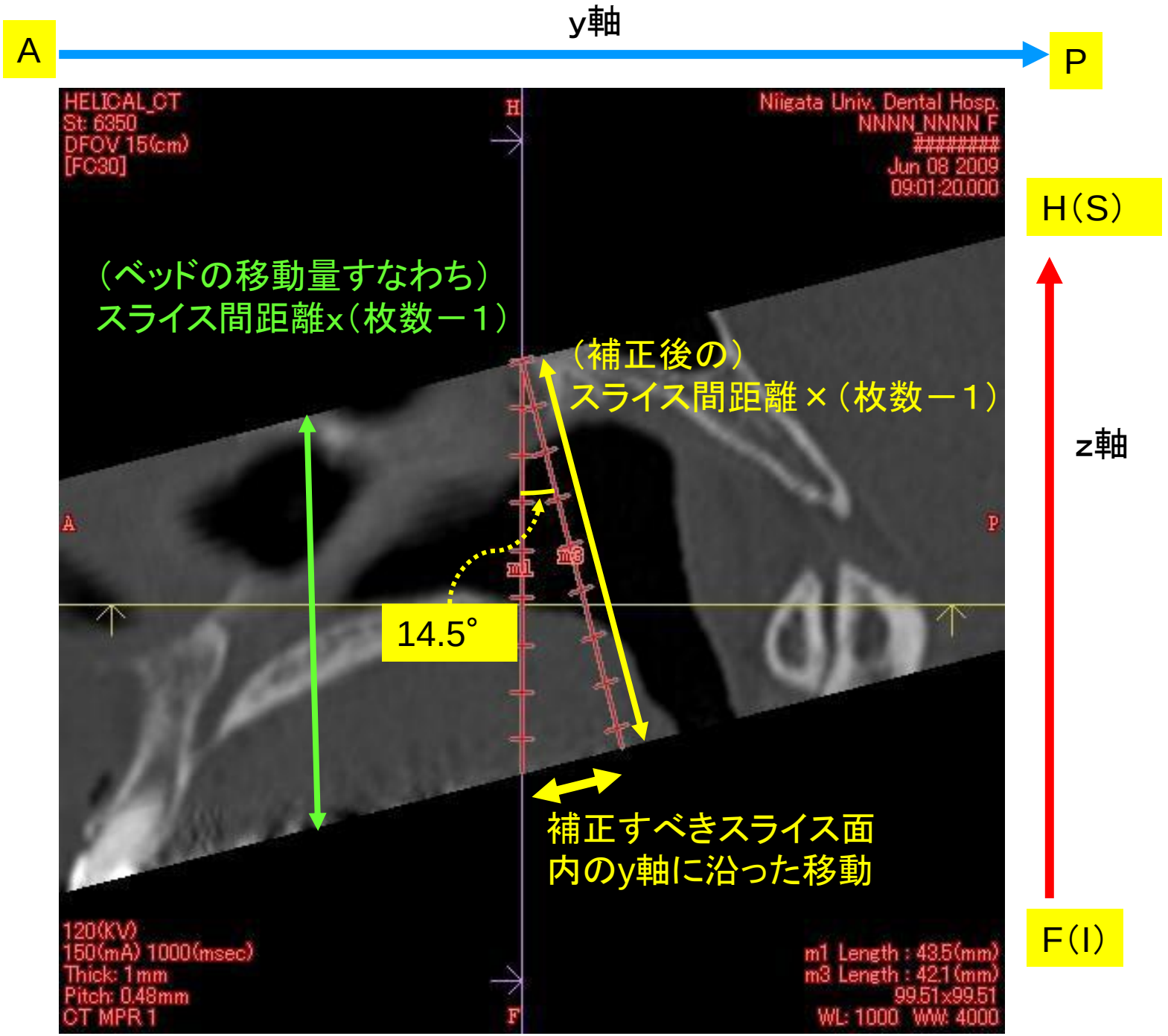
スライスの
撮影順



[0020,0037]の最初の3つ
(x, y, z) = (1, 0, 0)
　は画像の最初の行の方向余弦
(x, y, z) = (0, 0.96815, 0.25038)
　は最初の列の方向余弦

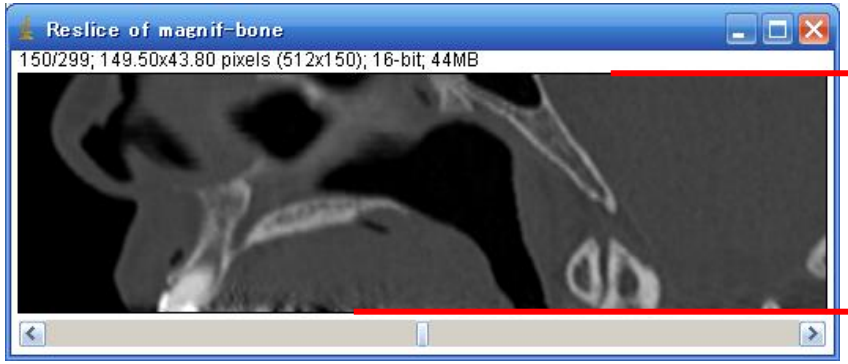
0020,0013 Image Number: 86
0020,0020 Patient Orientation: L \P \
0020,0032 Image Position (Patient): -82.0312\-85.31801\-536.5647
0020,0037 Image Orientation (Patient): 1\0\0\0\0.96815\0.25038
0020,0052 Frame of Reference UID: 1
0020,1041 Slice Location: +0.0

DICOMタグの
[0020,0032] Image Position (Patient)
[0020,0037] Image Orientation (Patient)
の値に注意！！


A
y軸
P
HELICAL_CT
St: 6350
DFOV 15(cm)
[FC30]
Niigata Univ. Dental Hosp.
NNNN NNNN F
#######
Jun 08 2009
09:01:20.000
H(S)
z軸
F(I)
（ベッドの移動量すなわち）
スライス間距離x（枚数－1）
（補正後の）
スライス間距離×（枚数－1）
14.5°
補正すべきスライス面
内のy軸に沿った移動
120(KV)
150(mA) 1000(msec)
Thick: 1mm
Pitch: 0.48mm
CT MPR 1
m1 Length : 43.5(mm)
m3 Length : 42.1(mm)
99.51x99.51
WL: 1000 WW: 4000

各種ソフトでの補正方法

- ImageJの場合
  - DICOMタグ情報を表示し、下記を控えておく。
    - [0018, 1100]Reconstruction Diameterの値
    - [0018. 1120] Gantry/Detector Tiltの絶対値
    - [0020,0037] Image Orientation (Patient)の最後の（6個目の）符号
  - Y_Shift_with_tilt_angle2.javaをプラグインとして実行し、上記を入力して補正を行う。



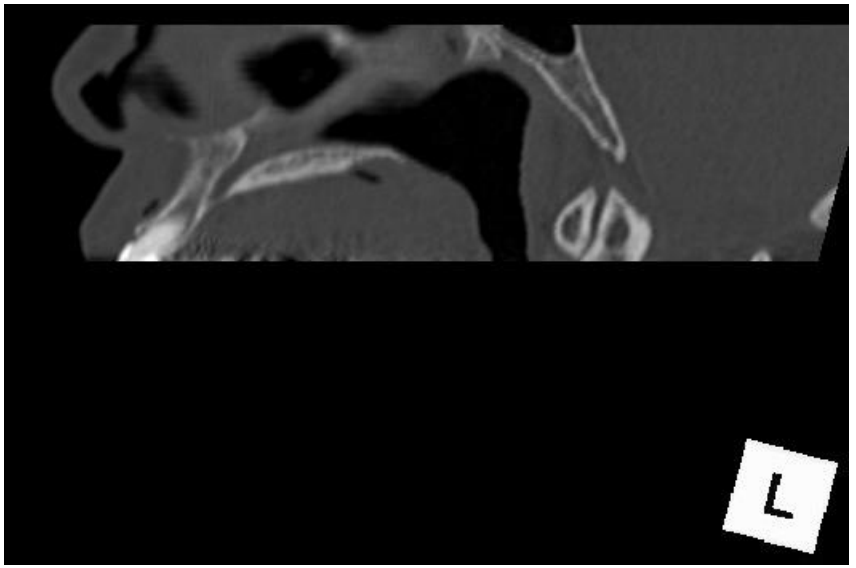
ImageJで補正前のMPR画像

自作Javaプラグインで補正後のMPR画像
解剖構造の傾斜角、MPR画像のz軸方向の長さの変化に注意！

Y_Shift_with_tilt_angle.java | ImagePlus.java | FileInfo.java | GenericDialog.java

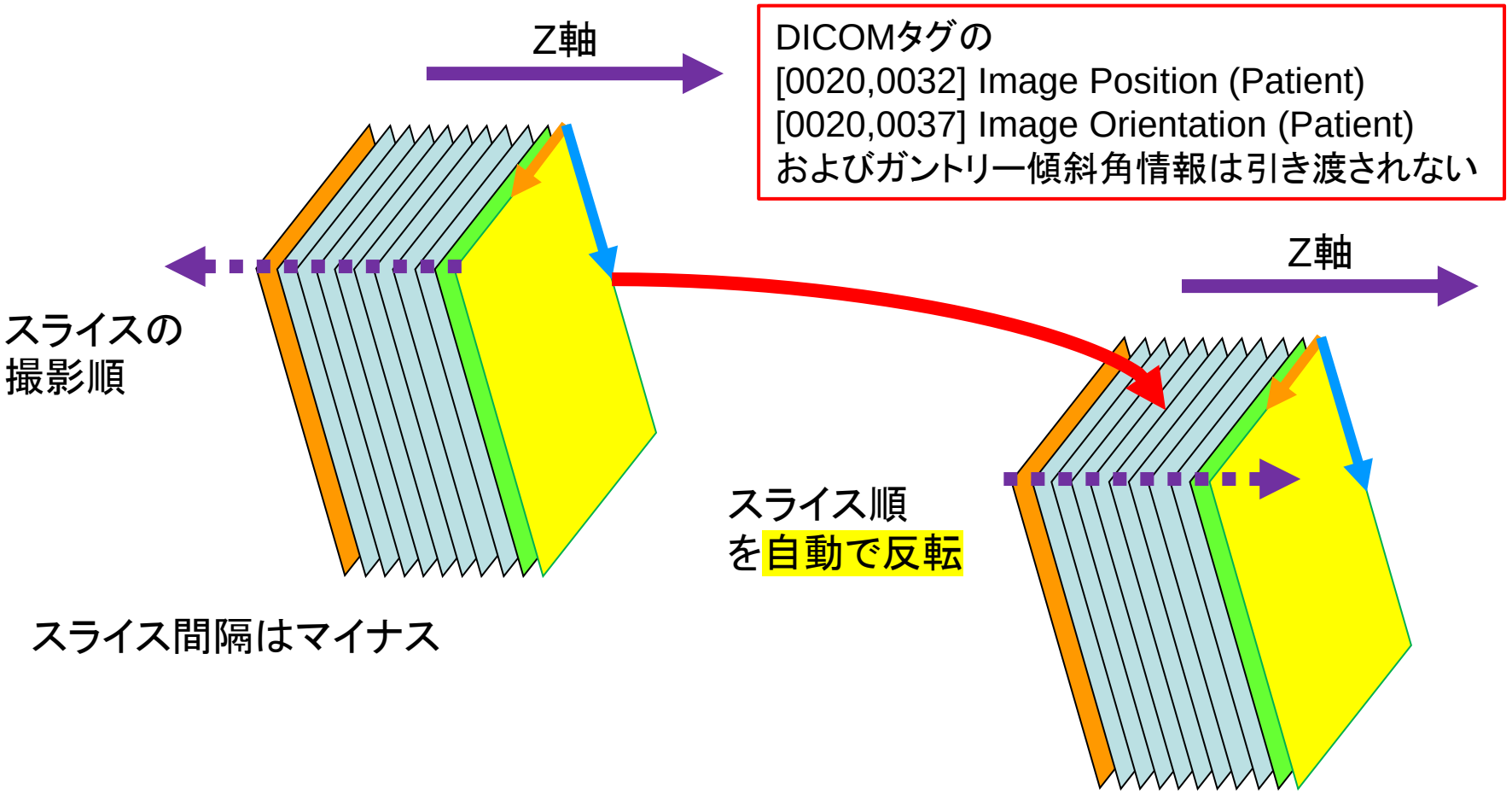
```
    }

    void shift_offset(ImageProcessor ip){
        int xx=0;
        int yy=0;
        int iw = ip.getWidth();
        int ih = ip.getHeight();
        double ofs_d = Math.sin(tiltAngle / 180.0 * Math.PI) * voxel_depth * (frame-1);
        int ofs = (int)( ofs_d / pixel_height);
        double ofs_frac = (ofs_d / pixel_height) - ofs;
        int[][] temp;
        int y_ofs;
        int val1,val2;

        temp = new int[iw][ih + Math.abs(offset)];
        if (ofs > 0) {
            for (int y = 0; y < ih; y++) {
                for (int x = 0; x < iw; x++) {
                    y_ofs = y + ofs;
                    if (y_ofs < ih) {
                        val1 = ip.getPixel(x,y);
                        if (y < (ih -1 )) {
                            val2 = ip.getPixel(x,y+1);
                            val1 = (int) (val1 * (1-ofs_frac) + val2 * ofs_frac);
                        }
                        temp[x][y_ofs]=val1;
                    }
                }
            }
        }
        else {
            for (int y = ih -1 ; y >= 0; y--) {
                for (int x = 0; x < iw; x++) {
                    y_ofs = y + ofs;
                    if (y_ofs >= 0) {
                        val1 = ip.getPixel(x,y);
                        if (y > 0) {
                            val2 = ip.getPixel(x,y-1);
                            val1 = (int) (val1 * (1-ofs_frac) + val2 * ofs_frac);
                        }
                        temp[x][y_ofs]=val1;
                    }
                }
            }
        }

        //---------------Finished Shifting, start writing-------------
        for (int y = 0; y < ih; y++) {
            for (int x = 0; x < iw; x++) {
                    ip.putPixel(x,y,temp[x][y]);
            }
        }
    }
}
```

自作Javaプラグインの一部



補正後のMPRは診断端末でのMPR画像と同じであることが確認できる。

MATLABのdicomreadVolume()での自動変換に注意！！

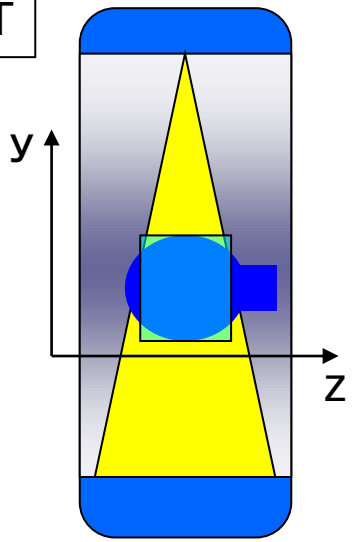


Area Detector CTの利点

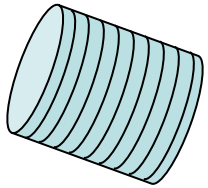
ガントリー傾斜角による補正が不要な
優れもの！！

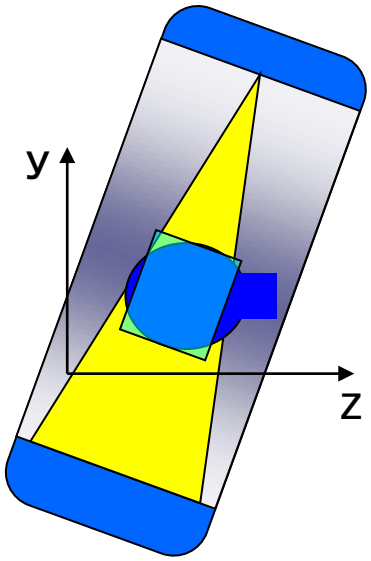
エリアディテクターCT

一回転の撮影で済む範囲であれば、患者は移動しなくていい。



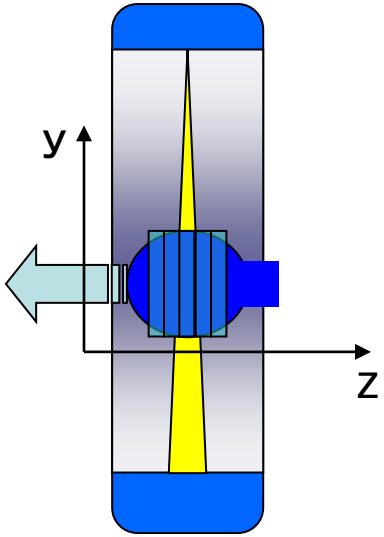
ガントリー傾斜しても、スライス間の相対的な位置関係は保たれている





従来のCT

患者は撮影範囲を満たす分だけ移動しなければならない。



ガントリー傾斜した場合、スライス間でずれが生じる。