

# 可視化不能な体内植え込み型医療機器のリアルタイム可視化装置の開発

## Real-time imaging detector to visualize the implanted medical devices

**概要** 最先端の医療であるステントなどの体内植え込み型医療機器の一部は、その構造の繊細性のため既存の透視装置で観察することができない。ステント手術時にステントをリアルタイムで可視化できないことは、安全性を担保する上では大きな問題の一つである。今回の研究では放射光を用いることで、透視装置の解像度を上げて繊細な医療機器をリアルタイムで可視化する装置を開発する。放射光線源として高エネルギー加速器研究機構(KEK)の放射光施設と産業技術総合研究所(AIST)計測フロンティア研究部門のレーザーコンプトン散乱単色X線を使用し、X線検出器として高感度カメラ(NHK, 浜松フォトニクス)を使用した。可視化不能なステントを用いて観察するとKEKの放射光では最大解像度で15 $\mu\text{m}$ の線を識別することができ、リアルタイムでステントを可視化することができた。当研究における医療機器のリアルタイム可視化は血管内手術の安全性と確実性に貢献すると思われる。

### Problems in Clinical Medicine: The limitation of the conventional X-ray system

#### 脳神経外科領域におけるステントの利点と弱点

ステントを設置してから動脈瘤を塞栓する。ステントにより人為的に仮設の血管内腔をつくる。塞栓コイルが安定してどんな動脈瘤でも塞栓できる。脳動脈瘤は手術しなくても、治療できる時代になってきた。

しかし

**ステントが操作に見えない！**  
金属構造物を極めて繊細に作っているためリアルタイムで操作が見え方が安全性・確実性は高まる。

#### 可視化不能なステント

通常のX線画像でのステントの見え方

VRD: vascular reconstruction device

VRDポジショニングマーカー  
VRDポジショニングマーカーのブローキナル部  
VRDポジショナルマーカー  
マイカコーテッドデバイスブローキナル部

ステントが見えない

上記画像の模式図

#### 血管内でステントが曲がってしまう 従来の透視装置では分からない！

CTで確認した。

ステントが曲がっている。CTにより確認できたが、操作を中断し、CTを撮らないと、この情報はわからない。

Some biomaterials, including stent, cannot be visualized using the conventional X-ray system, because of lots of scattered X-ray. There are big problems About the safety during the intervention. We could not recognize the intervention troubles immediately, if it would happen.

### The synchrotron X-rays bring high resolution and enable the visualization of the stent.

#### 放射光の特性 1)直進性 2)単色化

X線の波長は1 $\mu\text{m}$  ~ 10 $\text{nm}$   
回折限界から言えば解像度は波長の $\frac{1}{2}$ 程度

制動X線:従来型X線源

放射光:未来の線源?

入射電子の一部制動放射でX線を出す

電子線を金属などに照射してX線を発生  
日本最古のX線管球は1915年東芝製  
散乱線が多い 白色光

荷電粒子を磁場で曲げると接線方向に電磁波(光)が発生  
強い方向性(散乱線が少ない)  
単色化が容易

#### 放射光によるステント・コイルの撮影方法

高エネルギー加速器研究機構放射光科学研究施設にて施行

放射光 33keV

撮影室

被写体

高感度カメラ

カメラ:浜フォト製のHARP管を使用したNHKエンジニアリングサービス開発によるもの  
通常カメラの約200倍の感度  
リアルタイムで観察可能

#### 放射光によるステントの撮影 (33keV)

250 150 100 (μm)

80 62.5 50 40 31.25

18G針  
針を透かしてステントのストラットが見える

ステントのマーカー

これらの画像は全てリアルタイムの透視として観察できる

### How about the synchrotron X-ray in hospitals?

レーザーコンプトン散乱単色X線源を用いたステント・コイルの撮影方法

産業技術総合研究所計測フロンティア研究部門にて施行

感光板 (Fuji Film FLA-7000)

放射光

被写体

電子ビーム

レーザー

レーザーコンプトン散乱X線

小形電子リニアック

コイルの一次コイルは可視化できなかった  
しかし  
感光板1ピクセル:25 $\mu\text{m}$   
一次コイル:20~25 $\mu\text{m}$   
なので感光板の限界によって見えなかった可能性はある

コンパクト放射光線源でステント・コイルを撮影(静止画像)

ステントのストラットは可視化できた

コンパクト放射光線源のポテンシャルを示す事ができた。

### Activity in 2016 academic year.

- 放射光を用いたMicroangiography研究グループとの共同研究  
筑波技術大学、松下昌之助教授は放射光を用いた血管造影技術の開発を行っており、悪性新生物の微小肺転移巣の検出技術開発、小動物における微小腎臓組織の血管造影技術開発で実績がある。
- 放射光以外の光源を用いた生体材料可視化の可能性に関する基礎的検討  
ベンチャー企業で新たなX線線源開発を行っているベンチャー企業との共同研究の可能性を探っている。
- 類似先行研究「次世代単色X線診断・治療システム(NEDO Project #03002752-0)」の成果を取り込んだ展開を検討  
装置開発の主要メンバーであった東海大学盛教授へ当研究への協力を要請することとなった。

We are developing the laser-compton X-ray device, however its dose of photon is not enough.