

卓上型放射光を用いた  
橋梁非破壊検査の実施報告

山田 廣成

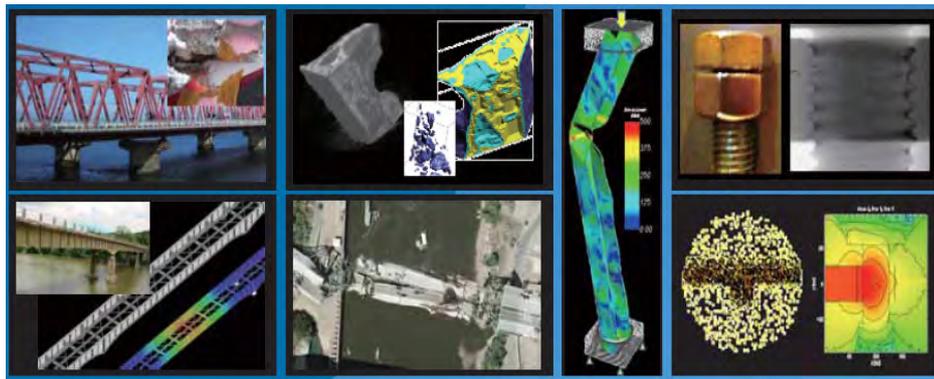
立命館大学 理工学部 電子光情報工学科

hironari@se.ritsumeai.ac.jp

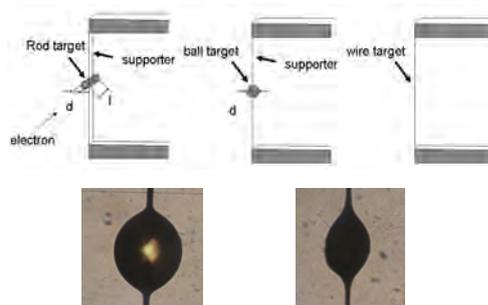
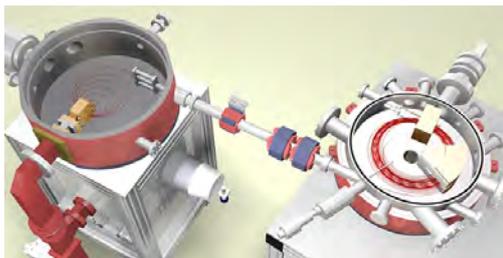
# 卓上型放射光を用いた橋梁 非破壊検査の実施報告

山田 廣成

立命館大学 理工学部 & (株)光子発生技術研究所

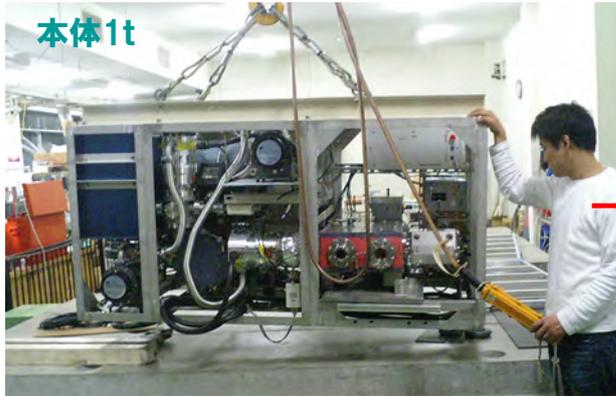


## みらくる型卓上型放射光の原理



- 焦点サイズはターゲットサイズで決まる
- X線転換効率が高い
- ミクロンオーダー解像度
- 高エネルギー電子はターゲットでストップしない。ターゲットの発熱が少ない
- 最大電子エネルギーまでのX線を発生
- 放射角は $2/\gamma$  (1MeVでは $\pi$  rad、4MeVでは $\pi/4$ rad)

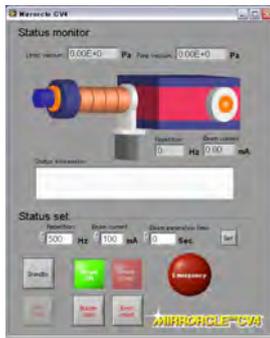
# 移動可能なまでに小型化された“みらくる”



電源コンテナ(電源・冷却・制御部)2,850 kg



トラックに積み、本体を移動  
現場でケーブルを接続し、運転

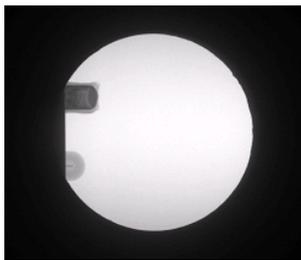


運転はPCの自動  
制御  
立ち上げ・立ち下  
げは自動化、  
インターロック  
非常停止も  
ボタン一つ

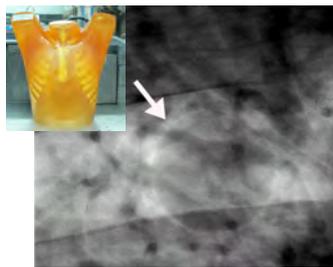


発電機  
(ディーゼル)  
1,240 kg

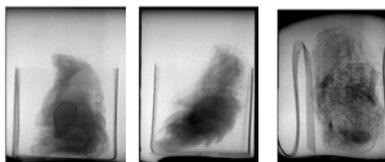
# “みらくる”で撮像した様々な写真



ユニフォームな広い視野

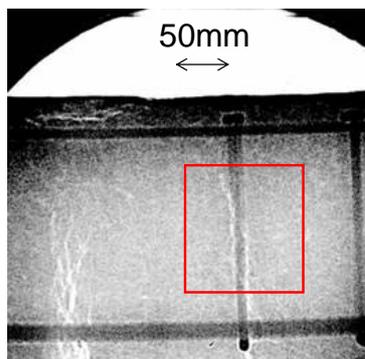


金属内の接着剤が見える

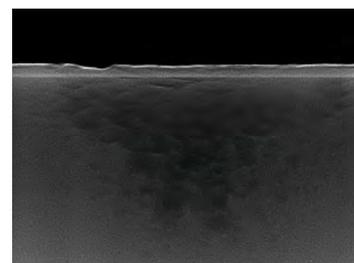


生物試料  
高い解像度

柔らかい物質から堅い物  
質まで



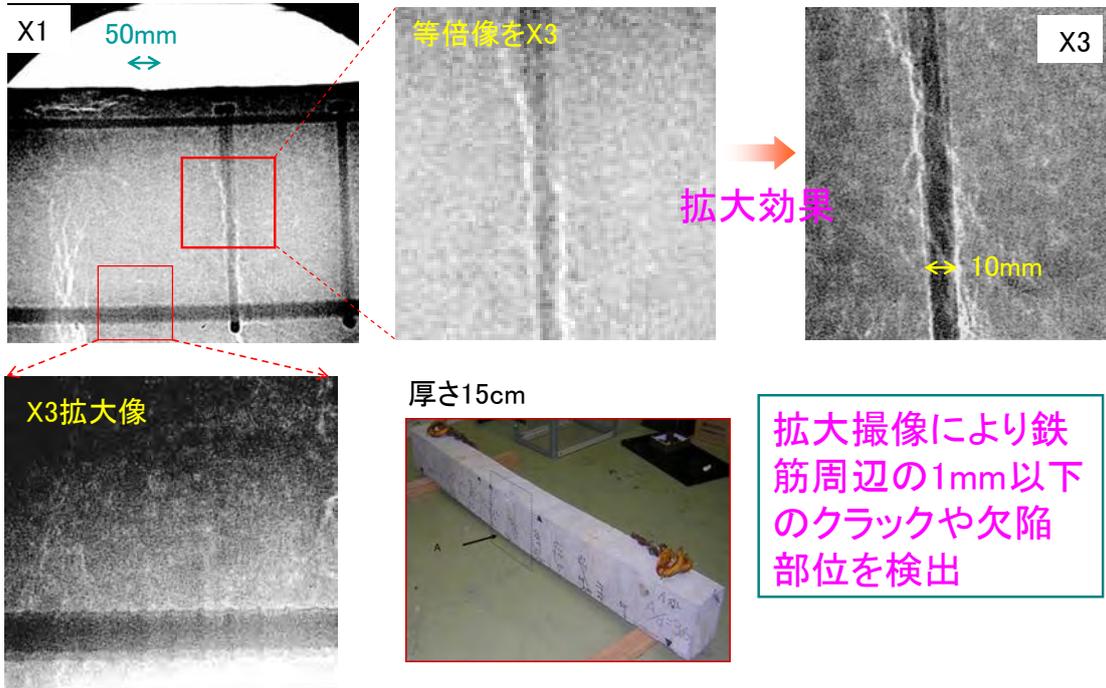
コンクリート内の亀裂



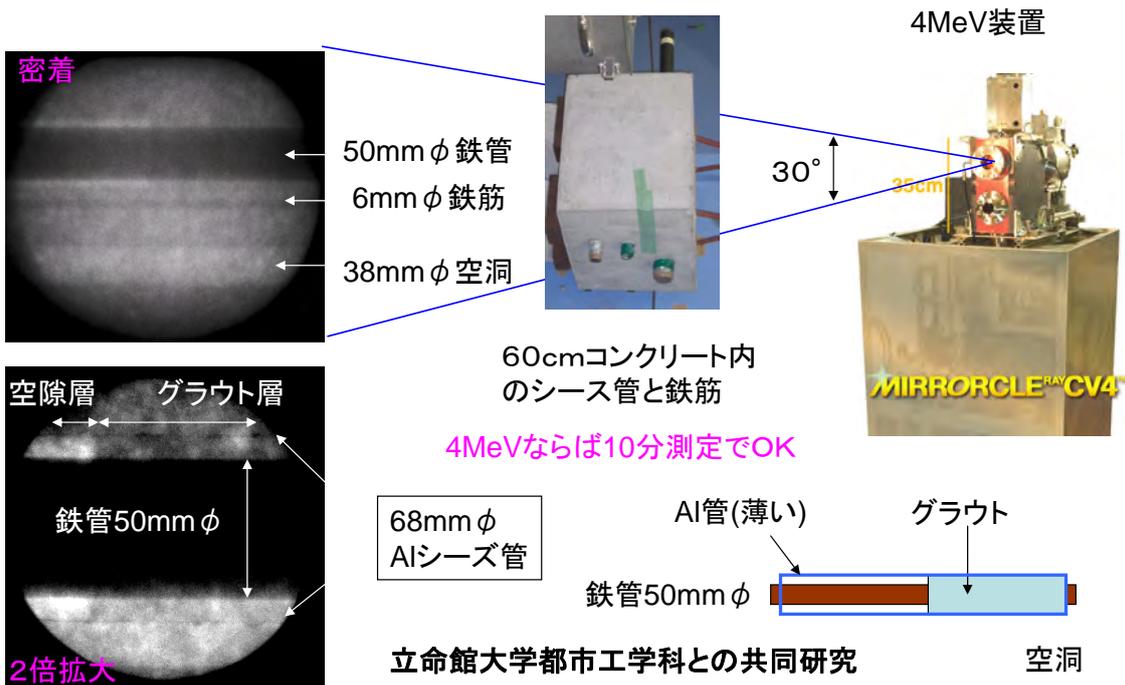
5mm厚鉄管の錆を断  
熱材を通して観察

# みらくる6X コンクリート構造物X線イメージ

鉄筋コンクリート橋梁内のひび割れが見える！



## “みらくる”で橋梁はどこまで見えるか 室内ベンチテスト



立命館大学都市工学科との共同研究

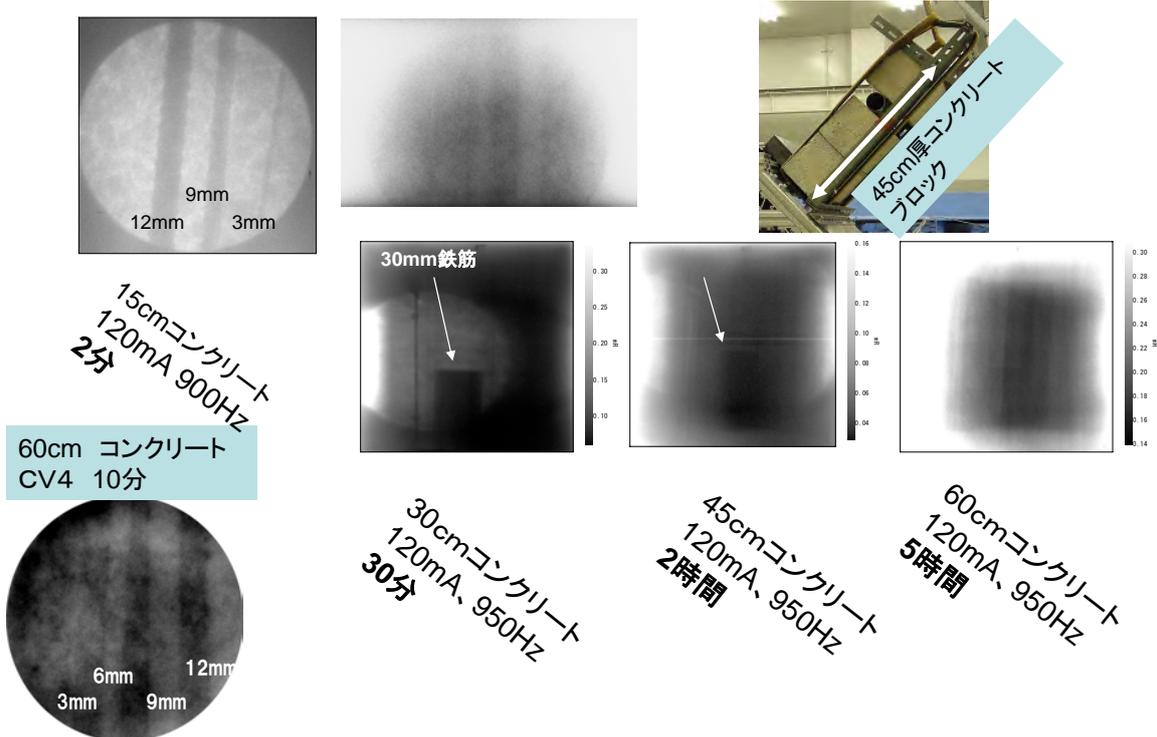
空洞

# 必要なX線エネルギー

コンクリート透過率／線吸収係数による計算  $I/I_0$  [%]

x線エネルギー	コンクリート厚 100 cm	コンクリート厚 60 cm	コンクリート厚 30 cm
6.0 MeV	0.2 %	2.4 %	15.6 %
4.0 MeV	0.06 %	1.2 %	10.9 %
3.0 MeV	0.02 %	0.6 %	7.8 %
2.0 MeV	0.003 %	0.2 %	4.3 %
1.3 MeV	2E-04 %	0.03 %	1.8 %
1.0 MeV	3E-05 %	0.01 %	1.1 %
0.8 MeV	1E-05 %	0.004 %	0.6 %
0.5 MeV	1E-07 %	4E-04 %	0.2 %

## 1 MeV装置で何処まで見られるか？

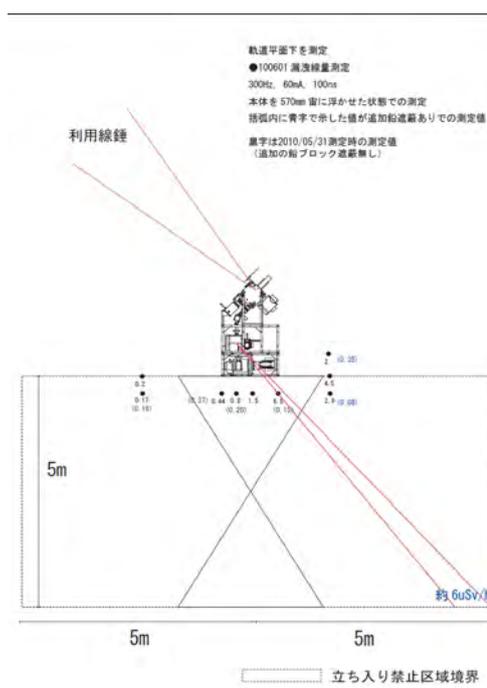


# 1MeV卓上型放射光による橋梁検査の実際

## 当日発表

## 法律と放射線安全上の問題

- 1MeV装置の場合、取り扱いにはX線管と同じであり、戸外への持ち出しは自由。
- しかしながら放射線障害防止法に則って準備
- 管理区域境界で1ヶ月100uSvであるから、6uSv/hは十分に低い。



# 橋梁検査実施上の問題点

- 必要なX線エネルギー  
60cmコンクリートの撮影は、4MeV“みらくる”で十分である。  
100cmは6MeVが適当
- 加速器の安定性  
戸外での安定したオペレーション  
湿度による高圧電源の放電  
振動による故障(フィラメント、真空装置、冷却水)
- 加速器の安全性  
高圧電源(ライナックの場合には、カソードを高圧に浮かせて使用するので危険が伴う)  
マイクロトロンのカソードはグラウンドであり危険は無い  
湿気の対策が必要
- 放射線の安全性  
半径10m以内を立ち入り禁止にする  
周囲の放射線をモニターする
- 法律上の問題  
4MeV以下のライナックのみが許可されているが、マイクロトロンはどうか？(マイクロトロンやベータトロンの方が安全)
- 交通の規制  
NEXCOとの話し合いに依れば、通行を前面閉鎖することには大きな抵抗がある。
- 橋梁が振動する問題(最大ふれ幅1mm)  
測定を短時間で行う  
振動と同期をとってパルス運転を行って計測する。

---

## 卓上放射光装置を用いた橋梁検査の 今後の課題

- 4MeV橋梁検査専用機の  
開発(2年前にJSTに補助  
金の申請をしたが採択  
されなかった)
- さらなる軽量化
- マイクロトロン移動使用  
の許可を取る(4MeVの  
移動使用は認められてい  
るが、マイクロトロンはど  
うか?)

