

# X線による建築物透過無線通信の研究

瀧川 賜恩<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 神奈川県立横須賀高等学校 2年

太田 現一郎<sup>††</sup>

<sup>††</sup> 横須賀テレコムリサーチパーク

## 1. はじめに

5G 通信ではできない、建物等の障害物を透過する無線通信の実現を研究した。通常の電波よりも波長の十分に短いものとして X 線を用いる方法を検討した。

すでに NASA が 2019 年から衛星実験を開始したとの情報もあるが、通常の通信手段として実用性を検討した。

## 2. 研究内容

### ① X 線の発生手段と変調方法の検討

X 線は透過性が高く、X 線を直接変調することは困難なので、X 線を生成する電子を変調する検討をした。

陰極線管(ブラウン管)では、微量な X 線の発生が報告されている[1]。そこで陰極線偏向管の利用を考えた。オシロスコープの電子ビームは偏向板により水平垂直に高速に偏向される。その後、電子ビームは高電圧で後段加速が行われ、蛍光膜に当たり高輝度の蛍光と微量の X 線が発生する。

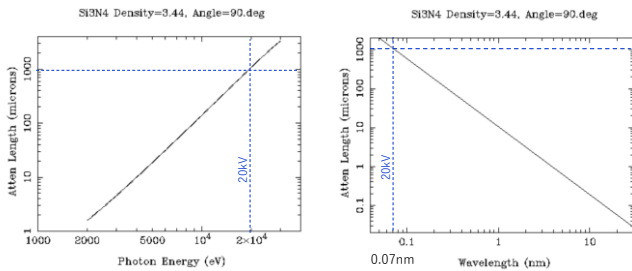


図 1 加速電圧に対する X 線波長と透過率(Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>)

実用とするシステムでは、蛍光膜は不要であり、内部に金属板を傾斜して配置し、照射した電子ビームにより反射方向に X 線が飛び出す。変調は電子ビームを偏向板で金属板への照射を制御することで ON-OFF キーイングとする。(図 2)

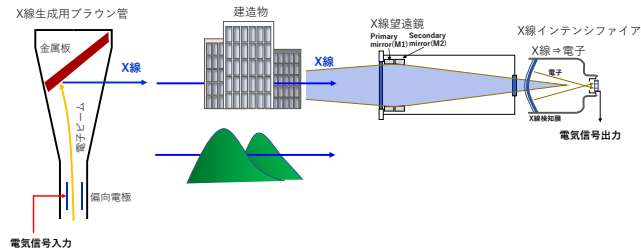


図 2 陰極線偏向管型 X 線生成とシステム図

### ② X 線を用いた無線通信としての回線設計

加速電圧 160kV、偏向感度 3V/div、偏向帯域 100MHz の測定用ブラウン管を想定した場合の通信システムの回線設計を行った。

• X 線波長(加速電圧 160kV):

$$\lambda = \frac{hc}{E(\lambda)} = \frac{6.626 \times 10^{-34} \times 2.9989 \times 10^8}{160 \times 10^3 \times 1.602 \times 10^{-19}} = 7.753 \times 10^{-12} [m]$$

•  $\lambda = 0.078 \text{ \AA}$  の X 線の 1m 厚コンクリート透過率  $\alpha : 10^{-14}$

• X 線受信装置に  $10^3$  個/1bit (伝送速度 100bps) 以上の X 線 photon の到達に必要なブラウン管電流:

(ブラウン管電流の X 線変換率  $\beta : 0.01$  とする)

$$I = \frac{n \cdot (\text{data-rate}) \cdot \text{coulomb}}{\alpha \times \beta} = \frac{100 \times 10^2 \times 1.602 \times 10^{-19}}{10^{-2} \times 10^{-14}} = 1.602 \times 10^1 [A]$$

• 受信側に X 線レンズ(X 線望遠鏡:倍率 100)と X 線インテンスファイア(増倍度 1,000)を用い、伝送速度は 10kbps を確保し、送信側 X 線量を人体防護域とした。

### 3. X 線変調を確認する通信実験

ブラウン管の偏向機能を用い、蛍光をフォトランジスタで受信、X 線を模した通信を行い可能性を確認した。

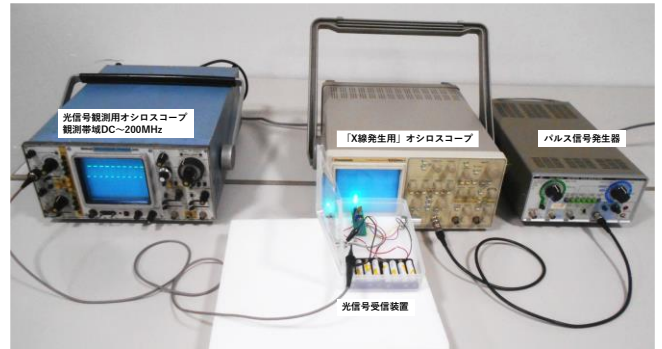


図 3 オシロスコープによる偏向変調と光信号受信実験

## 4. 結論

建造物等による無線通信の遮断を、X 線を用いて打開する方法を検討した。コンクリートの総厚さ 1m、X 線管電圧 160kV、管電流 1.6A、X 線望遠鏡、X 線インテンスファイアを用いた場合に 10kbps の無線通信が可能。X 線変調機能を、ブラウン管の偏向機能で確認した。

5. 謝辞 研究に際し教諭片桐先生、鈴木雄大先生、および委嘱講師の横須賀テレコムリサーチパークの太田現一郎博士のご指導に感謝します。本件は文部科学省 Super Science Highschool 認定校として行われました。

## 参考文献

[1] 林, “テレビジョン受像機の漏洩 X 線,” テレビジョン, 1969 年  
 [2] 太田, 樋口, “300MHz オシロスコープ,” National Technical Report, 1980  
 [3] 尾嶋, “軟 X 線の特徴,” 東京大学, 量子科学技術委員会, 2017  
 [4]. [https://www.matsusuda.co.jp/support/faq/xm\\_xins/x-ray\\_voltage.html](https://www.matsusuda.co.jp/support/faq/xm_xins/x-ray_voltage.html)