

# 加速器の超コンパクト化技術

田中博文\*

Ultra-compact Palm-sized Accelerator

Hirofumi Tanaka

## 要旨

電子やイオンを高エネルギーまで加速する加速器の産業・医療利用を拡大させるためには、加速器をコンパクト化する必要がある。三菱電機は、本体外径が約15cmで電子を990keV(キロエレクトロンボルト)まで加速できる手のひらサイズの電子加速器「ラップトップ加速器」の原理実証用試作機を開発した。サイクロトロン加速とシンクロトロン加速を混成した独自のハイブリッド加速手法を用いることで、コンパクト化を実現することができた。従来の同じエネルギーまで加速できる加速器<sup>(注1)</sup>と比較して大きさ

(注1) 加速電界の周波数が約3GHzの線形加速器

が約1/8であり、実用化した場合の機器への組み込みや持ち運びが簡便になる。また、X線の発生点のサイズが従来の約1/10の10 $\mu$ mと小さいので、高精細な透視画像が撮影できるポテンシャルを持ち、X線の非破壊検査や、X線診断用の光源として期待される。特に従来のX線管球では難しい、300keV以上のX線をコンパクトな装置で発生できるという特長によって、新たな利用分野を拓く可能性がある。今後、大出力化・高信頼化技術確立し、産業・医療利用のX線光源として実用化を目指していく。

$$P(\text{運動量}) = e \times B(\text{磁場}) \times R(\text{半径})$$



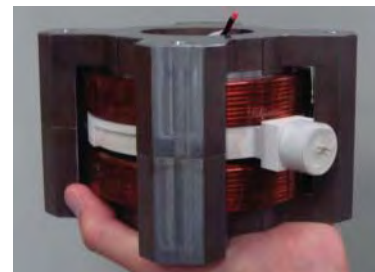
$$\frac{dP}{dt} = eR \frac{dB}{dt} + eB \frac{dR}{dt}$$

運動量増加 偏向磁場増加 偏向半径増加

変化させる変数	加速器の種類
偏向磁場	シンクロトロン
偏向半径	サイクロトロン
偏向磁場と半径	ラップトップ加速器

小型で比較的大電流ビームの加速が可能

ハイブリッド加速手法



加速粒子	電子
加速エネルギー	990keV
加速繰り返し	1kHz
周回電流(パルス)	5A
X線の光源サイズ	10 $\mu$ m
加速器本体寸法	(横)15cm×(奥行き)13cm×(高さ)10cm

ラップトップ加速器

## ハイブリッド加速手法とラップトップ加速器

円形加速器では、エネルギーに関係する量である運動量は偏向磁場と偏向半径の積で表せる。従来の加速器では偏向磁場が偏向半径のどちらか一方のみを変化させていたが、当社独自のハイブリッド加速手法では両方を変化させる。この加速手法を用いたラップトップ加速器は、電子ビームの高エネルギー(990keV)加速を手のひらサイズで実現した。