

量子メス用レーザー駆動イオン加速型入射器の開発

Development of Ion injector with laser-driven ion acceleration

量研 関西研¹, 九大院², 量研 放医研³ °榊 泰直^{1,2}, (DC)宮武 立彦^{1,2},
(M1)竹本 伊吹^{1,2}, 小島 完興², 近藤 康太郎², 西内 満美子², チン タンフン², 錦野 将元²,
渡辺 幸信¹, 岩田 佳之³, 白井 敏之³, 神門 正城², 近藤 公伯²
QST KPSI¹, Kyushu Univ.², QST NIRS³, °Hironao Sakaki^{1,2}, Tatsuhiko Miyatake^{1,2},
Ibuki Takemoto^{1,2}, Sadaoki Kojima², Kotaro Kondo², Mamiko Nishiuchi², Thanh-Hung Dinh²,
Masaharu Nishikino², Yukinobu Watanabe¹, Yoshiyuki Iwata³, Toshiyuki Shirai³, Masaki Kando²,
Kiminori Kondo²

E-mail: sakaki.hironao@qst.go.jp

重粒子線治療は、シンクロトロンにて炭素イオンを最大 400MeV/核子まで加速し、がん患部に照射することで患部を切除せず低侵襲で治療する先進医療である。しかし、巨大な施設サイズ、高額な装置費用、多額な運用費用などの面が治療費に反映され高額となり、世界的にも 14 施設しか普及していない。そこで量研では、現状の課題を克服し「量子メス」^[1]と呼ぶ高度化・超小型化された次世代の重粒子線治療装置の実現を目指している。

現行の高周波加速型入射器の小型化に限界をもたらせているのが、共振空洞と呼ばれる高周波加速電場生成部である。共振空洞には駆動周波数で決定される放電限界電位（キルパトリック則）^[2]が存在するために、放電回避のために MeV/m 程度の加速電場勾配しか利用できない。このため、治療用シンクロトロンに必要な炭素 4MeV/核子の共振空洞型入射器（ビーム輸送系含）は 15m の長さになり、原理的にこのサイズより小型化することが難しい。量子メスは超伝導技術を用いてシンクロトロンの直径を現行の 20m から、1/2 以下の 8m まで小型化される。もちろん、入射器も同等の小型化が求められ、新たな粒子加速技術にて入射器の小型化の限界を超えねばならない。そこで、量研関西研が有するレーザー駆動イオン加速技術^{[3] [4]}にて炭素イオン入射器の小型化に挑戦することになった。今回、本技術を医療への実用化という高い基準を設定し考えられる様々な課題を洗い出して開発テーマとすることで、高強度レーザーによる高純度な炭素イオンの安定的な加速の実証を進めている。本発表では、プロジェクトの現状とプロジェクトを遂行するにあたり必要なビームパラメータやその診断などを報告する予定である。

本発表の内容は、JST 未来社会創造事業 JPMJMI17A1 の支援を受け実施している。

[1] Koji Noda, 10th Int. Particle Accelerator Conf., 3391 (2019).

[2] W. D. KILPATRICK, Review of Scientific Inst. 28, 824 (1957).

[3] S. Hatchett, et al., Phys. Plasmas 7, 2076 (2000).

[4] M. Nishiuchi et al., Phys. Rev. Research 2, 033081 (2020).