

Wed. Sep 7, 2016

Room A

Planning Lecture (Free Entry) | Special Lecture | Special Lecture

[PL1A01] Current status of the heavy ion
radiotherapy in Kyushu

Chair: Kenji Ishibashi (Kyushu Univ.)

10:30 AM - 12:00 PM Room A (Kumume City Plaza - The Grand
Hall)

[PL1A0101] Current status of the heavy ion therapy
equipment and future

*Mitsutaka Kanazawa¹ (1.SAGA-HIMAT)

[PL1A0102] Heavy ion therapy

*Yoshiyuki Shioyama¹ (1.SAGA-HIMAT)

Planning Lecture (Free Entry) | Special Lecture | Special Lecture

[PL1A01] Current status of the heavy ion radiotherapy in Kyushu

Chair: Kenji Ishibashi (Kyushu Univ.)

Wed. Sep 7, 2016 10:30 AM - 12:00 PM Room A (Kumume City Plaza - The Grand Hall)

[PL1A0101] Current status of the heavy ion therapy equipment and future

*Mitsutaka Kanazawa¹ (1.SAGA-HIMAT)

[PL1A0102] Heavy ion therapy

*Yoshiyuki Shioyama¹ (1.SAGA-HIMAT)

特別講演

(1) 重粒子線がん治療装置の現状と今後

(1) Current Status of the Heavy Ion Therapy Equipment and Future

*金澤 光隆¹¹九州国際重粒子線がん治療センター

放射線医学総合研究所で1994年に始まった炭素イオンビームを使った重粒子線治療は日本全体では1万5千名以上の患者治療に使われて、その高い治療成績及び良好なQOL(Quality of Life)が示されつつある。この様に多くの患者治療をこなすためには、その加速器技術の進歩が必要不可欠であった。

キーワード：重粒子線治療， 加速器，

1. 緒言

粒子線治療の提案は1946年にR.Wilsonによってなされ、重粒子線による実際の治療はアメリカ・ローレンス・バークレイ国立研究所で治療研究がなされたのが最初です。このときは物理実験用に建設された加速器を使ったものでしたが、治療専用の加速器を作る計画が1894年に“対癌10か年総合戦略”の一つのプロジェクトとして日本でスタートし、炭素イオンビームを使ったがん治療が1994年にスタートしました。この成果に基づいて今では炭素専用の治療施設が国内で3施設が稼働しており、2か所で現在建設中です。本公演では現在使われている装置を紹介するとともに、これまでの技術の発展について紹介します。

2. 加速器構成要素の発展**2-1. イオン源**

HIMAC 建設がスタートした時にはPIG イオン源が採用されたが、その後メンテナンスがはるかに楽なECR イオン源がビーム強度向上とともに利用されるようになった。最近では、永久磁石のみを使ったECR イオン源が使われ、システムがコンパクトになっている。

2-2. 線形加速器

イオン源からのビームを加速するためにRFQ リニアックが使われ、コッククロフトの様な高圧部分が不要になった。その後段の線形加速器はアルバレ型から最近ではIH型が使われて、小型化が実現している。

2-3. シンクロトロン

シンクロトロンではそこで使われている要素技術の進歩の寄与が大きい。電源に関してはサイリスタ電源からIGBTを使った電源を使うことで、マグナットの結線の対称化も寄与して精度が向上している。又、高周波加速装置ではデジタルシンセサイザーの利用によりビームフィードバックが不必要になりシステムの簡素化とともに運転の安定化が実現している。さらに最近の加速空洞では無同調型をトランジスターで駆動するだけで良くなり、HIMAC 以前と比較すれば隔世の感がある。又、HIMAC で実用化されたRF ノックアウト取り出しも、呼吸同期照射に必要なビーム制御を容易にし、スキヤニング照射実現の基礎になっている。

2-4. ビーム輸送系

高エネルギービーム輸送系ではその運転に仕方に進歩がある。HIMAC の時には電磁石類は常時励磁していた。それが最近では治療照射に必要な時のみビーム加速を行い無駄な放射化を防ぐとともに、ビーム運転の時のみ電磁石を励磁して省電力化を図っている。このビーム運転の時のみ電磁石を励磁する方式は将来シンクロトロンにも適用が予定されて、さらなる省電力化が計画されている。

3. 結論

70年前に提案された重粒子線治療が、現在、民間ベースでの運営ができるところまで到達した。今後よ

り一般的な治療法として利用してもらえるように更に研究開発が進められている。

*Mitsutaka Kanazawa¹

¹Ion Beam Therapy Center, SAGA-HIMAT Foundation.

特別講演

(2) 重粒子線がん治療：臨床研究の現状と今後

(2) Heavy ion therapy: Current status of the clinical study and future

*塩山 善之¹¹九州国際重粒子線がん治療センター

重粒子線治療は高い線量集中性と強い抗腫瘍効果を兼ね備えた放射線治療である。これまで臨床研究の成果によって各種の限局性固形がんに対する有効性・安全性が示され、一部疾患には保険適応となった。臨床的エビデンスをより強固にするために、多施設臨床研究が開始されている。

キーワード：重粒子線がん治療 1, 臨床研究 2, 臨床試験 3

1. 緒言

重粒子線治療は線量集中性の高さと強い抗腫瘍効果を兼ね備えている。放射線生物学的にも寡分割照射に適した性質があり、治療の短期化および有害事象の低減にも有用である。主に先進医療として実施されているが、平成 28 年 4 月より骨軟部腫瘍に対しては保険適応となった。現在、精力的に多施設臨床研究が展開されている。本講演ではこれまでの臨床研究、現在展開されている多施設共同研究について紹介する。

2. 臨床研究**2-1. 国内の治療実績**

国内の重粒子線治療患者数は年間 2000 名を超え、累積症例数は既に約 15000 名に達している。疾患別では前立腺癌が最も多く、次いで、頭頸部腫瘍（主に腺癌系腫瘍や悪性黒色腫）、骨軟部腫瘍、肺癌、肝臓癌でありこれらで全体の約 70% を占める。その他、直腸癌術後再発、膵臓癌なども近年増加傾向にある。

2-2. 過去の臨床研究

放射線総合研究所において様々な固形がんに対して線量増加試験（第 I 相試験）による至適線量および分割法が決定され、決定された線量分割法を用いた第 II 相試験においても有効性および安全性が示されている。群馬大学、当センターにおいても同様の治療法を用いた追試を行い、その結果が再現されつつある。

2-3. 多施設後向き観察研究

臨床研究は施設数の関係からこれまでは施設単位が主であった。しかし、その有効性・安全性を裏付けるには多施設データの検証が必要であり多施設共同研究が展開されている。既に、多施設後向き観察研究を実施し、多施設データによっても各臓器がんに対して有効かつ安全であることが示された。

2-4. 多施設臨床試験・前向き観察研究

重粒子線治療の臨床的有用性を既存治療との比較を含めて更に強固に示すため、近々、肺癌、肺癌、膵臓癌に対する多施設臨床試験が開始される。また今後、前向き観察研究として全症例の中央登録が行われる。

3. 結論

重粒子線治療はがん放射線治療を更に発展されるために重要な治療である。技術開発とともに臨床研究を通じて臨床的有用性を明確に示していき、その地位を確固たるものにしなければならない。

参考文献

[1] Kamada T, Tsujii H, Blakely EA, et al. Carbon ion radiotherapy in Japan: an assessment of 20 years of clinical experience. *Lancet Oncol.* 2015;16(2):e93-e100.

*Yoshiyuki Shioyama¹

¹Ion Beam Therapy Center, SAGA-HIMAT Foundation.