

## 法人化後2年を経過した陽子線医学利用研究センターにおける教育、研究、社会貢献の現状と将来の展望

徳植公一

人間総合科学研究科助教授 陽子線医学利用研究センター

陽子線医学利用研究センターは、10年の  
時限立法措置により1980年に粒子線医  
学センターという名称で発足し、以後10  
年ごとに更新されて今日に至っている。その  
目的は、陽子線治療の技術的開発とその臨  
床応用である。陽子線は体内を一定の距離  
進むと止まるがその直前に大きなエネル  
ギーを周囲に付与する特性を持っているこ  
とから、理論的にX線に比べて放射線をよ  
り病巣に集中させることができる。この高  
い放射線集中性を医学的に利用するために、  
呼吸によって動く臓器において呼吸に合わ  
せて照射する呼吸同期照射をはじめ様々な  
技術的開発がなされて、肝細胞癌、肺癌な  
どの各種の臓器のがんの治療が始められた。  
当初は、陽子線を高速に加速するために必  
要な加速器として、高エネルギー加速器研  
究機構のブースターシンクロトロンから発  
生する陽子線を使用した。研究所のビー  
ムを借りていたためにビームの使用期間、

使用時間に制限が生じたため、医学上最適  
と思われるスケジュールを採用することは  
困難であった。

そのようなことから、患者を治療する専  
用施設が必要であり、陽子線治療新施設は  
この目的で建設された。その主な構成要素  
は、陽子線を光速の約60%まで加速できる  
シンクロトロンとそのビームを任意の方向  
から照射するための2基の回転ガントリー  
からなる大掛かりなものである。病院に隣  
接しているために、患者移送の問題がなく  
なり、治療専用機であるため、患者の必要  
に応じたビーム時間の設定が可能となった。  
ビーム試験を繰り返した後に、2001年9  
月から臨床試験が始まった。2002年度より治  
療患者数は年間200人を超え、治療機器の  
稼働率は年間99%と実用機として活用可  
能なレベルとなり、実質的には臨床試験と  
いうより一般治療の一環となっている。こ  
の治療装置は、筑波大学での治療実績が評

価されたために、米国の代表的ながん病院であるテキサス大学MDアンダーソン病院にも採用され、本年の秋より稼動する予定である。

陽子線治療に関わる教育は、医学系教員と医学物理を専攻する物理系教員の両者が綿密な協力関係のもとに行っている。放射線治療は、がんを切らずに、もともとの臓器の形態と機能を温存しながら、しかも生活の質を維持しつつ治しうる患者の体に傷をつけない優しい治療法であり、陽子線治療は、この放射線治療の一つである。この治療法の理解を助けるために、卒前教育としては医学生に対して腫瘍学の中における放射線治療の位置付け、放射線治療の適応、当大学の目玉である陽子線治療の位置付けについて学べるカリキュラムを作っている。卒後研修では様々な疾患における放射線治療の適応を判断でき、X線、陽子線の治療計画を自らできることを目標にしている。陽子線治療は線量集中度が高いために、従来のX線治療以上に治癒率の向上が期待できるものであるが、実際の治療には臨床的知識だけでなく医学物理の知識が治療法の選択、治療計画を行う段階で必要である。当センターの特徴は物理系教員が常に現場に関わっていることであり、彼らの協力のもとに治療計画がなされている。その医学物理の専門家養成のための教育も適宜行わ

れているが、現時点では定期的に学生が応募してくる状況にはなっていない。興味ある学生がくることを期待している。

研究面では、臨床研究、技術的開発研究を押し進めている。臨床研究では、肝細胞癌、肺癌、膀胱癌、前立腺癌、食道癌、頭頸部腫瘍、脳腫瘍においてプロトコールあるいは科内での一定のスケジュールのもとで治療を進めている。肝細胞癌については、旧施設の成績を消化器内科と共同で集大成させ、それに付随して、肝細胞癌の様々な病態における臨床データを出版することができた。また、膀胱癌では泌尿器科と共同で膀胱温存療法についての成績、肺癌、頭頸部腫瘍、子宮頸癌の成績も論文化した。医学物理研究では呼吸同期システムの開発を中心に進めてきた。現在コンピュータ技術の進歩のもとにX線治療の分野では強度変調照射というX線治療の最適化が一部の施設で進められている。陽子線治療の分野でも同様の方法論で陽子線治療の最適化がこの分野でのトピックスになっている。筑波大学の特徴は肝細胞癌、肺癌などの呼吸性移動を伴う腫瘍に対する呼吸同期照射にあるので、線量分布の更なる改善を目的として、呼吸同期照射が可能な強度変調照射の研究を進めている。ほとんどの時間が日常診療に割かれているために、限られた時間の中で効率よく進めることが研究面での

課題でもある。

社会貢献の主たる部分は患者の治療である。現在、陽子線治療に最後の望みをかけて全国から多くの患者が集まってくるため、スケジュール化した治療だけでなく、このような患者に対しても積極的に治療を進めることによって社会的に利益を還元してきた。毎日の治療を担う放射線技師の人員は3人と他の日本における陽子線治療施設と比べても極端に少なく、この人員で2つの治療室に加えて治療計画用CTを動かしている。このように病休も取りにくい状況のなかで、全職員のボランティア的考えに支えられて組織を維持しているというのが実情である。物理系教員が中心となって治療装置を安全に維持し、稼働率を上げ、その品質管理を行うとともに、これを定型化することに取り組んでいるが、人員の不足がこの安全管理、品質管理の限界となっている。更に、近年、人員削減の波が陽子線医学利用研究センターまで及んできており、対応に苦慮している。人員の適正配置という観点から本施設を見直してもらいたいと言うのが職員全体の希望である。

陽子線治療の競合治療として炭素線治療がある。これには陽子線治療以上に大掛かりな設備を必要とする。この特徴は陽子線治療と同様の高い線量集中性に加えて高い生物学的効果を持つことである。放射線治

療の歴史は線量集中性の改善の歴史であり、これにより治療成績の向上がもたらされてきており、陽子線治療もこの延長線上にある。一方、生物学的効果の増強は抗腫瘍効果を上げる一方で正常組織に対する損傷も増強するため、正常組織の損傷に優るだけの抗腫瘍効果が得られるか、すなわち炭素線治療が陽子線治療を越えるものであるかは不確実である。このような背景から、まず陽子線治療の立場を確立すべきであり、陽子線治療がある唯一の大学施設として陽子線治療の適応の拡大、次世代陽子線治療機の開発、陽子線の生物学的研究など信頼性の高いデータを出す必要がある。高度先進医療が近い将来に始まろうとしている。これが始まると陽子線治療に高額な自己負担が生じるとともに、医療の提供者側にその額に見合った治療が求められる。このように陽子線医学利用研究センターは厳しい状況に置かれており、多くの関係者の協力をこの場を借りてお願いしたい。  
(とくえ こういち/放射線腫瘍学)