

### 重粒子線を使った放射線治療で がんを始めとする難病を克服

群馬大大学院 医学系研究科 中野隆史<sup>たかし</sup>研究室

30年以上にわたって日本人の死亡率第1位を占めるがん。外科手術、抗がん剤治療が主流とされる中、がんの臓器温存治療法として注目を集めているのが、炭素やネオンなどの重粒子という放射線を使った治療法である。日本の重粒子線がん治療は世界でトップを走っており、群馬大の中野隆史教授はその第一人者として知られる。日本初・世界初の治療技術を次々と開発し、抜群の行動力で群馬大に重粒子線治療施設を誘致した中野教授に、研究の現状と未来を聞いた。

#### フローチャートで分かる中野隆史研究室

##### 大学院生の 主な出身分野

医学

医学物理

生物学

など

◎大学院生のほとんどが医学部出身だが、治療機器を開発するため、医学の知識を持った理工学の専門家と協同で研究を行うことも多い。イエメンやモンゴル、中国、タイなど、医学部出身の留学生もいる。

##### 研究にかかわる 学問分野と研究内容

放射線  
生物学

腫瘍  
病理学

腫瘍放射線学

画像  
診断学

医学  
物理学

◎腫瘍放射線学は、外科腫瘍学、内科腫瘍学と並ぶ臨床腫瘍学の1分野。放射線の性質や治療装置の基礎知識、腫瘍や正常組織に対する放射線の影響、腫瘍の種類に応じた治療法を選択できる知識などが求められる。近接領域には放射線生物学、腫瘍病理学、画像診断学、医学物理学などがある。

##### 研究成果と 社会のかかわり

難病の治療

病理の解明

新産業の創出

など

◎がんを始めとする難病の治療や病気の原因・過程の解明など医療の進歩にかかわるだけでなく、重粒子線装置の開発・輸出などにより医療分野における産業競争力の向上にも貢献できる。

## 自然に対する興味と協調性が大切

腫瘍放射線学が求める学生像

利他奉仕の精神

自然を虚心坦懐に見つめられる力

チームで物事を成し遂げる協調性

何よりも必要なのは、人のためになりたいという利他奉仕の精神です。学生時代は単位を規定通りに修得すれば進級できますが、医師は100%の知識で患者に接しなければ、病気を治せません。患者の人生がかかっているのですから、中途半端な知識や努力で取り組んではいけません。

学習・研究面で大切なのは、物理・生物・数学が出来ること、科学に興味を持ち実験が好きであることです。偏見や思い込みを捨て、虚心坦懐に自然を見つめられることも大切です。加えて、研究をやり遂げる根性と、常に新しい成果を上げようとする向上心が必要です。

この分野は、理工学などの異分野の人たちと協同して仕事にあたることもあるため、チームで物事を成し遂げる協調性も必要です。新しい医療技術の創造や患者の命を助ける充実感もさることながら、チーム研究によって1人では達成できない成果を上げることが、この仕事の大きな喜びです。自分1人で成果を上げて、論文を評価される経験も大切ですが、喜びを分かち合える人がいることで、その充実感は何ものにも代えがたいものになるのです。

**高校生へのメッセージ** 高校時代は人生で最も多感な時期だと思います。一生懸命勉強するのはもちろん、部活動や学校行事に精いっぱい取り組んで、友人をたくさんつくり、趣味に没頭してください。そして、教わった内容をそのまま覚えるのではなく、常に「なぜ？」という疑問を持って考える癖を付けましょう。学びへの欲求や新たな発見は、疑問を抱くところから生まれるのです。



中野隆史 教授

なかの・たかし 群馬大大学院医学系研究科病態腫瘍制御学講座腫瘍放射線学教授。博士課程教育リーダーディングプログラム「重粒子線医学プログラム」コーディネーター。群馬大大学院医学系研究科（内科学系）RCA医療領域政府代表委員。群馬大大学院医学系研究科（内科学系）放射線医学専攻修了。放射線医学総合研究所に勤務後、群馬大医学部教授などを経て現職。日本医学放射線学会優秀論文賞など受賞歴多数。

### 研究を始めたきっかけ

## あらゆるがんを治療するために放射線を学んだ

子どもの頃から模型工作が大好きで、高校時代には等身大のラジコンロボットを作ったり、周りを驚かせました。「将来はこの技術を生かしてロケットを作りたい」という夢を抱きました。第1志望大の工学部は不合格。「入試に落ちるようではロボットなど飛ばせない」と思い、合格した群馬大医学部に進むことにしました。医学部を受験していたのは、当時、医学部を受験する友だちが多かったという理由でした。ただ、医学部に進むからには絶対に行いたいことがありました。がんの治療や研究です。中学1年の時、父が末期の胃がんのために44歳の若さで亡くなっていったからです。

「親父を殺した憎いがんをやっつけてやる」と、入学当初から外科医を目指しましたが、大学6年生になった頃、私自身が大きな病気を患い、体力的に外科医になることを諦めざるを得ませんでした。そんな時、先輩の研究者から「研究対象とするが

ん幅が広いから、放射線科を選んではどうだろう」とアドバイスを受けてきました。

がんの治療方法には手術、抗がん剤、放射線の3つがあります。放射線治療は周りの正常な臓器はそのままだけを退治することが可能で、また、外科や内科では、大腸がんの専門医、胃がんの専門医というように、特定の組織に発生するがんだけを扱いますが、放射線科では人体に生じるあらゆるがんについて研究します。発生部位による発症原因やがん組織の構造などを比較し、検討することも出来るのです。量子力学の本を読みふけるなど、理工学系の学問にも興味を持っていました。もあり、放射線の研究に進みました。学部時代の医師国家試験の勉強は、医学知識を覚えることが中心で、「なぜだろう」と考える暇がありませんでした。しかし、大学院では放射線医学の研究に夢中で取り組みました。覚えることよりも考えることが好きな私にとって、大学院での4年間の研究は刺激的で、真綿に水が染み込むように知識が頭に入ってきたのを覚えていきます。

## 世界で初めて 子宮がん治療に CTを活用

大学院修了後、千葉市にある放射線医学総合研究所（放医研）に勤務し、陽子線や中性子線治療に携わりました。ここで、私は仲間と共に多

くの業績を上げることが出来ました。例えば、1年間のハーバード大への留学で学んだことを応用し、日本で初めて、目の網膜の後ろに出来る悪性黒色腫に陽子線を照射して治療しました。現在はこの治療には陽子線がよく用いられますが、当時は眼球を切除するしか方法のない難病でした。治療機械の設計にも携わるなど、高校時代に工学が好きで夢中になった経験も役立てられました。

また、CTを用いて子宮内の腫瘍の位置を把握し、画像による腔内照射を行うことも、世界で初めて行いました。それまでは、医師が外側から内診し、がんの場所の見当を付けて放射線を照射していましたが、的確に病巣を狙うことが困難なため、効果は大きくありませんでした。CTで撮影した子宮内の画像によって

がんの場所を正確に把握し、照射する部位ごとに線量を調整できるシステムを作ること、格段に効果の高い治療が可能になったのです。

最近、最先端の放射線治療技術である重粒子線によるがん治療の研究に力を入れています。

放医研では、1994年に重粒子線治療が始まりました。それまではX線治療が主流でしたが、電磁波であるX線は透過力が強いので、患部に照射するとがんの周辺にも当たり、皮膚に副作用が出ることがありました。一方、炭素やネオンなどの重粒子は重く、患部だけを狙って照射できます。従来のX線治療に比べて2〜3倍の殺傷効果があり、副作用も少なく、外科手術のように生活機能を損なうこともありません。

2004年、群馬大医学部に教授として戻ってきた私は、放医研が約300億円で建設した重粒子線治療装置を、効果を変えずに3分の1に小型化し、全国普及型の装置を開発する研究計画に参加させてもらいました。そして、その第1号機を群馬大に設置しようと、関係各所に働き掛けて予算を獲得。07年に着工し、

10年に治療を始めることが出来ました。完成した施設に入り、初めて治療機器のスイッチを入れた時の感動は今も忘れられません。

今後の目標は、

### 研究の展望 技術の精度を高め より多くの病気に 応用したい

更に細い重粒子線を使い、より精度の高い治療法を確立することです。1mm以下の精度で治療を行いたいと、

高精度炭素イオンマイクロサージェリー治療技術について研究を進めています。これが実用化されれば、心臓の血管の詰まりそうなところに照射してすき間を空けたり、目の網膜に危害を加えずに網膜の後ろにある腫瘍だけに照射したりすることが可能になり、重粒子線を応用した治療の幅は、がん治療以外にも大きく広がると期待しています。

今、日本の重粒子線治療の技術は、世界の先頭を走っています。先端技術に磨きをかけて世界を席巻してみせるという気概を持って、これからも研究に取り組んでいきたいと思っています。

#### 用語解説

① 放射線  
電磁波および粒子線のことで、一般的には物質を通過する時に原子や分子をイオン化させる能力がある電離放射線を放射線と呼んでいる。陽子線や重粒子線、中性子線、X線、ガンマ線などがある。治療や診断に用いられる一方、大量に浴びると白血病やがんを誘発する可能性がある。

② 放射線医学総合研究所  
放射線と人の健康について研究開発を行う国内唯一の研究機関。「放射線の医学的利用のための研究」と「放射線安全・緊急被ばく医療研究」の2つを柱として研究を推進。94年に重粒子医科学センターが設置され、6000人以上のがん患者を治療してきた。

③ 重粒子線  
X線やガンマ線などの軽い電磁波と比べて、炭素、ネオン、シリコン、アルゴンなどの重く大きい粒子を高速度に加速すると重粒子線になる。X線やガンマ線は身体表面近くで最も線量が強く、深く進むにつれて弱くなるため、深部のがんの場合、放射線が患部に届くまでに正常組織が障害を受けやすい。一方、陽子線や重粒子線は皮膚表面では弱く、患部で線量がピークになることから、正常組織の障害を少なくすることが出来る。

# 放射線と物質を組み合わせ 治療効果を高める



小此木範之さん

おこのぎ・のりゆき 医師。群馬大大学院医学系研究科腫瘍放射線学大学院4年。群馬県立太田高校卒業。

**Q** なぜこの分野に進んだのですか

**A** 私が中学生の時、父が腎臓移植を受けて命を取り留めました。「医学ってすごいな」と感じ、医師に憧れるようになりました。また、高校1年生の時に、サッカー部の仲間が、骨肉腫という骨のがんで亡くなりました。この手でがんを治療したいという思いが強くなり、医学部への進学を決めたのです。

大学入学当初、がんを治すなら外科と考えていましたが、5年生の病

院実習で腫瘍放射線学を知り、体中のがんにかかわれる点に魅力を感じて、放射線科に進みました。

現在は、昼は病院で放射線科の医師として働き、夜は大学院で研究を行っています。仕事と研究の両立は体力的に大変ですが、医師としての技量を高めながら、研究者として勉強させていただけるとはありがたいことだと思っています。

**Q** 研究室での研究内容を教えてください

**A** 現在、大きく2つの研究を並行して進めています。1つは腫瘍放射線学教室での研究で、放射線とある物質を組み合わせることで、より効率的に病気を治す方法を見いだそうとしています。ラットの生存率は上がるのか、上がるとしたらなぜかを、データを基に実証していきます。

もう1つは、神経生理学教室で、放射線ががん以外の病気に応用する研究を行っています。身体のパランスが取りにくくなる脊髄小脳変性症などの難病治療につながることを期待しています。

日々の研究は試行錯誤の連続で

す。十分に準備をして臨んだ実験でも失敗することは珍しくありません。一方、予想外の実験結果が新たな発見につながることもあります。

「自分の研究によって新しい治療法が開発され、多くの命が救われるかもしれない」。そう思うと、たとえ疲れきった日でも、研究に向かおうとする意欲が生まれてきます。

**Q** 高校生へのメッセージをお願いします

**A** 高校時代は人間としての基礎を築く大切な時期です。挨拶が出来る、「ありがとう」「ごめんなさい」といった言葉を素直に言える。勉強よりも、まずはそうした当たり前のことが出来るようになってほしいと思います。

また、医療や研究はチームで行うため、他者への思いやりと気配りが欠かせません。まして医師は、人の命と正面から向き合う職業です。技術や知識を身に付けるのは当然で、それを患者やご家族の気持ちに配慮しながら、治療に生かしていくことが求められます。

目に見えない心の動きは、他者と交流してこそ、感じ取れるようになります。私は中学・高校・大学時代、サッカー部に所属していましたが、そこで仲間と練習で汗をかき、試合の結果に共に喜び、涙を流した経験が、研究者や医師の仕事に生きていると感じます。皆さんも、部活動や学校行事などを通して、多くの人と触れ合ってください。

## 私の高校時代

### 高1時代の病気で計画の大切さを学ぶ

●高校入学後、最初に受けたテストの成績は学年で50位以下でした。小・中学時代は常に1、2番だったのでとてもショックでした。何とかして上位に入ろうと努力するものの、部活動もあり、思うように時間が取れません。無理に勉強を頑張り過ぎたためでしょう、高校1年生の秋頃、胃潰瘍になってしまいました。このままではいけないと考え、必要なことは締め切りから逆算して取り組むようになりました。学校の始業前の時間を活用するなど、やがて時間の使い方も身につき、成績も10位以内に入るようになりました。

ゴールを見据えて時間を逆算する考え方は、仕事でも必要です。病気になった当時は大変だと感じましたが、結果的に良い経験になりました。努力すればどのような壁でも乗り越えられると信じて、これからも全力で治療と研究に取り組んでいきたいと思っています。