

Hyogo Science

ひょうごサイエンス

2003.11

Vol. 21

対談

1

「21世紀のがん治療最新技術」
〜究極の放射線治療―粒子線治療について〜

―― 菱川 良夫氏 兵庫県立粒子線医療センター院長
熊谷 信昭氏 財団法人ひょうご科学技術協会理事長

Hyogo EYE

兵庫県立粒子線医療センター

9

平成15年度

研究助成対象者一覧

11

2003

サマーサイエンスフェア
・科学の祭典報告

15

地域結集型共同研究事業

17

SPRING-8賞報告

18

科学技術を探る

グローリー工業 研究開発センター

19

21世紀のがん治療

～究極の放射線治療 - 粒子線治療について～

兵庫県立粒子線医療センター
院長

菱川 良夫 氏

財団法人ひょうご科学技術協会
理事長

VS 熊谷 信昭 氏

熊谷 20世紀に科学技術が様々な分野で急速な進歩を遂げたわけですが、21世紀に持ち越された、我々人間にとってきわめて関心の高い課題として、「がん治療」、「がんの撲滅」という問題があります。そして、がんの治療法がいろいろと研究されているなかで、最近、粒子線による治療法が話題となり、期待を集めています。菱川先生はこの分野での第一人者でいらっしゃいますが、先生が放射線治療、粒子線治療を専門とされるようになったのはどのような理由からですか。

粒子線治療を始めた理由

菱川 もともと私は開業医の息子で長男でしたので、将来は開業するつもりでした。

神戸大学医学部卒業時自宅近くに来たばかりの兵庫医科大学があり、その放射線科の助教授に従兄弟がいた関係もあって兵庫医科大学の放射線科に入りました。放射線科というのは非常に分野が広くて診断、治療と様々な分野をカバーしているのですが、当時は新設の大学だったこともあって大阪大学の放射線科から先生方が助っ人として何人が来られていました。私がついていたのがその中の1人で現在国立がんセンターの放射線治療の部長をされておられる池田先生です。その時に

先生も私も大の阪神ファンということで、それがずっと池田先生についていくことになった始まりです(笑)。それまでは放射線治療をやろうというつもりは全くなかったのですが、池田先生との出会いが放射線治療を専門とすることになった理由です。

実際に放射線治療を始めてからは大阪大学の放射線科にも週に2回程勉強に行ったりしながら専門にやってきました。放射線治療を行ってきたことで高名な放射線治療医の兵庫県立成人病センター名誉院長の木村先生にも色々な会合でお会いしました。1993年頃先生から「兵庫県で新しく粒子線治療を始めるからきてみないか」というお話を頂きました。

私としても究極の放射線治療である粒子線治療をやってみたいという思いがありましたので、お受けして取り組んでまいったわけです。やはりここでも木村先生という人との出会いが契機となりました。

熊谷 人間というのは出会いとか偶然の機会から自分の将来の仕事や専門が決まるということとはよくあることだと思いますが、先生がこの分野の専門家になられた動機もそういう人との出会いからなのですね。

それで、放射線治療の分野の研究をするようになられて、ご自分にとって印象的な思い出や出来事などはございますか。

菱川 放射線治療をやっていた頃になりますが、その頃は食道がんについての治療を一生懸命やっていました。その治療のなかで従来の放射線だけでなく、食道の中に管を入れて管の中に機械的に小さな線源を入れるということをやりました。そして、そういう事を学会で発表すると、やはりそういう何か新しいことを始めると反対者が出てくるわけです。

地方の学会で発表してそこで反対されれば、その次にまた同じ学会で発表するということを繰り返してきて、最終的には欧米の学会でも発表しました。

その時によくわかったのですが、日本は欧米で評価されると評価される国であるということ、反対者がある場合はいい仕事である場合が多々あるのだなということです。みんなが賛成することはよくなくて反対者があるのはいいことであるということですね(笑)。

熊谷 賛成する人が少なくても新規性が大切だということですね。

先生がはじめにされていた食道がんの放射線治療と粒子線による治療とはどこが違うのですか。先生の場合はどういった放射線をお使いになられたのでしょうか。

菱川 治療に使っていた放射線はX線です。

最新技術



粒子線について

熊谷 一般の方には放射線、粒子線、重粒子線という言葉の意味がなかなか掴みにくいと思うのですが、わかりやすく説明するとどういうことになりませんか。

菱川 センターでは2年前から臨床試験を始めたのですが、その2年間は一般の方の見学を全て受け入れてきました。そして出来る限り私自身が説明するというのを繰り返しやってきました。その中で一般の方にもわかりやすくということを常々考えてきたのですが、やはりどうしても物理的な部分はわかりにくい。一般の方にわかりやすいのは結果で示すことなのです。

それで、粒子線治療の一番いい結果は何かを説明する際に、必ずスライドの中で治療中にゴルフをされた方の写真を見せています。粒子線治療というのは治療中にこういうことができますよということを必ず見せるわけです。一言で言いますと従来のがん治療と比較すると非常に楽な治療であると、まずそこを強調するようにしています。

それからもちろん物理的な説明もし

ますが、どのように粒子線が体の中に入っていくのかということのがんの部分に集中的に当たるということを図で説明します。

結局、一般の方というのは結果のよい部分を重要視されるのです。

熊谷 放射線という言葉からは波動を連想しますが、粒子線というと粒子(固まり)の流れが想像されます。放射線治療であるところの粒子線治療というのは一般の方にはなかなかわかりにくいところですね。

菱川 日本の場合、放射線というところ一般の方は悪いイメージを想像しやすい。

粒子線も放射線のひとつなのですが、少し文字が違うだけで別のもののように捉えられます。説明の際にも放射線は治療する時に全体に当てるが粒子線は集中的に当てるという説明をすると放射線と違って良いものと捉えられやすいということは言えます。

それから先生が言われたように波動と粒子の違いがあって、がんが治るということは粒子線によってDNAが切れることであるという説明をしますが、粒子は粒ですから患部を全部切ってしまうというイメージ

になるわけです。

熊谷 日本では原子力と関連して放射線には悪いイメージを抱いている方が多いですからね。原子力関係者は放射線にも粒子線のように有効な利用方法があるということを一般の方々に理解してもらうことを非常に大事に思っています。ですから放射線による最新のがん治療といってもらった方が有難い面もあると思います。

菱川 私は粒子線は放射線の仲間ですよという説明をしています。

播磨科学公園都市にある我々のセンターもSPring-8も放射線を利用したのですが、一般の方へのイメージは違うようですね。そうしたイメージ的に違うものが放射線を利用したものですよということで、逆に新しいものをイメージして放射線の理解を深めてもらうという話をするようにしています。

熊谷 放射線という言葉が適当ではないのかもしれませんが。物理的には電磁波という方が正確なのではないでしょうか。

菱川 そうですね。放射線治療の学会でも放射線というイメージが悪いので名前を変えようかという話はいつも起こります。



兵庫県立粒子線医療センター
院長兼医療部長・研究科長

菱川 良夫 (ひしかわ よしお)

- 1949年生まれ。
 - 1974年神戸大学医学部卒業。
 - 1976年11月 兵庫医科大学放射線医学教室助手。
 - 1983年 4月 兵庫医科大学放射線医学教室講師。
 - 1994年 9月 兵庫医科大学放射線医学教室助教授。
 - 1994年10月 兵庫県保健環境部地域保健課参事 (粒子線治療施設担当)。
 - 1994年10月 放射線医学総合研究所客員研究員。
 - 1995年 4月 兵庫県立成人病センター診療部放射線科部長兼務。
 - 1998年 6月 大阪大学医学部保健学科非常勤講師。
 - 1999年 4月 兵庫県健康福祉部参事 (県立粒子線治療センター整備担当)。
 - 2000年 4月 近畿大学医学部非常勤講師。
 - 2001年 4月 兵庫県立粒子線医療センター院長兼医療部長・研究科長。
 - 2001年 4月 神戸大学大学院医学系研究科映像・粒子線医学講座客員教授。
- 現在、日本放射線腫瘍学会理事、同学会評議員、日本医学放射線学会代議員、など。

熊谷 放射線という放射性物質から出てくる、人間にとって好ましくないものというイメージがあるのでしょうかね。

学問的には電磁波というのが一番正確なんでしょう。電磁波の中で波長が0.1mmよりも長いものが電波で、波長

が短くなるにつれて遠赤外線、赤外線、近赤外線となり、波長が1/1000mmよりも少し短くなると可視光線、さらに短くなると紫外線、それよりもさらに短くなるにつれてX線、γ(ガンマ)線等となっていくというのが専門的には正確なんでしょう。電磁波も波長が短くなってくると粒子性の方に着目した方がよいから粒子線と呼ぶことになったのかなと思うのですが。

今、先生のところで実際に治療に利用しておられるのは陽子線ですね。それから、まもなく始まるのが炭素イオン線ということですが、炭素イオン線というのは重粒子線の一つということでしょうか。

菱川 そうです。放射線医学総合研究所で治療を始めたときに重粒子線という言葉がでてきて、それは炭素イオン線を使用していました。それで「重粒子線 = 炭素イオン線」ということになっています。

熊谷 重粒子線治療というのは質量の大きい粒子を使う粒子線治療のことかと思うんですけど。

菱川 そうです。

熊谷 重い粒子ほど治療効果も大きいと一般的に言えるわけですか。

菱川 陽子と炭素は質量の差が12倍あります。

ですので、一般の方にお話するときには「陽子が幼稚園の子供とすると炭素は相撲取りの横綱のようなものです」と説明しています。それが相手にぶつかるわけですから幼稚園児よりも横綱がぶつかった方が相手が遠くへ飛びますという例え話をするわけです。相手ががんであれば非常にいいのですが正常な組織の場合は困るわけです。ですから、炭素イオン線の使い方は非常に難しいと言えます。

熊谷 粒子線をがん細胞に命中させて衝突したときのエネルギーで細胞を壊

すのですね。

細胞というよりは染色体というのでしょうか。

菱川 そうです。DNAを切るわけです。

熊谷 重たい粒子の方がエネルギーが強いから壊す力も強いということですね。

ただ、おっしゃるようにうまく照準を合わせないと正常な細胞を壊したのでは具合が悪いわけですね。そうすると、照準をあわせるというのが技術的に重要なポイントとなるのでしょうかね。

菱川 そうです。

日本で進んだ粒子線治療技術

熊谷 先生はその分野でもご業績が国際的に高く評価されていますが、そういう、がんの患部にだけ集中的に粒子線を当てる技術というのは日本で主に進んだように聞いているのですがどうなのでしょう。

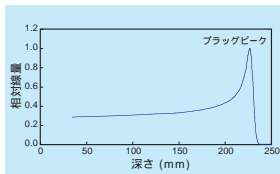
菱川 これまで粒子線治療については物理実験用の加速器の一部を使って治療していました。そうすると割とエネルギーの低い部分を使うことになりまして浅いところのがんが治療対象となります。

欧米ではメラノーマという病名の中でできる悪性黒色腫があります。これは手術をすると目を摘出しないといけない大変な病気ですが、その病気の治療を粒子線で始めたわけです。2cm程の深さがあれば治療できますのでそれで始まりました。ですから、欧米では非常に浅いがんの治療をやっていたわけです。

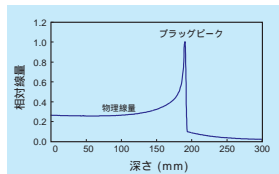
日本では筑波大学が粒子線治療を最初に始めたのですが、高エネルギー研究所からビームをもってきて治療をするという方法をとりましたので、体の

粒子の「重さ」による線質の違い

陽子線



炭素イオン線



15cm深の半影
H+ : 約5mm
C6+ : 約2mm

核破碎

深い部分も治療の対象となりました。欧米と違って日本では目の悪性黒色腫というのは非常に少ない病気ですから治療の対象となるがんが他にないかということで、体の深いところのがん、肝臓がんというのが大変多かったので治療対象として始められました。そういうことで体の深い部分に対して粒子線による治療を行ったのは日本が最初と言えます。

熊谷 技術的な話になりますが、粒子線をがんの患部にだけ効果的に集中できるというのはどういう仕組みなのでしょう。波動であればレンズによってそこに焦点を合わせることでエネルギーを局所的に集中させることができます。ところが粒子線の場合、粒子をレンズ効果のような考え方で焦点を絞るとするのはわかりにくいのですが、やはりそういう効果によるのでしょうか。それとも粒子が止まる時にその運動エネルギーががん細胞を壊す力に変わるようにすると考えればよいのでしょうか。

菱川 後者となります。

エネルギーが人間の体の深い部分に入っていきますから、その深さ、つまりがんのある部分までの皮膚からの深さに合わせてエネルギーを調節するわ

けです。そうすると粒子が、例えば体の深さ25cmの部分とすればそこまで到達してそこで一気にエネルギーを放出して消えていくわけです。

熊谷 一気にエネルギーを出すというのは粒子が突然止まるということですか。

菱川 止まる瞬間にエネルギーを出します。

熊谷 患部までの粒子の通り道にも多少の影響は出るのでしょうか。

菱川 影響はありますが、非常に少ないです。

熊谷 無視できるくらい影響は少ないわけですね。そして、粒子が止まった時にその持っていた運動エネルギーががん細胞を壊す力になるわけですね。ちょうど患部のところに止まるようにするには粒子に与えるエネルギーを調節するわけですか。

菱川 がんというのは厚みをもっている立体ですので、例えば体の深さ20~25cmのところにごんがあるとします。そこに向かってその装置のビームフィルタを入れて、25cm迄到達するエネルギー、20cm迄到達するエネルギーというようにその間の様々なエネルギーを持った粒子を一度に出すことによって全体に当たる、手前は少なく当



財団法人ひょうご科学技術協会 理事長

熊谷 信昭 (くまがい のぶあき)

1929年生まれ。53年大阪大学工学部(旧制)通信工学科卒業。56年同大学院(旧制)特別研究生修了。58年カリフォルニア大学電子工学研究所上級研究員。60年大阪大学工学部助教授、71年同教授。学生部長、工学部長などを経て85年同大学総長。91年同大学名誉教授。93年から2000年12月まで科学技術会議議員。

電磁波工学の権威で、電子情報通信学会会長などを歴任。その先駆的業績により米国電気電子学会終身名誉員(Life Fellow)、電子情報通信学会名誉員の称号を受けるとともに、レーザー学会特別功績賞、電子通信学会業績賞、電子情報通信学会功績賞、郵政大臣表彰、NHK放送文化賞など多数受賞。97年には日本学士院賞を受賞、平成11年には文化功労者として顕彰。

現在、総務省独立行政法人評価委員会委員長、科学技術振興機構総合評価委員会委員長、理化学研究所相談役、大阪府教育委員会委員長、大阪府および大阪市総合計画審議会会長、(財)テレコム先端技術研究支援センター会長、(財)地球環境センター理事長、(財)災害科学研究所理事長、(財)大阪21世紀協会会長、原子力環境整備機構評議員会議長、兵庫県科学技術会議会長、兵庫県立大学設置準備委員会委員長、など。

たる、奥には当たらない、そういうことをやるわけです。

熊谷 なるほど。奥の正常細胞にはとどかないようにするということはよくわかります。

しかし、だんだん速度が遅くなって止まるわけですから、止まったところで大きなエネルギー効果があるというのは考えにくい。むしろ早い速度で動いている通過途中の方が正常細胞への

粒子線治療の長所と短所

熊谷 がんの治療法としては粒子線治療以外にも手術による治療などいろいろあると思いますが、薬による治療は化学療法と言えよいのでしょうか。

菱川 化学療法と言えますね。

熊谷 抗がん剤の使用などが化学療法の代表的なものだと思いますが、それに対して粒子線治療はいわば物理療法ということになるのでしょうか。

菱川 物理工学になります。

熊谷 手術による治療や抗がん剤などの薬による化学療法等と比較すると粒子線治療にもやはりメリットとデメリットがあるのではないかと思います。

まず、良い点としては先ほどおっしゃったように治療が必要ながんの部分にだけ集中的に粒子線を当てることのできるため正常な細胞を傷つけないという利点がありますね。

それから手術をすることに比べれば患者にとっての負担が非常に少ないでしょうし、傷あとなども残りにくいというようなメリットなどが考えられますが、その他にどのようなメリットがあるのでしょうか。抗がん剤を使う治療や放射線治療においては非常に体力が弱まって患者の負担が大きいと聞きますが、粒子線治療ではどうなのでしょう。

菱川 体力が弱まるようなことはないですね。

熊谷 それはどういう理由からなのでしょう。

菱川 一つには適応というのがあります。

がんの治療というのは局所の治療と全身的な治療の2つがあって、局所の治療の代表として手術があります。そして、手術において患者さんが高齢で

影響もあるかもしれないけれどもがん細胞へのエネルギー効果も大きいのではないかというような気もしますが。

菱川 粒子線の特徴として、止まる瞬間にその深さにおいて放射線量がピークになるという特性(プラグ・ピーク)をもっているのです。

ただおっしゃるとおり粒子線の通り道が一つのポイントとなるのかもしれませんが。

けれどもまだ良く分かっていません。我々としても放射線でやられたもの、陽子線でやられたもの、炭素イオン線でやられたものを実検体として持っていますので、それを放射光によって分析しようと放射光の研究者と話をしているところです。そうすると放射線の波でやられたがん細胞と陽子、炭素イオン線という粒子でやられたものを細胞のレベルで変化を見ることができわけです。それがはっきりすれば本当のところの効果がわかってくるのではないかと考えています。

熊谷 腸や肺など人間の体や体内の臓器は動いていますから、そこを狙い打ちするためには特別な技術が必要になりますね。

菱川 頭頸部がんや前立腺がんは動いていませんが、肺がんや肝がんは呼吸

で動いています。厳密に言いますと肺がんなどは心臓の動きでも動いています。呼吸の動きは大きくて人によっては3cmぐらい動きますが、その呼吸の動きに合わせて正確に照射できるかというそれはできません。

しかし、例えば3cmの同期で動いているとすれば、息を吐くと腫瘍は上に上がり吸うと下に下がるわけですが、上に上がったところだけを狙う同期照射、呼吸同期照射ということを行います。センサーを胸につけて呼吸の動きがカメラに波として出ますので、吸う、吐くというタイミングにあわせてビームを出すわけです。

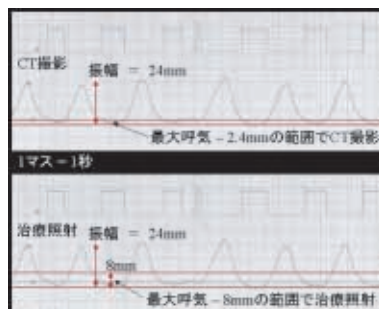
熊谷 呼吸による動きであればそのように同期をとれるわけですが、腸などのように呼吸とは関係なく動いているものについてはどうすればよいのでしょうか。

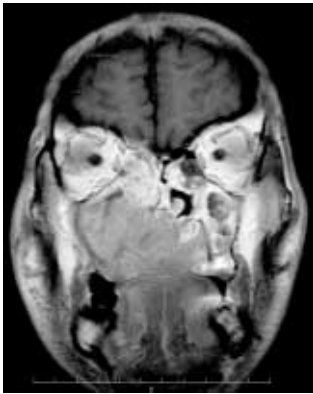
菱川 腸や胃といった消化管については、管が薄いため粒子線を当てると穴が空いてしまいます。ですから、粒子線で治療できない場所というのが消化管なのです。

ですから、その動く部分は出来ませんから考えなくてよいわけです。消化管については手術による治療となります。



肺がん、肝がん
呼吸同期





治療前



治療後

あるとか心臓が悪い等のような手術ができない場合に代わりに使うのが放射線治療です。その放射線治療のなかにこの粒子線治療というものが新しく始められてきたわけですが、粒子線治療は手術と交代する可能性があります。全身的な治療には、化学療法として抗がん剤を使う療法と最近では免疫療法として体が自分で直そうという治癒能力を高める方法があります。

ここで、がんの大きな特徴の一つとして何の症状もないというのがあります。風邪をひいたら熱が出るとか、頭が痛くなる、のどが痛くなるという症状がありますので気がついてすぐに治療が出来る。ところが、がんの場合はそういった症状がない。そのため、気がついたときには患部が既に大きくなっているということが多いのです。ですから、症状がないのを早く見つけるためには検診をするということが非常に大事になります。

その時、がんが発見された時点で、局所にあるのか、全身に広がっているのかというところで治療方法が変わってくるわけです。

今の医療で本当に治療によって治せるのは局所にある場合です。白血病等は全身に広がっても抗がん剤を使って治せる場合も多いのですが、いわゆ

る固形がんという固まりとなっているがんは全身に広がれば治すことができない。

局所に対する治療方法として手術と粒子線があるわけですが、手術と粒子線の大きな違いは何かと言いますと、粒子線の場合は当てられる場所が限られるのに対して手術はどこ場所でも摘出しようと思えばできるわけです。ただ、手術というのは手術をする技術力、それが非常に重要なポイントで手術をする先生の腕が非常に大事になります。

ところが名医となるまでには時間がかかるし、なかなかトレーニングをする場所もないというのが現実問題としてあるわけです。昔であれば名医になるまでにいろいろな所でトレーニングできていたのですが、今の時代ではなかなか難しい。

また、情報化社会が進むにつれてこれまで患者さんにはわからなかった手術する先生の技術力の差というのがわかるようになってきました。言い換えれば名医に患者さんが集まる時代になってきたと言えるかもしれません。

粒子線治療はまさにシステムそのものですから、正確にがんを粒子線を当てられるという仕組みを作ってそれと同じやり方で施設を増やしていけば同

じレベルでがんが治せることになりません。手術と一番異なるところはまさにそういうところ。このようなハイテクノロジーのシステムはうまく使えば同じレベルで同じ治療ができるということに繋がってくると思います。

熊谷 経験による腕の差というものがなくなってくるというのは非常に大きなメリットですね。ただ、転移が多くて体全体に広がっているものについては粒子線治療は局所的な部分をたたくという性質のために適用しにくいわけで、そういう場合は他の方法、たとえば免疫療法とか抗がん剤の使用というような全身的な治療をせざるを得なくなるというわけですね。

一般診療を開始して

熊谷 かつては不治の病といわれたがんも医療の進歩によって治癒する可能性が非常に高くなったと聞きます。この4月から一般診療を開始された粒子線医療センターの患者さんの数や診療の順番待ちなど現状はいかがでしょうか。

菱川 がん治療の原則は、がんを見つけたらすぐ治療をするということです。

我々の治療対象となるがんは頭頸部腫瘍、肺がん、肝がん、前立腺がんなのですが、一番多いのが前立腺がんです。前立腺がんの場合、多くの場合はホルモンの治療を先に行います。ホルモンの治療をして全身に広がらないようにしてから治療になるわけですが、ホルモンの治療は最低六ヶ月やるのがいいと泌尿器科の先生に言われていますので、半年先の治療計画をたてればいいことになります。ところが、他のがんは治療も早いほうがいいので2~3週間できるようにしています。

今の段階では1日40人程の治療をしています。今後は増えるかもしれませんが。

熊谷 治療費の患者負担も現状では高額ですから、保険適用等でその辺が改善されれば治療を受ける人もさらに増えてくるでしょうね。

粒子線の照射は1回で治療が終わるのですか。

菱川 肺がん、肝がんは現状では20回照射しています。月から金の5日間で4週間になります。前立腺がんは37回、頭頸部は26回です。ですから、がんの部位によって照射回数は異なります。

但し、肺がん、肝がんについては、来年は10回に出来る可能性があります。

それは肺がん、肝がんの場合、がんのそばに大事な臓器がないので照射量を増やすわけです。前立腺とか頭頸部は、そばに大事な臓器があるので、それは1回の量を減らして回数を増やすという方法で大事な臓器に影響がでないように治療しますから、回数は変えられないかもしれません。

熊谷 照射が全て終わるまでは入院状態になるわけですか。

菱川 準備のために1週間必ず入院していただきます。準備が終われば、入院、通院を自由に選んでもらうことになる。そこで家が近所の方は通院されます。

熊谷 患者さんの県内・県外の割合はどうですか。

菱川 やはり県内の方が多くですが、九州や徳之島からの方もおられます。

患者さんの三分の一は通院していますが、大阪から新幹線で治療に通っている方もいます。

熊谷 それだけやはり副作用が少ないのですね。それはすごく有難いことですね。

菱川 入院すると晩酌できませんから(笑)

熊谷 食事も生活も難しいことを言わなくて済むわけですね。それがまさにQOL(クオリティ・オブ・ライフ)に優れているところですね。

前立腺がんなどは手術が簡単で、手術すればきれいに治ると聞いていましたが、粒子線治療の方がいいのですか。

菱川 前立腺がんは、前立腺のまわりに静脈層が多くあるのですが、粒子線治療であればそれを考えなくて済みます。しかし、手術の場合はどんなに上手な医者が手術したとしても10%程は尿漏れが起こるわけです。治療する前に自分が尿漏れになるのかそうでないのかわかりませんから、患者さんによってはご自分で判断されてこちらへこられた方もいます。

熊谷 手術と同じように治るのであれば粒子線治療の方が安全かもしれませんね。

菱川 局所の治療で同じように治りますからね。

県立病院としての使命

熊谷 それから、粒子線治療は治療費が高額であるとうかがいましたが、手術と比較するとどうなのでしょう。

菱川 全て自己負担で保険診療なしということで比較すればあまり差はないです。

ただ、粒子線治療は保険診療でカバーしていませんので、それで患者さんの負担額が高くなるわけです。

熊谷 その辺が一般には少し誤解がありますね。

菱川 我々としては、県立の病院ですから目指すところは保険診療なのです。

ところが、保険診療にするためには日本全国どこに住んでいる人でも公平に診療できる、適正に施設が配置され

ていることが必要になります。

これから粒子線治療の施設をつくりたいというのは関東周辺には結構あるのですが、そこばかりにいっぱい集まっても保険診療には結びついていかないわけです。やはり適正に配置されないといけません。

それと、もうひとつ大事なポイントは本当に粒子線で治せるものは何かということです。我々が今やっているのはまさにその「治せるものは何か」ということをきっちりさせて、きっちり治していくということなのです。

熊谷 「治せるもの」というのは「治せるがんの種類」ということですか。

菱川 そうです。

粒子線というのは患者さんにとって負担が軽く楽ですから当てようと思えばどこの場所にも当てられるわけです。ただそれが全て治癒に結びつくかどうかということそうではない。例えば、3つも4つもがんがあった場合、それをどんどん叩いていくとどうなるかということ3つも4つもがんがある場合は他にも無数にあります。そうした氷山の一角をいくら叩いていっても他にまたどんどんでてくる。そうすると治りません。治らない治療を保険でカバーすると医療費はパンクしますから、まずは本当に治るものは何かをつかむことが非常に重要となります。それをはっきりさせるのがわれわれ県立病院の使命だと思っています。

粒子線治療の今後の課題について

熊谷 粒子線治療における今後の課題としてはどのようなことがあげられるのでしょうか。

菱川 先に申しましたように、粒子線治療という考えそのものは最初アメリカで1950年にでてきて、その後、日本

で治療の技術が進んできました。そのため、粒子線治療はアメリカ生まれの日本育ちと言われていますし、日本の粒子線治療技術は世界一とも言われています。

現時点で粒子線治療の装置メーカーには三菱電機と日立製作所という大手のメーカーさんがあるのですが、我々が医療として粒子線治療を推し進めていくためには装置の普及化というのが一番のポイントとなります。普及化が進むことで製造コストが下がるし、性能も良くなっていきます。

日本のメーカーというのは、一つ装置を作っても次の予定がなければ技術者が散らばってしまうことが割と多い。センターの装置は三菱電機製なのですが、三菱電機にはこの装置は非常に良いので今後がんばってくださいと言ってます。今後、粒子線治療の施設がいくつもたちあがって普及化が図られればと思っています。

実は来年からアメリカでも日本から装置を買って粒子線治療に本格的に取り組もうとしています。アメリカは何かを始める際には国家的戦略をもってやる、例えば粒子線医療そのものを支えるようなところがありますので、アメリカがはじめると日本は負けてしまう可能性があります。他の医療装置では米国がほとんど押さえちゃって日本のメーカーが駄目になっています。粒子線治療装置も同様なことになる可能性があるのががんばってもらえないといけない。今のところは日本が先行していますからがんばっていく必要があります。

熊谷 日本は現状ではアメリカよりも進んでいるわけですね。

菱川 粒子線治療の装置メーカーの技術はそうですし、医療技術も深いところへの治療は日本が進んでいます。

熊谷 粒子線医療センターは「ひょう

ご対がん戦略」のリーディングプロジェクトとして企画、立案、整備がなされて平成13年に病院が開設されました。そして、その後の臨床試験を経てこの4月には一般診療を始められた。

ここでは陽子線と炭素イオン線の両方の治療ができるわけですから世界でも一番進んだ治療センターということになりますね。

菱川 両方の粒子線を使用できるのは世界で唯一の施設になります。

熊谷 前回、井村先生にお話しいただいたのですが、神戸には先端医療センターをはじめとする高度・最先端の医療機関が他にもありますので、そういう医療機関どうしの連携とかネットワーク化といったこともこれからの課題でしょうね。

入院システムについてはどうなっているのですか。

菱川 普通の病院と違って、一つは窓口を設けています。治療を受けられるかどうかの窓口を成人病センターに置いたわけです。

直接粒子線医療センターへ来られるのではなく、成人病センターの窓口に来ていただき、粒子線治療への適性、適応があるかどうかを判断した上で医療相談を行います。

粒子線治療への適応判定をするために治療基準を定めています。治療基準を泌尿器科や肺の部位といったそれぞれの専門の先生による専門部会を立ち上げて治療基準を定めてきました。そしてその基準にあっていれば粒子線治療に来ていただきます。

熊谷 なるほど。既に連携システムができあがっているわけですね。

菱川 センターは、粒子線治療を希望されている方が紹介され治療を行う施設ですし、治療後は、紹介もとの病院へ帰ってその後の治療を受けますから病院との連携が重要となります。

各病院には粒子線治療に関する申し込み資料を送っていますし、患者さんがインターネットを通じてセンターのホームページから全ての申し込み資料が取り出せるようにもしています。また、患者さんが成人病センターの放射線医療室へ連絡すれば、申し込み資料が全て送られるようにしています。

それで申込みがあったら、主治医の先生から成人病センターへ紹介してもらい、そこで先程の治療基準の適応判定や医療相談をして大丈夫であれば粒子線へ来ていただくことになります。

熊谷 最後になりますが、我々のひょうご科学技術協会は、兵庫県を中心とする科学技術振興の中核的な機構としての役割を担っているわけですが、協会に対して何かご注文、ご助言等がございましたらお聞かせ下さい。

菱川 ひょうご科学技術協会が毎年夏に行われています「高校生のためのサマーサイエンスセミナー」に昨夏から参加させていただいています。常々、サイエンスは真実なので若い人達に説明して、将来少しでも科学の分野に入る人が増えればと考えていますので、今後も協力したいと思っています。また学術交流事業制度を利用させていただき、本年度中に米国から物理学者が来られますが、このことについて大変感謝しております。

熊谷 高校生をはじめ若い人たちの科学技術に対する関心を高めて、将来は科学技術の分野に進んで活躍したいという若者が大勢出てくるようにつとめることは私共の協会としても非常に重要な事業の一つです。先生にも今後とも色々とお力添えを賜りたいと思っています。

本日は大変ご多忙中のところを貴重なお時間をいただき、まことに興味深いお話をお聞かせいただきまして、本当にありがとうございます。

兵庫県立粒子線医療センター

施設の概要

■ 設立の経緯

粒子線医療センターは、昭和62年度から取り組まれた、「ひょうご対がん戦略」のリーディング・プロジェクトとして企画、立案、整備された。

■ 施設の特徴

- ・全国自治体初の粒子線治療を行う医療機関
- ・粒子線の内、陽子線と炭素線の双方を使用する世界初の病院
- ・世界最大の大形放射光施設(SPring-8)の高度診断機能との連携

■ 施設概要

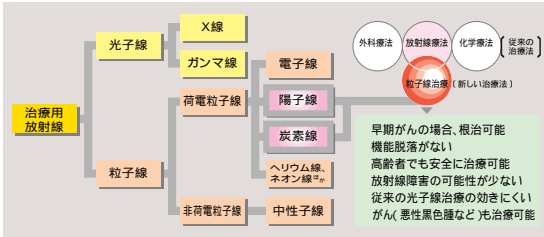
- ・敷地面積 5.9ha
- ・建設・運営主体 兵庫県(病院事業)
- ・照射治療棟 RC4F 12,000m²
- ・建設費 約280億円
- ・病院棟 RC2F 4,500m²

■ 今後の取り組み

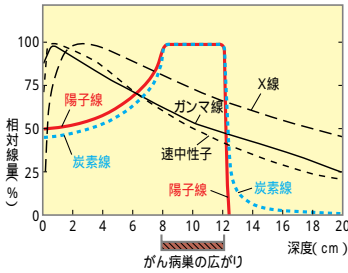
- ・陽子線の高度先進医療の取得
- ・炭素線の一般診療の早期開始

粒子線治療

■ 粒子線治療とは 粒子線はその名の通り、電子、水素イオン(陽子)、炭素イオン、中性子などの粒子の流れであり、電子線、陽子線、炭素線、中性子線などがあります。現在では、そのうち特に陽子線と炭素線を用いた治療を「粒子線治療」と呼んでいます。



■ 粒子線治療の特徴

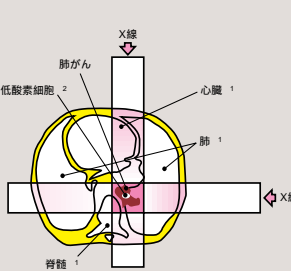


X線、ガンマ線、速中性子線で病巣に身体の外から照射治療を行うと、左図のように身体表面に近いところに多くの放射線が照射され、病巣に届くまでに減弱してしまいます。これに対して粒子線は、ある深さにおいて放射線量がピークになる特性(ブラッグ・ピーク)をもっており、また、がん病巣より深いところには達しないので、がん病巣の後方の正常な組織には照射されません。

■ X線による治療と粒子線による治療

X線

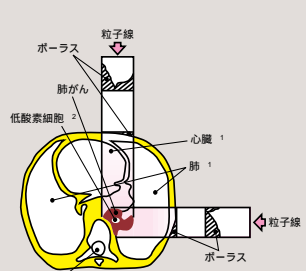
X線は身体表面近くで放射線量が最も強く、深く進むにつれて減弱する特性を持つため、がん病巣に至るまでに正常組織が障害を受けます。



1. 障害が発生すると致命的になるため、照射を極力避けなければならない要器
2. がん病巣の中に含まれる放射線感受性の低い細胞で、従来の放射線(X線、ガンマ線)で殺菌することが困難

粒子線

粒子線治療は、ブラッグ・ピークをがんに合わせて粒子線をがんの形に照射することにより、正常組織の障害は最小限に抑えることができます。



1. 粒子線治療では、容易に照射を避けることが可能
2. 粒子線治療では殺菌することが可能

快適な療養環境と充実の機能 効率性を確保



高エネルギービーム輸送系
加速された陽子、炭素を各照射室に導きます。



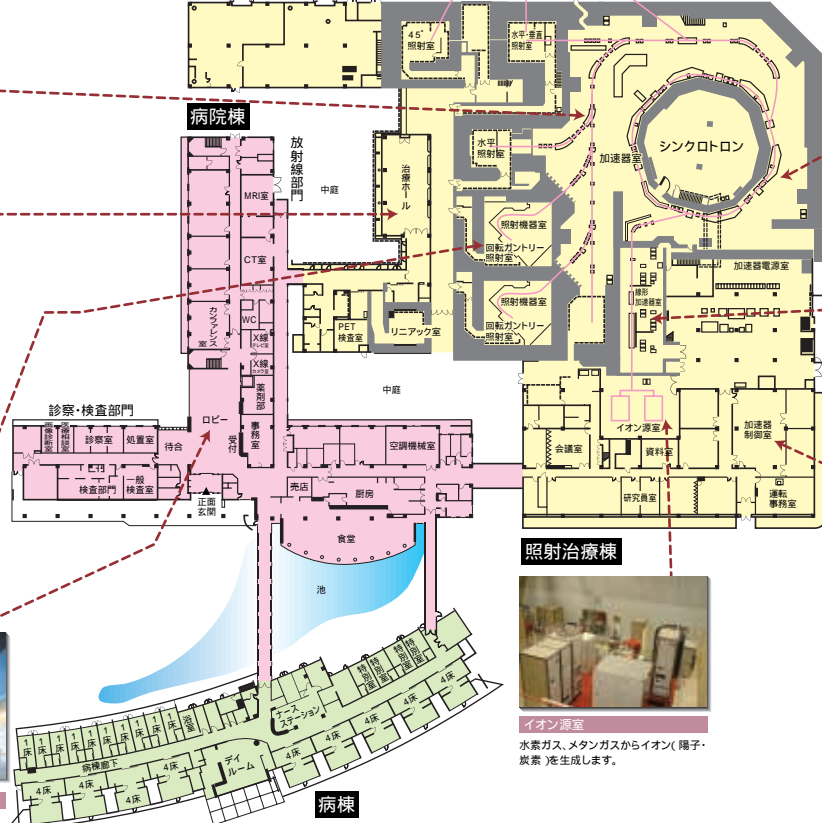
治療ホール
患者さんとのコミュニケーションを考慮し、オープンカウンターにしています。



回転ガントリー照射室
回転ガントリー方式とすることにより、任意の方向からの粒子線照射を可能にしています。



正面玄関ロビー



シンクロトロン
陽子・炭素は1周約100mの円軌道を1秒間に約200万回周回して陽子を230MeV、炭素を320MeVまで加速します。



線形加速器室
イオン源室で生成されたイオン(陽子・炭素)を5MeVまで加速します。



加速器制御室
粒子線の加速器の制御を担当します。



イオン源室
水素ガス、メタンガスからイオン(陽子・炭素)を生成します。

粒子線治療の対象疾患

はじめに

1. 粒子線照射は高い治療効果を期待でき、副作用も少ない治療法ですが、他の治療法と同様に再発する可能性もあります。
2. 全てのがんが粒子線治療の適応(対象)になるわけではありません。また対象疾患でも粒子線治療が適当と判断されない場合もあります。
3. 現在はまだ健康保険の適用になっていません。自由診療のため、治療費は約300万円となります。
4. 兵庫県立粒子線医療センターで行う治療は、粒子線治療に限ります。がんの診断のための検査や粒子線以外の診療は、主治医の先生をお願いして行っていただきます。すなわち、粒子線治療は、今の病気にに対して主治医の先生と共同で行う医療となります。
5. 条件が全て合っても粒子線治療ができない場合(技術的理由など)があります。

対象疾患

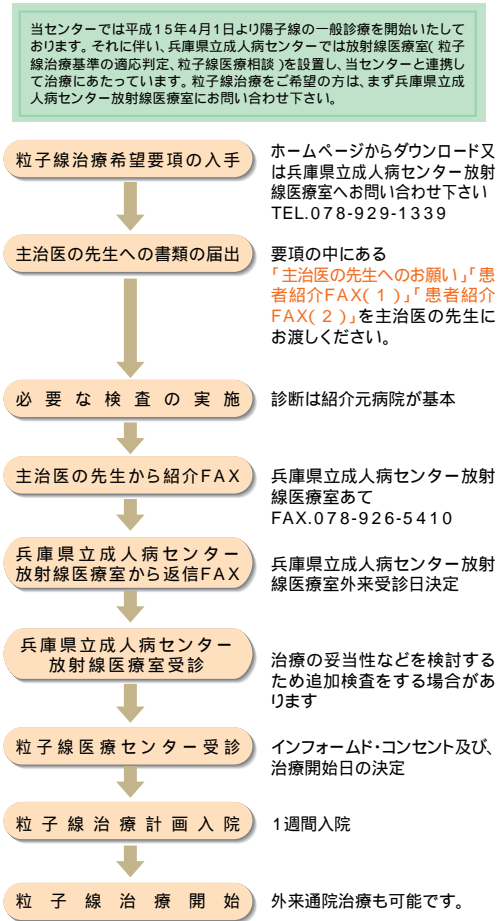
治療可能な対象疾患(平成15年6月現在)は下記のとおりですが、今後対象疾患を増やしていく予定です。

対象疾患	治療方法
頭頸部がん(耳鼻科領域、口腔外科領域のがんです)	仰臥位または坐位で26回/5.5週間の治療
肺がん(腫瘍は1個のみ)	呼吸同期装置を使用、仰臥位で20回/4週間の治療
肝がん(腫瘍は1個のみ)	仰臥位で37回/7.5週間の治療
前立腺がん	仰臥位で37回/7.5週間の治療
転移性肺がん(腫瘍は1個のみ)	呼吸同期装置を使用、仰臥位で8回/1.5週間の治療
転移性肝がん(腫瘍は1個のみ)	呼吸同期装置を使用、仰臥位で8回/1.5週間の治療

経過観察

治療終了後は基本的にはご紹介頂いた病院で経過観察をして頂くことにしています。ただし、当センターでも治療後の状況を知る必要がありますので、定期的に主治医の先生方、または患者さんに電話、FAX、E-mailなどにより現状報告、または患者さんの定期的な外来受診をお願いすることにしています。

治療の流れ



粒子線の治療費について

粒子線治療を受けるにあたっては、粒子線治療料と入院・検査料等が必要となります。

粒子線治療は、現在、保険適用ではないため、入院・検査料等も全額自由診療となりますが、県では、患者負担の軽減を図るため、入院・検査料等については、健康保険法等の適用があったものとして算定した額を患者負担としています。

1 粒子線治療料

料金:2,883,000円(一連の粒子線照射につき)

(粒子線治療料に含まれる医療内容)

治療計画作成 固定具作成 CT及びMRI撮影(位置決め)
ボラス・コリメータ作成 照射 位置決め PET
治療計画変更に伴う一連の内容等

2 入院・検査料等

料金:健康保険法等の適用があったものとして算定した額
=療養に要する費用×一部負担割合(1)

ただし、一部負担金(月額)が高額療養費算定基準(2)を上回る場合は、高額療養費算定基準を限度とします。

(1)一部負担割合 70歳未満 3割
70歳以上 1割(又は2割)

(2)高額療養費算定基準

70歳未満

・一定以上所得の方 139,800円+(療養に要する費用-466,000円)×1%

・一般の方 72,300円+(療養に要する費用-241,000円)×1%

・住民税非課税の方 35,400円

70歳以上

区分	高額療養料算定基準	
	外来	入院及び外来がある場合
一定以上所得	40,200円	72,300円+(療養に要する費用-361,500円)×1%
一般	12,000円	40,200円
住民税非課税	8,000円	24,600円
		15,000円

3 入院時食事療養料

料金:健康保険法等に定める標準負担額(1)

(1)標準負担額(日額)及び 以外の方 780円
住民税非課税(又は免除)の方 650円
住民税非課税で老齢福祉年金受給者の方 300円

4 入院・検査料等に対する「県単独福祉医療制度」等の適用

粒子線治療の入院・検査料等の一部負担については、「県単独福祉医療制度」及び「生活保護制度」の適用者について、当該制度の適用があるとした場合の患者負担とします。

粒子線治療資金貸付制度

兵庫県では粒子線治療料を一時に支払うことが困難な県民に対し、粒子線治療料の貸付制度を設けています。ご希望の方は、お気軽にご相談下さい。

(貸付制度の概要)

貸付対象者 県内在住1年以上で世帯全員の総所得金額の合計額が346万円以下の世帯に属する方
貸付対象費用 粒子線治療料(限度額2,883,000円)
利子 無利子
連帯保証人 1人
償還期間 原則5年(経済状況等により10年以内も可能)

兵庫県立粒子線医療センター

〒679 5165 揖保郡新宮町光都1丁目2番1号
TEL.0791 58 0100(代) FAX.0791 58 2600 URL <http://www.hibmc.shingu.hyogo.jp/>

兵庫県立成人病センター 放射線医療室

〒673 8558 明石市北王子町13-70
TEL.078-929-1339(直) FAX.078-926-5410 URL <http://www.hyogo-seijinbyo.jp/>

平成15年度 研究助成対象者一覧

協会では、創造的な科学技術の振興に貢献するため、優れた研究や学术交流を支援する各種の研究助成事業を実施しております。

平成15年度の研究助成対象を、6つの助成種別において公募し、応募のあった研究計画等247件について、当協会に置く審査機関で選考し、次のとおり助成することとしております。



[1] 助成内容と選考結果

(万円)

助成の種別 (1件当たりの上限助成額)	応募件数	採択件数	助成総額	助成の種別 (1件当たりの上限助成額)	応募件数	採択件数	助成総額
一般学術研究(400)	115	6	2,396	海外研究者招聘(30)	3	3	90
奨励研究(180)	105	10	1,766	共同研究開発助成(600)	3	1	600
研究者海外派遣(30)	20	9	262	放射光関連共同研究開発助成(200)	1	1	200
				計	247	30	5,314

[2] 助成対象者及び研究テーマ(敬称略・50音順)

一般学術研究助成(6件) 生活や産業の高度化に貢献する優れた研究に対する助成

氏名	所属・役職 [専門分野]	研究テーマ	
		研究の背景と意義	
おかむら 岡村 秀雄	神戸商船大学商船学部助教授 [海洋環境管理、環境毒理学]	バイオアッセイを活用した沿岸海洋環境の診断 海事活動に由来する廃棄物等によって汚濁負荷を受けている沿岸海洋環境の管理を目的として、動植物プランクトン等の環境生物を用いた簡便・迅速な試験(バイオアッセイ)を適用した新しい評価法の構築を目指す。	
おかむら 岡村 均	神戸大学大学院医学系 研究科教授 [時間生物学]	哺乳類サーカディアンリズム振動系の分子機構 生体リズムは、地球の自転により起こる太陽エネルギーの昼夜変化に対応して生物が発明した基本形質であり、当然ヒトも認められます。我々は、この生体リズムを生み出す時計遺伝子の分子機構を解明する。	
かんき 神吉 博	神戸大学工学部教授 [制御工学、機械力学、 機構学、メカトロニクス、 ロボット工学]	高効率新波力発電システムの開発研究 自然エネルギーを利用する発電として四方を海で囲まれた日本に適した分散型の波による発電システムを開発し、海上実験を行う。本方式は宇宙ステーションの姿勢制御に使うジャイロの原理を用いており、これまでの方式より効率がよいのが特徴。	
まとば 的場 修	神戸大学工学部助教授 [応用光学]	デジタルホログラフィーによる高速3次元光計測 3次元内部構造の高分解能・高速計測は微細加工技術や3次元集積化技術の進展に伴い重要な研究課題である。高速位相変調素子と高速イメージセンサーを用いたデジタルホログラムによる3次元光計測と後段の専用信号処理システムによる高速画像処理を組み合わせた新しい3次元計測システムの構築を目指す。	
やまがた 山形 裕士	神戸大学農学部教授 [生物化学・植物分子生物学]	植物の光シグナル伝達ネットワークの解析 植物は、光を光合成のエネルギー源としてだけでなく、生育をコントロールする環境情報としても利用している。本研究では、植物が光を受け取ってから眠っていた遺伝子を動かせるようになるまでの、細胞内における光情報の流れを明らかにする。	
やまなか 山中 伸介	大阪大学大学院工学研究科教授 [エネルギー変換材料工学]	酸化物ナノホールアレイのエネルギー変換デバイスへの応用 我々のグループで独自に開発した、バルク状ナノ構造材料である「酸化物ナノホールアレイ」の、各種エネルギー変換デバイス材料への応用を検討する。光触媒材料・湿式太陽電池・リチウムイオンバッテリー・機能性フィルターなどへの応用が期待できる。	

奨励研究助成（10件） 40歳以下の若手研究者が行う創造的な基礎研究に対する助成

氏名	所属・役職 [専門分野]	研究テーマ
		研究の背景と意義
あだち かずひこ 安達 和彦	神戸大学工学部助手 [スマート構造工学、機械力学]	<p>オンサイト非破壊検査システムに関する研究</p> <p>稼働中の各種工業プラントや航空機の基幹構造部材に対する現場での損傷位置同定を実現するために、本研究では、スマート構造技術を援用して長距離伝播特性を有するラム波を用いた非破壊検査システムの開発に取り組む。</p>
おおくら かずひろ 大倉 和博	神戸大学工学部助教授 [知能機械システム]	<p>分子進化の中立説に基づく永続的進化アルゴリズムの構築に関する研究</p> <p>進化型計算は生物進化に動機づけられた確率的集団探索アルゴリズムである。本研究では、分子進化の中立説に基づいた新しい設計を行ってこれを自然進化に近づけ、永続的進化挙動の発現を目指す。</p>
さだ きよなお 定 清直	神戸大学大学院医学系 研究科講師 [分子生物学・免疫学]	<p>アレルギー発症を制御するマスト細胞アダプター蛋白質の同定と制御機構の解析</p> <p>マスト細胞は、喘息・アトピー性皮膚炎等のアレルギー疾患において中心的な役割を果たしている。本研究では、マスト細胞の活性化機構を調節する細胞内アダプター蛋白質を同定し、その作用機序と制御機構を解明する。</p>
さとう たかや 佐藤 孝哉	神戸大学大学院医学系 研究科助教授 [生化学・分子生物学]	<p>ヌクレオチド交換因子による Rho ファミリー GTPase の制御機構の解析</p> <p>外界からの刺激に対する細胞応答のシグナル伝達系では、種々の GTPase が分子スイッチとして機能している。本研究では、Rho ファミリー GTPase の制御機構を解析し、これらが細胞内で形成している複雑なネットワークを明らかにする。</p>
なかやしき ひとし 中屋敷 均	神戸大学農学部助手 [植物病理学]	<p>転移因子によるイネいもち病菌の病原性変異機構の解明</p> <p>イネの重要病害を引き起こすいもち病菌は、ヒトのインフルエンザウイルスのように比較的容易に病原型が変わることが知られている。本研究では、この病原性変異機構について、いもち病菌ゲノム内に存在する転移因子の関与を中心に解明を試みる。</p>
なまづ たかひろ 生津 資大	姫路工業大学大学院工学 研究科助手 [マイクロ・ナノメカニクス]	<p>SMA 薄膜を用いた AFM ツインプローブの開発とナノリソグラフィへの応用</p> <p>形状記憶合金 (Shape Memory Alloy) 薄膜は、熱を与えることで記憶された形状へと回復変形する材料である。本研究では、SMA 薄膜を用いて駆動可能な原子間力顕微鏡 (Atomic Force Microscope) 用ツインプローブを製作し、新たなナノスケール加工法を提案する</p>
にしむら えつこ 西村 悦子	神戸商船大学商船学部助手 [港湾物流]	<p>超大型船対応港湾におけるドック型岸壁を対象としたコンテナ船の係留位置決定法</p> <p>近年のコンテナ船の大型化に伴い、これに対応する港湾では寄港頻度の少ない超大型船と他船型船との共同利用が望まれる。本研究では、船舶の両側面で荷役可能なドック型岸壁を持つコンテナターミナルの効率的な運用方法を開発する。</p>
ふくつか ともかず 福塚 友和	姫路工業大学大学院工学 研究科助手 [工業物理化学]	<p>酸素プラズマアシストによる超微粒子薄膜の作製と応用</p> <p>セラミックス超微粒子の作製方法としてゾルゲル法など有機物を用いた液相法が盛んに研究されているが、本研究ではこの液相法に酸素プラズマアシストを加え、更なる超微粒子化手法の開発を目指す。</p>

平成15年度 研究助成対象者一覧

氏名	所属・役職 [専門分野]	研究テーマ
		研究の背景と意義
みづたに やすひさ 水谷 泰久	神戸大学分子フォトサイエンス 研究センター助教授 [物理化学]	タンパク質高次構造変化が生み出す機能発現機構の解明
		タンパク質が機能する機構を解明するには分子結合スケールでの構造情報が必須である。本研究では、ピコ秒紫外パルス光による時間分解共鳴ラマン分光法を使ってヘムタンパク質の構造変化を捉え、反応機構を解明することを目指す。
やえ しんじ 八重 真治	姫路工業大学大学院工学 研究科助教授 [材料表面工学、光電気化学]	電気・光学特性に優れた純Ni薄膜が得られる単純な無電解めっき浴の開発
		電子部品などに広く実用されている無電解ニッケルめっきは、リンやホウ素を不純物として含む。導電性や接合性および光沢性に優れた高純度ニッケル膜を作製でき、しかも、数種類の薬品しか必要としない単純なめっき液を開発する。

研究者海外派遣助成（9件） 県内研究者の海外における研究活動に対する助成

氏名	所属・役職 [専門分野]	渡航計画（渡航期間・渡航先）
いしい ひろあき 石井 弘明	神戸大学大学院自然科学 研究科助手 [森林生態学]	ワシントン大学の指導教官と連携しつつ、巨木・老木の成長調査を行う。 (H15.6.6 ~ 6.23 : アメリカ)
うえにし こうじ 上西 幸司	神戸大学都市安全研究 センター助手 [固体力学、破壊力学、岩盤力学]	第10回岩盤力学国際会議 (ISRM) における発表、並びに政府系研究機関 (CSIR) における研究・調査。 (H15.9.6 ~ 9.26 : 南アフリカ)
おおくぼ すずむ 大久保 晋	神戸大学分子フォト サイエンス研究センター助手 [強磁場高周波 ESR を用いた 磁性の研究]	第7回強磁場研究の国際シンポジウムにおける講演を行う。 (H15.7.20 ~ 7.23 : フランス ツールズ)
きのした ひろお 木下 博雄	姫路工業大学高度産業科 学技術研究所教授 [X線工学]	第2回 EUVL 国際シンポジウムにおける講演 (座長) 並びに情報交換 (H15.9.27 ~ 10.4 : ベルギー)
こまつぎき たみき 小松崎民樹	神戸大学理学部助教授 [複雑系科学・ 物理化学生物物理]	テルライドワークショップ 2003 における研究発表 (H15.7.13 ~ 8.3 : アメリカ テルライド)
さとう せいいち 佐藤 井一	姫路工業大学大学院理学 研究科助手 [電子物性工学]	ナノ構造の物理・化学・応用に関する国際会議における講演 (H15.5.18 ~ 5.26 : ベラルーシ)
なかむら あきこ 中村 昭子	神戸大学大学院自然科学 研究科助教授 [惑星科学]	第6回太陽系内の破局的破壊に関するワークショップにおける研究発表 (H15.6.7 ~ 6.14 : フランス カンヌ)

氏名	所属・役職 [専門分野]	渡航計画（渡航期間・渡航先）
まえだ きよし 前田 潔	神戸大学大学院医学系 研究科教授 [精神神経科学]	オーストラリア メルボルン市における精神医療の調査及び視察 (H16.2.5 ~ 2.18 : オーストラリア)
よねだ やすひろ 米田 安宏	日本原子力研究所 放射光科学研究センター研究員 [X線結晶学]	第8回放射光技術に関する国際会議（SR12003）における研究発表 (H15.8.25 ~ 8.29日 : アメリカ サンフランシスコ)

海外研究者招聘助成（3件） 海外研究者の県内への招聘に対する助成

氏名	所属・役職 [専門分野]	招聘計画（招聘期間）
あだち たいじ 安達 泰治	神戸大学工学部助教授 [生体力学、固体力学、 計算力学]	ミシガン大学のスコット・J・ホリスター博士を招聘し、神戸大学で講演・共同研究を行う。 (H15.9.7 ~ 9.17)
おおた ひとし 太田 仁	神戸大学分子フォト サイエンス研究センター教授 [強磁場物性実験]	ロシア科学アカデミー セルゲイ デミシェフ研究員を招聘し、神戸大学で実験等を行う。 (H15.9.26 ~ 10.11)
ひしかわ よしお 菱川 良夫	兵庫県立粒子線医療 センター院長 [放射線腫瘍学]	ペンシルベニア大学のインドラ・J・ダス教授を招聘し、粒子線治療センターにおいて研究・指導業務を行う。 (H15.11.1 ~ 11.30)

共同研究開発助成（1件） 複数の研究機関による優れた研究に対する助成

氏名	所属・役職 [専門分野]	研究テーマ
		研究の背景と意義
ねごろ せいじ 根来 誠司	姫路工業大学大学院 工学研究科教授 [環境生物工学・酵素工学]	内分泌攪乱因子低減化への基礎的研究
		播磨灘沿岸部底泥には内分泌攪乱因子ノニルフェノールが高濃度のレベルで蓄積している。本研究では、内分泌攪乱因子を下水処理施設で削減するシステムを構築するとともに、すでに底泥に蓄積した物質を、微生物を用いて、攪拌することなく浄化する系の確立を目指す。

放射光関連共同研究開発助成（1件） 複数の研究機関による放射光分野の研究に対する助成

氏名	所属・役職 [専門分野]	研究テーマ
		研究の背景と意義
さかた おさみ 坂田 修身	財団法人高輝度光科学 研究センター チームリーダー [放射光X線表面構造科学]	結晶表面の電子密度分布は見えるのか？ - 表面X線回折法による結晶表面の電子密度分布を得る方法の開発
		世界最高輝度の放射光を結晶表面のナノ・スケール構造を“診る目”として確立する。表面原子の空間位置の高精度決定（究極としての表面電子密度分布決定への基礎）方法とコンピニエントなX線測定方法の開発を目指す。

2003 サマーサイエンスフェア 報告

「高校生のためのサイエンス・サマーキャンプ」

理科系志望の高校生を対象に、夏休みを利用して、世界最大規模、最高性能の大型放射光施設（SPring-8）内で2泊3日のキャンプを行い、体験実習や研究者との交流を通して、放射光を中心とする科学技術分野への理解を深めることを目的に、「高校生のためのサイエンス・サマーキャンプ」を開催しました。

日 時 平成15年8月5日(火)~7日(木)〔2泊3日〕

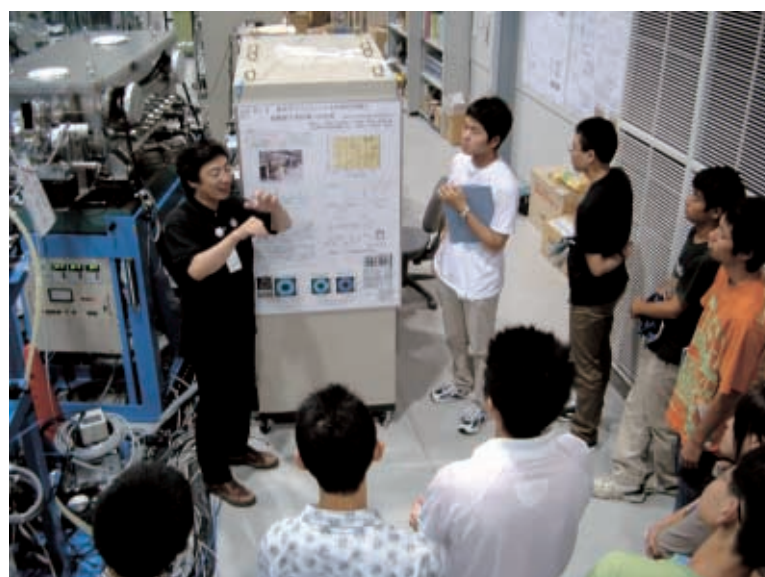
場 所 大型放射光施設「SPring-8」、ニュースバル、
県立先端科学技術支援センター

参加者 兵庫県下の高校生 22名

内 容



1 日 目	午前 午後	開講式、オリエンテーション VTR 上映 施設（SPring-8）見学 講演会
2 日 目	午前 午後	研究者との体験実習Ⅰ 研究者との体験実習Ⅱ 施設（ニュースバル）見学 研究者との交流会 【体験実習メニュー】 1. 光の速度を測る 2. FTIR 装置による実験とその説明 3. CD 分光器で虹を見よう 4. EPMA 実習 電子線と放射光を比較して
3 日 目	午前	各生徒からの感想発表 閉講式



「高校生のためのサマーサイエンスセミナー」

科学に興味を持つ高校生を対象に、科学技術に対する興味を喚起し、一層の理解を深めることを目的に、科学技術の基礎研究に関する講義を行い、併せて大型放射光施設（SPring-8）及び姫路工業大学の研究室等を見学する「高校生のためのサマーサイエンスセミナー」を開催しました。

日 時 平成15年8月20日(水)・21日(木)

場 所 大型放射光施設「SPring-8」、姫路工業大学大学院理学研究科
県立先端科学技術支援センター

参加者 兵庫県下の高校生 510名(14校)

内 容 【講 演】

自治体で最初の粒子線治療施設

県立粒子線医療センター 院長 菱川 良夫 氏

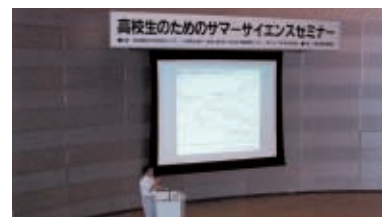
ポストゲノム時代の生命科学

姫路工業大学大学院理学研究科 教授 平田 肇 氏

【見学会】

姫路工業大学大学院理学研究科研究室

大型放射光施設「SPring-8」



2003 青少年のための科学の祭典 報告

楽しい科学実験や工作などを通じ、子供たちが自ら体験し、科学に対する興味や関心を持たせることを目的として「青少年のための科学の祭典2003ひょうご第9回大会はりま会場」を開催しました。雨天にもかかわらず、多数の来場者を迎えて大盛況でした。

日 時 平成15年8月17日(日) 10時～16時30分

場 所 兵庫県立先端科学技術支援センター

来場者数 1,776人

内 容

- ・科学実験コーナー（「針金で湯をわかす」「不思議な植物オジギソウ」など
いろいろな科学実験や自然観察のコーナー）
- ・工作教室コーナー（「線形パズル」「ソーラーカーを作ろう」「シャーベットを作ろう」など）
- ・何でも相談コーナー（夏休みの自由研究、集めた標本の同定 など）



ソーラーカーを作ろう



何でも相談コーナー



ストローで立体(正面12)を



不思議な植物オジギソウ

「地域結集型共同研究事業」について

独立行政法人科学技術振興機構が実施する平成15年度「地域結集型共同研究事業」において、兵庫県が提案していた「ナノ粒子コンポジット材料の基盤開発」が採択され、平成16年1月から産学共同研究プロジェクトを播磨科学公園都市において開始することとなりました。

このプロジェクトは、大型放射光施設SPring-8の高精度の分析技術と県内企業の材料開発技術を結びつけ、高性能・高性能の材料を開発することにより、兵庫県に新しい材料産業を創出するものです。この事業を契機として、兵庫県の材料産業の振興と播磨科学公園都市における国際的な「ナノ材料研究拠点」の構築を図るための取り組みを一層加速、拡充していきたいと考えています。

事業内容

(1) テーマ：「ナノ粒子コンポジット材料の基盤開発」

県内企業と大学、(財)高輝度光科学研究所が連携し、ナノ粒子コンポジット材料の開発とそのための評価技術の開発研究を実施します。

ナノ粒子コンポジットの開発

高輝度放射光を集中的に活用し、環境にやさしい材料・製品開発を目指します。例えば、開発したナノ粒子コンポジットは自動車燃費を削減するタイヤや環境にやさしい接着剤・塗料等への利用が可能です。

高輝度放射光によるナノ計測・評価技術の開発

高輝度放射光を用いたナノサイズの新しい計測・評価技術を開発します。この技術はナノ粒子コンポジットの開発だけでなく、液晶等のフラットパネルディスプレイやグリーンケミストリー関連材料技術など、今後、さまざまな分野に応用していく予定です。

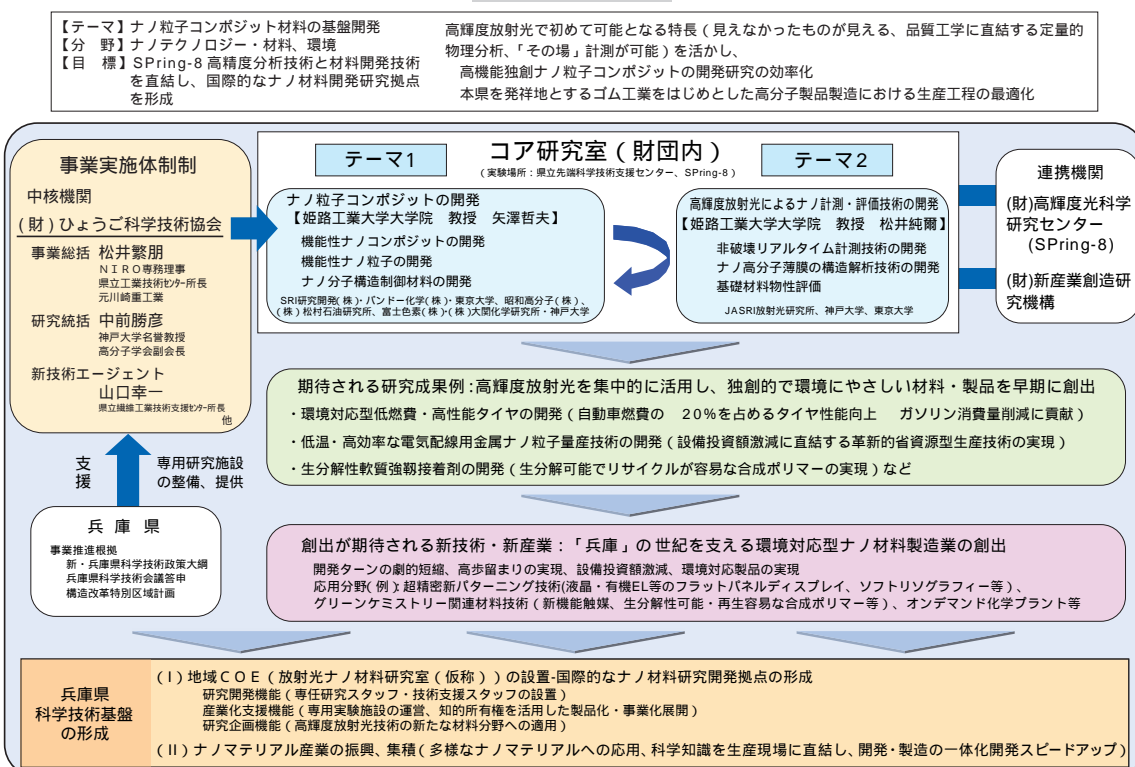
「ナノ粒子コンポジット」とは、ナノサイズの非常に小さい微粒子でできた複合材料のことです。

(2) 事業期間：平成16年1月～平成20年12月（5年間）

(3) 事業規模：約12.5億円（科学技術振興機構からの委託研究費）

(4) 中核機関：(財)ひょうご科学技術協会（理事長：熊谷信昭 元・大阪大学総長）

事業概要図



ひょうご SPring-8 賞 報告

1. ひょうごSPring-8賞について

この賞は、SPring-8および関連施設の成果として公表された優れた研究、あるいはSPring-8の研究活動に貢献する高度な技術のうち、産業・医学への応用を含め、将来、社会経済全般の発展に寄与することが期待される成果を表彰するものです。



基礎・基盤研究分野	<p>将来、産業・医学をはじめとする様々な分野に新たな刺激を与える研究、産業界の研究発展を支える基礎・基盤研究、もしくは、将来、産業界に対する貢献の可能性の高い優れた基礎・基盤研究を行ったもの。</p> <p>ア) SPring-8の特性を活かして独創性の顕著な学問的成果を挙げたもの (新事業、新物質の発見、未知の物性、構造、機能の解明等)</p> <p>イ) 新しい研究手法、実験技術、装置の開発で著しい成果を挙げたもの ・ SPring-8の高度な性能を支える基盤技術・支援技術 ・ SPring-8の高度な性能を活用する技術 等</p>
応用研究分野	<p>放射光研究の産業技術への応用、または産業技術上の問題解決に貢献する産業界への技術支援・技術移転に著しく貢献したもの。</p> <p>ア) 社会的要請の高い産業技術への貢献が著しいもの (例：エネルギー、バイオ、環境、ナノテク、材料等)</p> <p>イ) 地域社会への技術支援、技術移転に著しい貢献をしたもの</p>

2. 受賞者

氏名	所属	研究実績
 やまもと まさき 山本 雅貴	理化学研究所 副主任研究員	<p>- 蛋白質結晶構造解析高度化への貢献 -</p> <p>蛋白質の構造決定は生命現象の解明、ひいては医学・薬学への応用に直結し、SPring-8の最重要使命の一つである。</p> <p>山本氏は、複数の置き換え重原子の異常散乱を活用する高精度・高効率のビームライン (BL45U) を完成し、自身の研究のみならず、多くの利用者の研究を支援して多数の重要蛋白質結晶の構造決定に成功した。</p>
 にのみや としお 二宮 利男	前兵庫県警察本部 科学捜査研究所長	<p>- 放射光映像技術・分析技術の科学捜査への応用 -</p> <p>麻薬、毒物、銃砲、犯罪の証拠物件 (発砲の痕跡、事故・犯罪現場の残留物、破片、毛髪等) の鑑定・分析に放射光が応用できる可能性は極めて高い。</p> <p>二宮氏は、蛍光X線分析、屈折コントラスト映像等、SPring-8の高輝度特性を利用する鑑定科学の手法が捜査、裁判の場で有力であることを多数の実例によって証明した。</p>
 あわじ なおき 淡路 直樹	富士通 材料技術研究所 主任研究員	<p>- X線反射率精密測定による半導体超薄膜評価技術の開発 -</p> <p>微細化が極限に近づきつつある半導体デバイスの製造技術は超薄膜の膜質 (表面、界面を含む) の制御、ひいてはその評価と計測技術の高度化に依存する。この点でSPring-8の産業用ビームラインの役割は極めて大きい。</p> <p>淡路氏は、BL16XUで超LSI用ゲート酸化膜SiO₂薄膜の反射率を前人未踏の12桁という広範囲で測定し、膜質をnm以下の膜厚で評価し、次世代デバイスに要求される評価技術を先取りした。同氏はこの他にX線斜入射蛍光法による積層構造解析法をも開発し、成果を挙げている。</p>

科学技術を**探**る

グローリー工業 研究開発センター

認識技術

紙幣・硬貨の識別技術は当社のコア技術として貨幣処理事業を支えています。当センターでは、識別技術の高度化、特に画像認識・画像識別技術の研究開発に取組み、手書き文字を含めた OCR 技術、数千種に及ぶ帳票の種類を自動判別する技術、高速なパターンマッチング技術などを開発してきました。これらの成果は、銀行や病院の窓口での自動精算機、自書式選挙の投票用紙分類機をはじめ、印鑑照合支援システム、指紋による住宅錠などの製品に搭載しています。

バーコード、RF タグなど規格化された情報を扱う IT システムの高度化はもちろんですが、同時に規格化できない情報、人が判断している情報も認識技術によって一層効率的に IT システムに繋がるのではないのでしょうか。当センターは引き続き、この分野の技術を磨き、新しい事業機会の創造に挑戦しています。



◆商品券入金機 (GDS-100)

百貨店等で買い物時に使用された商品券ギフト券の種類を自動判別し、券番号、金額の集計を行います。お店の売上金集計業務の効率化に威力を発揮します。



◆自書式投票用紙分類機 (GTS-300)

国政選挙などにおいて、投票用紙に書かれた手書き文字から候補者名を識別し、候補者毎に正確に分類集計できます。選挙の開票作業時間の大幅な短縮が図れます。



◆指紋錠 (QF-10)

住宅の玄関などに取り付けた指紋錠です。予め登録された指紋かどうかを瞬時に正確に読取り開錠します。従来の指紋錠と比較して、弊社独自のバイオメトリックス技術を採用しているため大幅にセキュリティが向上しました。

認識ソフトウェアエンジン



◆OCR 文字サーチエンジン
◆OCR エンジン

商品券などに印刷された文字の位置が異なっていても、自動的に位置を特定して文字情報を読み取ります。



◆手書き文字
認識エンジン

手書き文字は人によって違いがあります。漢字、ひらがな、カタカナで書かれた文字を判読できます。



◆帳票判別エンジン

帳票はますます多様化し、人手で分類することは困難な状況です。用紙の種類を判別して記載事項を読み取ります。



◆印鑑照合エンジン

金融機関に届けられた印鑑の印影と引出し時に押印された印影を正しく照合できます。

文字認識技術

貨幣識別技術

画像認識技術