

- トップコラム／高エネルギー加速器研究機構 共通基盤研究施設 施設長 波戸 芳仁
- スポーツ医学について／〔シリーズ2〕代表的なスポーツ障害について
- わかりやすい放射線の基礎／〔第2回〕放射線の正体
- お願い／「登録変更依頼書」の日付の記入について
- お知らせ／第58回 アイソトープ・放射線研究発表会(オンライン開催)
- 社長就任のご挨拶

波戸 芳仁

KEK50周年を迎え

大学共同利用機関法人KEKは今年創立50周年を迎える。この機会に、KEKの共通基盤研究施設(放射線科学センター、計算科学センター、超伝導低温工学センター、機械工学センターの4センターからなる)の研究成果のうち、放射線に関連するものを紹介する。

【放射線輸送計算コードの開発と普及】

共通基盤研究施設では、EGS、PHITS、Geant4などの放射線輸送計算コードの開発、維持、普及活動を行っている。EGSは放射線科学センターが、スタンフォード線形加速器センター(SLAC)、ミシガン大学と共同で開発・維持しているコードである。1991年から毎年講習会・研究会を行ってきた。講習会参加者は、初期には物理、応用物理分野が多く、その後治療計画など医学物理分野が増え、最近では福島原発廃炉関連が目立つ。PHITSは、原科研と放射線科学センター、外国の研究機関が国際共同で開発しているコードであり、EGSコードもその中に組み込まれている。マニュアルや例題が充実しており、数多く講習会を開催していることから国内外で広く使用されている。Geant4は計算科学センターがCERNなどと国際共同で開発しているコードである。複雑なジオメトリの取り扱いが可能であり、高エネルギー物理用の巨大な放射線検出器や人工衛星搭載の放射線検出器のシミュレーション、宇宙線ミュオンラジオグラフィによる火山噴火予知のシミュレーションなど幅広く用いられている。陽子線治療や重イオン治療のシミュレーションにも用いられている。一部の機能はGPU上での実行も可能となっている。一昨年には「医用放射線シミュレーションウィーク@

つくば2019」として各コードの講習会、研究会、合同研究会を開催するなど、コード間の協力、情報交換も行っている。

【超伝導電磁石でビームを制御し、高エネルギーの放射線を作る】

超伝導低温工学センターでは、トリスタン計画以来、高エネルギー大型加速器用超伝導電磁石の開発・建設を行ってきた。この活動は、CERNのLHC加速器の衝突点用4極超伝導電磁石のモデル磁石制作と実機の性能検証、J-PARCニュートリノビームライン用二極・四極結合型超伝導電磁石の開発と実機システムの建設・運用へと続いている。また、極低温技術分野での高い技術を生かし、重力波望遠鏡KAGRAの極低温鏡懸架システムの懸架系とそのための冷却システムの開発・建設を主導した。

【放射線測定効率化-サンプル交換ロボットの使用】

KEK放射光実験施設(PF)ではX線を用いたタンパク質の立体構造解析が行われており、その効率化のためサンプル交換ロボットが機械工学センターとKEK物質構造科学研究所構造生物学研究センターの協力で開発されてきている。このロボットは、液体窒素で冷却されているサンプルの交換とビーム軸上への設置を行うものであり、サンプル交換に要する時間は10秒以内である。今後、サンプルの識別にはRFIDを用いる予定である。J-PARC MLFで使用される蓄電池材料測定用ロボットの開発も行っている。これらのロボットの使用により効率化のみならず、測定の全自動化が可能となる。測定サンプルはメールインと呼ばれるサービスにより宅配便を用いてKEKに送付可能、ユーザーの来所は不要であり、新型コロナ対策上極めて重要な技術となっている。

これらは共通基盤研究施設の研究成果の一例である。50周年記念事業として、公開講座50周年特別編(数回の開催を予定)、一般公開での50周年特別講演(9月)、記念シンポジウム(11月に丸二日間開催を予定)、50周年記念誌などを準備しており、そこで取り上げられるのは、KEKの研究成果である。興味がある方は是非これらにアクセスしていただきたい。KEK50周年サイトは <https://www2.kek.jp/kek50/> である。

なみと よしひと (高エネルギー加速器研究機構 共通基盤研究施設 施設長)

プロフィール ●東京工業大学大学院理工学研究科原子核工学専攻修了。博士(工学)。高エネルギー加速器研究機構放射線科学センター長を経て、2021年から現職。総合研究大学院大学教授を兼任。専門は、加速器放射線安全、放射線輸送計算コードの開発と放射線測定。

スポーツ医学について〔シリーズ2〕

代表的なスポーツ障害について

亀田メディカルセンター スポーツ医学科 主任部長 大内 洋



今回はスポーツ人口の多いサッカー、野球において発生の多いスポーツ障害を取り上げます。

1. サッカー選手のスポーツ障害

サッカーで多いのは足首の外側靭帯の断裂いわゆる捻挫ですが、膝の前十字靭帯損傷も発生頻度の高い怪我

です。足首の捻挫は最も多い怪我の一つで、子供から大人まで日常生活でもおこします。多くの整形外科医が超音波検査を診断に用いるようになったのは2000年以降です。X線では靭帯は写りませんが、超音波ですと靭帯がどこで切れているか一目でわかります。治療は初期には靭帯が良好に修復できるまで固定し、その後は再度同じ場所が捻挫しないように、テーピングまたは装具で保護しつつ怪我した場所の強度が完全に戻るまで少しずつ関節可動域訓練や筋力強化を行っていきます。最初に捻挫の原因を評価することが重要で、筋力低下が原因であれば足首周りの筋力の強化を、バランス能力不足が問題であればバランス能力を高めるバランストレーニングで固有感覚を改善していきます。このような原因に対するアプローチを行うことで予防にもなります。

また、サッカーでは膝の前十字靭帯損傷も発生頻度が高く、手術が必要な場合がほとんどで、復帰まで約1年かかる大きな怪我です。この怪我を起こす選手には、着地する時につま先が体の外側を向き、膝は内側に入るニーイン・トゥアウトの傾向が多くあります。サッカーのプレー中に相手選手をフェイントでかわそうとして膝が捻れた時、また、ラグビー、アメフトのタックルで相手選手が膝の外側から直接ぶつかってくることでも発生します。十字靭帯は太ももの骨とすねの骨の間にあり、すねの骨が太ももの骨に対して相対的に前方にずれるのを防ぐ大切な働きをしています。また、すねの骨が太ももの骨に対して捻れるのを防ぐ役目もあります。

手術は、術後の痛みが少なく、すねの骨の動きを正常に近い形に戻すことが可能な治療法として、関節鏡を用いて靭帯再建する方法が主流で、膝の前面の膝蓋靭帯を用いて再建する先生もいますが、本邦では膝の後内側にあるハムストリングスの腱を用いて2本の束で修復する方法をとられる先生が多いです。これにより、前方へのずれと捻れをおさえることが可能です。

ニーイン・トゥアウトの原因と対策ですが、股関節が固い、または股関節を外に開く筋力が弱い場合は柔軟性を高め、開くための筋力強化をします。また、足首が硬くてつま先をそろえようとすると外に反ってしまう人もいて、この

ような場合は膝がつま先に対して相対的に内側を向いてしまい、ニーイン・トゥアウト肢位になります。このような場合は足首の柔軟性を高めます。よく言われる話ですが、膝は安定性が大事で股関節と足首は逆に柔軟性が大切な関節です。そして膝の怪我の根本的な原因がこれら上下の股関節・足首にある、ということによく経験します。

2. 野球選手のスポーツ障害

野球肘は投球動作が加わるスポーツであれば発生しうる障害です。投球時、肘の内側では関節に開く力が作用し、靭帯が引き離されます。これはボールを持った手先が肘に対して遅れて前に出てくるためです。さらに、肘の内側が引き離されると反対に肘の外側には骨と骨がぶつかる力が作用します。これらの原因で発症する前者が内側型野球肘障害、後者が外側型野球肘障害です。

成長期の内側型野球肘障害では内側の骨軟骨が分節化してしまい、この分節化した骨軟骨片が引き離されてしまうと強い痛みが出現します。早期に見つかれば手術ではなく、保存的に治療することが可能です。局所の炎症を抑え、肘関節をまたぐ筋肉のトレーニングをし、さらには肘が下がるなどの不良な投球フォームでないかチェックします。次いで外側型野球肘障害ですが、初期には症状が出ず、気付かないうちに症状を悪化させてしまう場合が多いです。内側の痛みを放置してしまい、肘の伸びにくさなどに気付いて来院する頃には外側の骨・軟骨が剥れている場合もあり、その場合は関節鏡を用いて剥れてしまった骨・軟骨を取り除いたり、また範囲が広ければ骨・軟骨の移植手術をすることがあります。

スポーツ医学的な野球肘の原因として、股関節の固さや体幹筋力低下が考えられます。例えばピッチャーでは股関節が固いとワインドアップが少なくなり、早く捕手の方向に体が開いてしまい全身を使わない手投げになり、速いボールを投げようとして肘、肩に強い負荷がかかります。ワインドアップ時に軸足の股関節にしっかり捻れの力が加わり、その力がお尻の前方への移動による重心移動とともに体幹に伝わり、体幹にたまった力が固定された肩甲骨を介して上腕から指先まで伝わるという運動連鎖がうまくいくことで、肘と肩だけに負荷が集中しない、全身を使った投球ができます。

野球肘の予防には早期発見を目的に定期的なメディカルチェックも重要です。当院では教育機関やチームを対象にスポーツ医学メディカルチェックの一つとして携帯用超音波診断装置を持って出向き、診察のみならず、初期の骨・軟骨病変を画像上で発見することに役立てております。これにより数多くの選手が早期に発見でき手術を回避できます。

わかりやすい放射線の基礎

(第2回) 放射線の正体

東北大学名誉教授 工藤 博司



放射線の発見

放射線は1895年11月8日に突然発見されました。ドイツの大学で物理学を教えていたレントゲン教授は、**図1**にあるような実験装置を使って毎晩ある実験をくり返していましたが、その日の実験で写真乾板に自分の手の骨が写り驚きました。彼は、装置から目に見えない光(?)が出ていたと考えましたが、その時はまだ正体をつかめなかったため、“謎”の意を込めてエックス(X)線と名付けました。X線は発見の翌年にはヨーロッパで広く医療に利用され、彼はX線の発見によって1901年にノーベル物理学賞を受けました(ノーベル賞第1号)。



図1 レントゲン教授の実験装置とレントゲン夫人の手のX線写真

この発見に刺激を受けたのが、パリ理工科大学のベクレル教授でした。放射能(放射性物質の量を表す)の単位であるベクレル(Bq)は彼の名に由来します。彼は1896年にウラン鉱石からX線のような目に見えない“何か”が常に出てくることを発見し、“放射線”と名付けました。その“何か”は後にアルファ線と呼ばれるものでした。パリの別の大学で1898年にラジウムとポロニウムを発見したキュリー夫妻は、これらの原子からも放射線が出ていること突き止め、原子が放射線を出す性質あるいはその現象を“放射能”と呼びました。この3人は、放射能の発見で1903年にノーベル物理学賞を受賞しました。

放射線の正体

放射線の正体を**図2**に示します。高いエネルギー状態にある原子核がエネルギーの低い状態に移るとき、その差に相当するエネルギーを放射線として放出します。放射線は目に見えない粒子や光ですが、その違いによってアルファ(α)線、ベータ(β)線、ガンマ(γ)線、中性子線などに分類されます。

α 線の正体はヘリウム(${}^4\text{He}$)の原子核です(α 粒子ともいいます)。ヘリウムの原子核は陽子(p)2個と中性子(n)2個からできていて、+2の電荷をもちます。その原子核の外側に電子が2個付くとヘリウム原子になります。お祭りなどで手にする風船に詰めるヘリウムガスです。このガスは米国のガス田などから採

取されますが、実は、地中にあるウランやトリウムから出た α 線がヘリウムガスとなって地下に溜まったものです。このように、 α 粒子が原子核を飛び出して動いているときは放射線ですが、止まってしまうと放射線ではありません。

地球上のウランの大半を占めるウラン-238(${}^{238}\text{U}$)の半減期は45億年で、地球の年齢は46億歳ですから、地球が誕生したときに存在したウランの量は今では半分減り、その分ヘリウムガスが地下に溜まりました。ウランは α 線を出して次々と別の原子に変身します。キュリー夫妻が発見したラジウムもその途中で現れます。ラジウムは α 線を出してラドンになり、そのラドンはまた α 線を出してポロニウムにというように変身が続き、最後は放射線を出さない鉛になって一連の変化は終わります。

β 線の正体は電子(e^-)です。ただ、この電子は原子核から飛び出して動いています。**図2**の左下に放射性のセシウムが β 線を出してバリウムに変化する様子を示します。中性子が β 線を出すと陽子になるので、原子番号(陽子の数)が1つ増えてバリウムになります。こうしてできたバリウムはもう放射線を出しません(安定元素)。

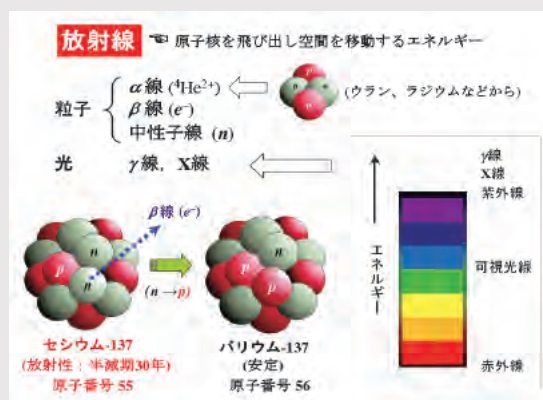


図2 放射線の正体(図中の n は中性子、 p は陽子、 e^- は電子)

正体不明のX線でしたが、実は光の仲間です。光には目に見える可視光と目に見えない赤外線や紫外線があります。紫外線はやや高いエネルギーをもっていて日焼けの原因になりますが、皮膚の下で止まってしまうと透過写真を撮ることはできません。X線は原子の中にある電子がその軌道を変えるときに発生します。紫外線の1,000倍ほどのエネルギーをもち容易に人体や物質を通過しますから、レントゲン写真を撮ることができます。 γ 線も目に見えない光ですが、原子核から直接出るので、そのエネルギーがX線の1,000倍以上になることもあります。

お 願 い

「登録変更依頼書」の日付の記入について

（お問い合わせ：お客様サポートセンター）
Tel.029-839-3322 Fax.029-836-8440

着用者の追加や取消のご連絡の際、「登録変更依頼書」にご記入いただいておりますが、「着用開始日」、「着用取消日または変更日」欄に日付が記入されていないことがございます。

ご記入がない場合、何月分からのバッジを追加あるいは取消または変更すればよいのか判断がつかねますので、着用開始日・終了日・変更日を必ずご記入ください

登録上、着用期間内での月途中の取消・変更はできませんのでご注意ください。

なお、着用期間の開始・終了・変更日の記載日は以下の通りとなります。

	記 載 日
着用開始日	○ 月 1 日
着用終了日	○ 月 末 日
着用変更日	○ 月 1 日

お知らせ

第58回 アイソトープ・放射線研究発表会

オンライン開催

会 期 2021年7月7日(水)～9日(金)
参加費 一般:8,000円 学生:無料
(要旨閲覧パスワード付)
(学生登録期間:4月1日(木)～6月18日(金)
17時/期間外の申込は一般扱い)

主 催 (公社)日本アイソトープ協会

◆一般発表 (口頭およびポスター)

◆特別講演 3題

◆パネル討論 2題

その他、様々な企画をご用意しております。

詳しくは、本研究発表会Webサイトをご覧ください。

<https://confit.atlas.jp/guide/event/jrias2021/top>

【問い合わせ先】

第58回アイソトープ・放射線研究発表会 事務局

(日本アイソトープ協会内 学術振興部学術課)

Tel. 03-5395-8081

E-mail happyokai@jrias.or.jp

皆様のご来場をお待ちしております。

*企画内容は予告なく変更になる場合がございます。

社長就任のご挨拶



新社長 浅川 哲也

昨年からの新型コロナ感染症により、皆様におかれましても、多大なる影響をお受けになられているかと存じます。医療関係の皆様へ心から敬意を表すると共に、一日も早い収束を願います。

去る3月12日の当社定時株主総会での場洋明の後任として代表取締役社長に就任いたしました浅川哲也でございます。当社の親会社である長瀬産業に1986年に入社し、主にエレクトロニクスと環境エネルギーの分野に携わりながら、2019年3月に当社へ移籍いたしました。

今回の「放射性同位元素等の規制に関する法律施行規則」等の改正により、眼の水晶体の等価線量限度が引き下げられることになりました。当社では「ビジョンバッジ」という水晶体測定専用のサービスを採用し、お客様により正確な水晶体線量の測定が出来るよう完備いたしました。

今後、微力ながらも皆様のご期待に沿えるよう社業に専念して参りますので、ご指導・ご鞭撻を賜りますよう、宜しくお願い申し上げます。

編集後記

時の経つのは早いもので今年ももう半分を過ぎようとしています。コロナ禍も一年以上が経過いたしました。保育園最後の年だった我が子も、登園自粛や様々な行事が中止され、小学校の入学式も保護者1人のみの参加と、思いもよらないこ

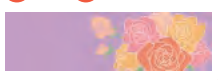
ととなりました。スマホに保存されている写真はマスク姿ばかり。「こんなときもあったね～」と家族で笑って話せる日が早く来ることを願います。

コロナに向き合う皆さまへ

心から感謝いたします。

(M.Sa.)

6月のバッジデザイン



6月のラベルは薔薇です。全般の花言葉は「愛、美」ですが、色や本数によって花言葉が変わるのをご存知でしょうか。愛情を込めた花言葉が多いようですが本数によってはネガティブな意味にもなるようです。花を贈りあう習慣が多くない我々日本人ですが、薔薇をいただく機会があれば本数を数えてみたいくなります。

長瀬ランダウア(株)ホームページ・Eメール

<https://www.nagase-landauer.co.jp>
E-mail: mail@nagase-landauer.co.jp

■当社へのお問い合わせ、ご連絡は

本社 Tel.029-839-3322 Fax.029-836-8440

大阪 Tel.06-6535-2675 Fax.06-6541-0931

NLだより No.522

2021年〈6月号〉

毎月1日発行 発行部数: 41,200部

発行 長瀬ランダウア株式会社
〒300-2686

茨城県つくば市諏訪 C22 街区 1

発行人 浅川 哲也