

11/5開催 IINASフォーラム 『実はすごいぞ加速器の仕事！～加速器と医療～』
事前の質問と回答

質問	回答
<p>1 そもそもどういった経緯で「原子を加速させよう」となったのでしょうか。私の場合、原子が存在すると分かっても「では、加速させよう。」とは思わない気がします。加速器の歴史などがあれば教えていただきたいです。よろしく願いいたします。</p>	<p>歴史的な経緯はどこまでさかのぼるかですが、1890年代のJ.J.トムソンによる電子の発見というのが何か粒子を加速させた最初になります。その後はむしろ、原子の内部構造を調べたいがために、加速器を作り、ラザフォードが原子核のモデルの検証を行いたいということでアルファ線を原子に当ててその検証を行ったのが、加速器の歴史の最初になります。それにより、原子を加速させて、何かあてればその中の構造がよくわかるということがわかり、しかもエネルギーを高くすれば、より、理論上予測されている高いエネルギーの粒子（湯川モデルのピオンなど）がわかるということで原子を加速させるといろいろなことがわかるということで加速器が作られました。現在のKEKでの高エネルギー実験もこの流れを踏まえて、おこなってきたもので、KEKB加速器はB中間子というものを生成するためのエネルギーまで加速し、その詳細をしらべ、小林益川モデルの検証を行い、ノーベル賞に至っております。また、J-parcではニュートリノを作るための陽子ビームの加速を行い、ニュートリノ実験を行っており、それで2015年に梶田さんがニュートリノ振動実験でノーベル賞を取っております。加速器が新粒子探索に有効だということがわかり、このような素粒子実験の流れのなかで「では、加速させよう。」というモチベーションが100年以上も続いているのが現状になります。</p>
<p>2 当該分野における人材確保及び育成の課題と解決策とは？</p>	<p>一般の高校生が、加速器やその応用分野を知る機会がほとんど無く、入口に立っていないことが最初の問題と考えます。高専や大学でも加速器を持っているところは限られるため、知識や技術を身に着ける機会に恵まれる人が少ない、というのも課題と考えます。現在どうなのか分かりませんが、高校の物理の教科書などに加速器に関する説明が載ることが一つの解決策では無いかと思います。私自身は素粒子・原子核に興味を持って書物を読んでいた中で加速器を知り強く興味を覚えました。</p>
<p>3 加速器に関しては少し調べたのですが、分からないことがいっぱいあるので今回の講義を受けることが楽しみでした。ところで質問なのですが、加速器を実際に作るには免許や資格は必要なののでしょうか？また、個人で作れるような規模の小さい加速器はありますか？講義を楽しみにしております。当日は宜しくお願いします。</p>	<p>加速器を作るのに免許や資格は必要ありません。 個人で加速器を作るのはちょっと難しいかもしれませんが、今回紹介する陰極線管であれば可能かもしれません。かなり専門性が高い人が手作りで加速器を作った、という記事が以下にあります。 https://www.itmedia.co.jp/news/articles/1908/09/news063.html (あと、今年度の加速器学会2021で先生と学生が合わせて加速器を作ることをしております。詳しくは加速器学会2021 高専における加速器製作活動~AxeLatoon~ https://www.pasj.jp/web_publish/pasj2021/abstracts/html/MOOA01.htm をご覧ください。) また、このフォーラムを主催しているIINAS(大学加速器連携ネットワークによる人材育成等プログラム)では、小型加速器を使った教育も行っていますので、興味があれば事務局に問い合わせてみてはいかがでしょうか。(あと、一度ぜひKEKに尋ねに来てください。)</p>
<p>4 医学物理士の仕事とはどのようなものですか</p>	<p>医学物理士の仕事などが示されたHP (https://www.jbmp.org/it/) に定義なども含めた業務記載もありますのでご参照下さい。</p>
<p>5 医学物理士の取得方法を教えてください。医学物理士の仕事について教えてください。</p>	<p>医学物理士の仕事などが示されたHP (https://www.jbmp.org/it/) に定義なども含めた業務記載もありますのでご参照下さい。</p>

6	<p>将来医療の道に進みたいと思っています。最近注目されている物理を利用した医療器具はありますか？医療と物理は密接な関係があり、そういったものは多くあると思いますが、ぜひ教えて欲しいです。講師の方への質問ではないのですが、講座の日は学校の授業があり、開始時刻に間に合わないような気がします。それでも参加してよろしいでしょうか？</p>	<p>放射線治療に関連する医療機器が物理学と密接に関連していると思います。今回のフォーラムでもお話する予定ですが、特に加速器を利用した、陽子線治療装置、重粒子線（炭素イオン線）治療装置といった粒子線治療装置の研究開発では物理学や様々な工学技術が活用されています。</p>
7	<p>現在の加速器において、医療分野（BNCTなど）でどこまで使われているのでしょうか？（例：がん治療など）</p>	<p>現在の医療分野、特に放射線を利用した診断からがんの治療まで、加速器がなくてはならない物になっております。健康診断で実施している胸部レントゲン撮影装置、CT装置などの診断分野では電子線加速器を利用してX線を発生しています。がん治療分野では、高エネルギーの電子線加速器から、陽子線加速器、重粒子線（炭素イオン線）加速器などが利用されています。尚、近年のBNCT装置は陽子線加速器を利用しています。</p>
8	<p>加速器を使用した業界で若手に求められるスキルとはなにか？また、若手に期待したい将来とは？</p>	<p>他の分野の大型施設もそうですが、加速器は広い分野の科学、工学、技術、技能の集大成で出来ており、自分の専門分野に留まらず、広く興味を持って全体をりかいしようという態度が重要と思います。</p> <p>若手には、最先端の技術を学ぶとともに、加速器の小型化、低価格化に取り組んでもらい、いろいろな分野に広く普及させてもらいたいです。それに加えて基本的なところは物理の基礎（力学、電磁気、熱統計、量子力学）の勉強をしていただくのがいいかと思います。</p>
10	<p>加速器の博士号取得者（または単位修了退学？）はどのような進路があるのでしょうか。また、アカデミアのポストは着きやすいかどうかを教えていただけたら幸いです。</p>	<p>大学や研究所の他に、今回紹介する加速器を製造している企業でも博士過程修了者を採用しています。</p> <p>KEKでも公募をかけておりますし、もっと、加速器のアカデミアのポストを目指すには海外もぜひ経験されるのもいいかと思います。</p>
11	<p>現在最もホットな加速器の実験また研究課題。</p>	<p>素粒子実験として、KEKではJparcでのニュートリノ実験とSuper-KEKBでの研究になりますが、スイスのLHCというさらに大型加速器でhiggs粒子の詳細実験を行っております。それ以外は詳しくは当日いろいろ話できればと思います。</p>
12	<p>医療で使われる加速器にはDee電極はいくつ使われていますか？</p>	<p>Dee電極はサイクロトロン加速電極ですが、陽子線治療装置の多くにサイクロトロンが用いられています。各サイクロトロンにDee電極ないし違う形態の加速電極が1個ないし1組ずつ使われていると思います。</p>
13	<p>加速器が実際にどのように活用され、人類の役に立っているのかを詳しく知りたいです。また、加速器で何が観測され、その結果からどのような考察を立てることができるのかを知りたいです。</p>	<p>FORUMの講演で説明しますのでご覧ください。</p>
14	<p>①軟X線と硬X線とで分析出来る物が違うかと存じますが、各々に適した分析対象物としてどのようなものがあるのか。②加速器の医療・天文・科学技術・核融合以外で、宇宙や産業用途で どのような領域で応用展開可能と思われるか、具体的にご教示 願います。</p>	<p>①軟X線は主に物の表面の観察に用いられます。硬X線もものの構造などを見ることができます。たんぱく質の構造解析などは硬X線の領域に入る8~12 keVあたりの光を用いて行っております。</p> <p>② FORUMの講演で説明しますのでご覧ください。</p>
15	<p>・医療用の加速器とは主に何を加速させているのか。・将来加速器に携わる仕事がしたいのだが、高専を卒業してそのまま就職するのが良いのか、大学に行くのが良いのか。・重イオンビームとはどういうものなのか、どのようなところで使われるのか。・今後加速器をやっていく上で、特に重要な物理の範囲。・KEKとJ-parc では何が違うのか。</p>	<p>①現在は主に、電子、陽子、炭素イオンを加速しています。X線治療も電子をタングステンなど重い金属につけて作ったX線を用いています。その他に、加速した陽子や重陽子を使って中性子や他の2次粒子を作ってそれを照射する治療、放射性同位元素を薬剤に付ける治療もあります。講演でも簡単に紹介します。炭素イオン以外の重いイオンを使おうという試みも行われています。</p> <p>②どちらでも良いと思いますが、自分が本当にやりたい分野の仕事に就くには大学・大学院を卒業したほうが可能性が高まると思います。</p> <p>③一般にヘリウム以上のイオンを加速した集団がレーザーのように細いビーム上に飛んでいるものを重イオンビームと呼びます。医療の他に半導体製造プロセスのイオン注入などにも使われます。</p> <p>④電磁気学は重要と思いますが、加速器は総合科学・工学・技術から成り立っているため、広い分野に興味を持つことがより重要です。</p> <p>⑤現在KEKは電子、陽電子を加速して、主に素粒子に関する実験と放射光を使った実験を行っています。J-PARCは陽子を加速して、大強度の中性子作り物質の構造を調べたり、ニュートリノを作ってその性質を調べる実験などを行っています。（講演で話します。）</p>
16	<p>まず、加速器というものが日常でどのように使われているかを知らないの、医療の世界でどのように加速器が応用されているのか知れたら嬉しいで</p>	<p>FORUMの講演で説明しますのでご覧ください。</p>

17	医療用加速器を普及するために企業側では何を指していけばよいでしょうか。	最先端の技術を磨くのと同時に、小型化、低価格化、使い易さの追求では無いでしょうか。
----	-------------------------------------	---