

参考資料

J-PARC と京都大学原子炉実験所との比較

今回の J-PARC のハドロン実験施設における放射性物質漏洩事故をうけて、京都大学原子炉実験所の最も出力の大きい加速器(BNCTサイクロトロン)と比較して両施設の違いについて説明する。両者の単純計算した出力はほぼ同等である。(参考として原子力規制庁の公開資料を添付)

今回の事故の状況とあわせて、施設の概要、加速ビームの利用方法、施設の構造を以下の表で説明する。

表 両施設における加速ビームの利用方法と施設の構造


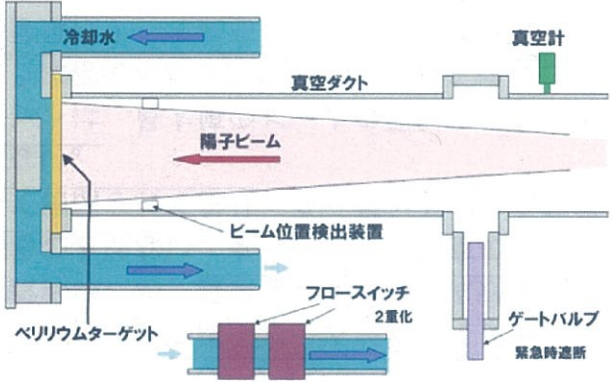
	J-PARC (ハドロン実験施設) (事故の状況を含む)	BNCT サイクロトロン
施設の概要	<ul style="list-style-type: none"> 高エネルギーの陽子を用いて、ハドロン実験施設内で種々の物理実験を行う。 隣接する 30GeV*陽子シンクロトロンで加速した陽子ビームの一部が、ハドロン実験施設に導かれる。 加速器の性能は、30GeV、1.7μA (出力 50kW)。 	<ul style="list-style-type: none"> 中性子でガン治療を行う医療目的のみの施設。中性子捕捉療法(BNCT)が行われる。 中性子の発生のため 30MeV サイクロトロンから得られる陽子ビームを用いる。 加速器の性能は、30MeV、2mA (出力 60kW)。但し、使用時の電流上限は 1.1mA (出力 33.3kW)
加速ビームの利用方法(ターゲット**への照射)	<ul style="list-style-type: none"> 物理実験で種々の素粒子等を発生させるため、陽子ビームを種々の金属ターゲットに照射する。<u>ターゲットは実験毎に変えられる。</u>  <p>今回使用されていたターゲット(照射前) (J-PARC の報道資料から)</p>	<ul style="list-style-type: none"> 中性子を発生するため、陽子ビームを常にベリリウム***のターゲットに照射する。<u>ターゲットの材質、構造は常に一定。</u>  <p>ベリリウムターゲットの周辺図</p>

表 両施設における加速ビームの利用方法と施設の構造(続き)

	J-PARC (ハドロン実験施設) (事故の状況を含む)	BNCT サイクロトロン
加速ビームの利用方法(ターゲットへの照射)	<ul style="list-style-type: none"> ・陽子シンクロトロン[*]の電磁石の不調により、設定値の約 300 倍の陽子ビームが瞬時にハドロン実験施設に導かれてターゲットに照射された。このためターゲットは加熱され、<u>ターゲット内から揮発性の放射性物質が空气中に飛散した。</u> ・ターゲットは冷却されていたが、導かれた陽子ビームの強度に対応できず、<u>冷却しきれなかった。</u> 	<ul style="list-style-type: none"> ・性能のほぼ最大値の陽子ビームがすべてターゲットに照射される設計のため、<u>設定を超えるビームがターゲットに照射されることはない。ターゲットは真空のビームライン内にあつて密閉されており、ターゲット内から空气中への飛散等はない。</u> ・ターゲットは、最大値のビームの照射に対して十分冷却できるように常時水冷されており、加熱されることはない。
ビームラインの構造	<ul style="list-style-type: none"> ・ハドロン実験施設には、大きな建屋の中に大型コンクリートブロックなどで作られた構造物があり、その中に陽子シンクロトロンから導かれた加速器ビームラインが設置されている。 ・ターゲットの加熱により構造物内の空气中に飛散した放射性物質が<u>コンクリートブロックの隙間などから構造物外の建屋内に漏洩し、施設内を汚染した。</u> 	<ul style="list-style-type: none"> ・加速器建屋はすべて鉄筋コンクリートで建設されており、<u>加速器室の壁等に隙間等はないため、施設内が汚染されることはない。</u>
換気設備	<ul style="list-style-type: none"> ・建屋外壁には換気ファンが設置されている(フィルター等の浄化設備は設置せず)。 ・汚染を軽減するため換気ファンを運転したため、<u>施設外に放射性物質が漏洩した。</u> 	<ul style="list-style-type: none"> ・加速器室周辺に換気ファンが設置されている箇所はないため、<u>施設外に放射性物質が漏洩することはない。</u>

*GeV: ギガエレクトロンボルト。エネルギーの単位で 1 GeV=1000 MeV(メガエレクトロンボルト)にあたる。

**ターゲット: 加速した陽子などを照射してニュートリノや中性子などの粒子を発生するために用いる、塊状または板状の金属

***ベリリウム: 原子番号 4 の軽く、堅い金属。

今回の漏洩事故は、直接の原因となった設定外のビーム強度でのターゲット照射、および漏れのある施設の構造と換気設備の運転の誤りによりもたらされたものだが、表に示したようにいずれも原子炉実験所においては該当せず、同様の事故は起こらないと考えられる。

なお、原子炉実験所では、BNCT サイクロトロン以外に、現在休止中のものも含め 7 台の加速器が設置されているが、いずれも BNCT サイクロトロンと比較すると出力は小さく、上記の事故原因に該当する問題もない。

J-PARCにおける放射性物質の漏えいを踏まえた対応について

平成25年6月19日
原子力規制庁

1. 類似施設への調査目的

原子力規制委員会は、J-PARCで発生した放射性物質の漏えい事故を受け、国内の類似の施設で同様の事故が起こることがないように確認するため、本年5月30日（木）に、J-PARCと同様に金属ターゲットに照射し、エネルギーが比較的高い加速器施設等を有する11事業所（22施設）（別紙参照）に対し文書を発出し、注意喚起を行うとともに、施設の状況について調査を行った。

2. 類似施設への調査結果

今回の調査では、

- ① 金属ターゲットへの照射の有無
- ② 管理区域に設置されている換気設備の有無
- ③ 換気設備の使用状況

について現状を確認した。その結果、

- (1) 金属ターゲットへの照射が無い、又はターゲットと同じ管理区域内に換気設備が無い：5事業所（京大化学研、放医研、若狭湾エネルギー研、東北大サイクロセンター、京大原子炉）
 - (2) 金属ターゲットが真空容器に入っている等により、金属が蒸発しても空気中に直接漏れ出ることのない設計である、又は管理区域外へ放射性物質が漏えいしないように室を負圧に管理し、フィルタ等を通じて適切に排気している：5事業所（高エネ研、東北大電子光研、阪大核物理研、理研、JAEA 高崎研）
 - (3) 金属ターゲットが蒸発しない設計であり、排気は連続で測定し記録を残している（※現地調査を実施）：1事業所（阪大産研）
- ことから、同様の事故が起こることがないことを確認した。

調査を行った事業所

	加速器の種類	エネルギー (最大出力)
高エネルギー加速器研究機構	直線加速装置 3 台 シンクロトロン 4 台 (電子線)	10GeV [最大のもの] (250W)
東北大学電子光理学研究センター	直線加速装置 (電子線)	50MeV (7.5kW)
京都大学化学研究所附属先端 ビームナノ科学センター	シンクロトロン (電子線)	100MeV (0.8W)
大阪大学産業科学研究所	直線加速装置 (電子線)	150MeV (3.6kW)
放射線医学総合研究所	サイクロトロン シンクロトロン (粒子線)	100MeV (500W) 800MeV (1.7W)
大阪大学核物理研究センター	サイクロトロン (粒子線)	440MeV (481W)
理化学研究所	サイクロトロン 5 台 (粒子線)	400MeV [最大のもの] (400W)
若狭湾エネルギー研究センター	シンクロトロン (粒子線)	200MeV (2W)
日本原子力研究開発機構高崎 量子応用研究所	サイクロトロン (粒子線)	90MeV (4.1kW)
東北大学サイクロトロン・ラ ジオアイソトープセンター	サイクロトロン (粒子線)	50MeV (15kW)
京都大学原子炉実験所	サイクロトロン (粒子線)	30MeV (60kW)

(参考)

J-PARCハドロン実験施設	シンクロトロン (粒子線)	30GeV (50kW)
----------------	------------------	-----------------