

# KEK陽子シンクロトロンに於ける誘導放射能の推定と対策

高エネルギー研 加藤 和明, 山口 千里

## 1. 序

高エネルギー研(KEK)に建設中のブースタ・シンクロトロン(500 MeV,  $1 \times 10^{13}$  protons/sec)と主シンクロトロン(12 GeV,  $5 \times 10^{12}$  protons/sec)について、空気や冷却水に誘導される放射能濃度および loose contamination による表面放射能密度のレベルを推定し、必要な対策を検討したので、その結果を報告する。

## 2. 推定の方法

誘導放射能の量は、加速ビームの出力(エネルギーとビーム強度の積)に比例すると考えられるので、これに基づきBNLのAGSやCERNのシンクロサイクロトロン(CSC)や陽子シンクロトロン(CPS)に於いて得られた実験データ等から scaling 法により必要な量の大きさを推定した。

空气中気体放射能の推定には、ブースタについてはCSCの、主シンクロトロンについてはCPSのデータ[表1表]<sup>1)</sup>を使用した。空气中塵埃と表面放射能密度の推定にはCPSでの実測値<sup>2)</sup>を用いた。冷却水の長寿命成分についてはAGSのデータ[表2表]<sup>3)</sup>から推定した。短寿命成分についてはSLACで得られた相対値 [ $^{15}\text{O} : ^{13}\text{N} : ^{11}\text{C} : ^9\text{Be} = 350 : 13.7 : 13.9 : 2.80$ ]<sup>4)</sup>を長寿命成分中の $^9\text{Be}$ の割合を出したCPSのデータ [ $20.6 \text{ pCi/cm}^3 \div 41 \text{ pCi/cm}^3 = 50\%$ ]<sup>5)</sup>により長寿命成分と換算することにより推定した。イオン交換樹脂に蓄積される長寿命成分についてもAGSのデータ<sup>6)</sup>を使用した。

## 3. 結果と考察

結果を表3表 ~ 表8表に示す。

塵埃による空气中放射能濃度および表面放射能密度の管理区域に対する管理基準値を越える<sup>7)</sup>。

また放出時にはフィルタにより塵埃を除き、放出に対する管理基準値を越えるおそれもある。

運転停止直後の空气中放射能濃度は短寿命の気体成分により管理区域に対する管理基準値、放出に対する管理基準値を10<sup>4</sup>倍程度上まわるので、減衰と放出に伴う遮蔽効果

Table 1

Accel.	Operating Condition	Concentration during operation	Composition			
			<sup>15</sup> O	<sup>13</sup> N	<sup>11</sup> C	<sup>41</sup> A
CSC	600MeV, $9.4 \times 10^{12}$ p/s	27pCi/cm <sup>3</sup>	a 55%	10	35	trace
CPS	24GeV, $3.5 \times 10^{11}$ p/s	2pCi/cm <sup>3</sup>	b 59	8	31	2

a : at 30 sec after machine stop  
b : at 52 sec after machine stop

Table 2

Accel.	Operating Conditions	Vol. of Cooling Water	Concentration
AGS	30GeV, $5 \times 10^{12}$ p/s	58m <sup>3</sup>	100pCi/cm <sup>3</sup>

Table 3 Radioactivities Produced in Air

Accelerator	Time after Machine Stop [hr]	In the Accelerator Room			Average over 8hr after Release		Dilution Effect
		Concentration [pCi/cm <sup>3</sup> ]	MPC ["]	Total [mCi]	Concentration [pCi/cm <sup>3</sup> ]	MPC ["]	
Main Ring	0	15	0.29	140	0.45	0.4	≥ 100
	1	0.96	0.55	9	0.12	0.4	
Booster	0	24	0.32	98	0.67	0.4	10m stack ~ 6.7×100 20m stack ~ 28.6×100
	1	1.2	0.47	5	0.073	0.4	

により実効上管理基準内に抑え込む必要がある。主リングについては現状のままごゆるり見通しが得られたがブースターについては高さ10m以上の排気スタック

Table 4 Induced Radioactivities in Air and Loose Contaminations in the Accelerator Rooms one hour after Machine Stop

	Booster	Main Ring
Radioactivities in Air (pCi/cm <sup>3</sup> )		
Gas: Concentration	1.2	0.96
Criterion for Control. Area	4.7 × 10 <sup>-2</sup>	5.5 × 10 <sup>-2</sup>
Criterion for Release	4.0 × 10 <sup>-3</sup>	4.0 × 10 <sup>-3</sup>
Dust: Concentration	---	5.7 × 10 <sup>-4</sup>
Criterion for Control. Area	---	1.0 × 10 <sup>-3</sup>
Surface Contaminations (μCi/cm <sup>2</sup> )		
Contamination Density	---	3.6 × 10 <sup>-2</sup>
Criterion for Control. Area	---	1.0 × 10 <sup>-4</sup>

Table 5

Contributions of Nuclides to Radioactivity in Dust

Mn-54	~ 50 %
Be-7	~ 25
Fe-59	~ 9
V-68	~ 9
Cr-51	~ 7

を設けることで解決することにした。

冷却水パイプパイロン交換樹脂容器の周辺での空間線量率は運転停止時には全くの値と互らなり。この際、運転中には後者の表面付近で100 mR/hr程度となることお予想されるので、容器自体に遮蔽対策を施すか、容器を隔離された部屋に移設することにした。

Table 6 Specific Radioactivities Induced in Cooling Water

	Concentration (pCi/cm <sup>3</sup> )	Composition
Long life	20	<sup>7</sup> Be, <sup>22</sup> Na, etc
Short life	1100	<sup>15</sup> O, <sup>13</sup> N, <sup>11</sup> C

Table 7 Radiation Dose Rates in the Vicinity of Cooling Water Pipe and Ion-Exchanging Resin Vessel

	During Operation	2 hr after
Pipe: at 1 m	92 μR/hr	---
10 cm	920 μR/hr	---
Vessel: on surface	100 mR/hr	---
at 30 cm	2 mR/hr	1 mR/hr

Table 8 Induced Radioactivities Built-up in Ion-exchanging Resin in 3 Months

Nuclide(Half-life)	Activity, A [μCi]	Γ - value [m <sup>2</sup> R/hr·Ci]	Γ × A
Na-22 (2.62y)	4.8	1.19	5.71
Na-24 (15h)	3.0	1.83	5.49
Zn-65 (245d)	3.5	0.298	1.04
Co-58 (71.3d)	0.51	0.55	0.281
Fe-59 (45.6d)	3.4	0.627	0.213
Be-7 (53.6d)	2.2	0.0015	0.0033
Co-57 (270d)	0.012	0.097	0.0012
H-3 (12y)	0.85	---	---
gross β	3.03	---	---

4. 参考文献

- 1). M. Höffert: CERN 所内報告, DI/HP/117 (1969)
- 2). St. Charalambus, A. Rindi: Nucl. Instr. Meth. 56, 125-135 (1969)
- 3). 加藤による1974年6月の調査結果
- 4). G. J. Warren, et al.: 米國AEC報告書, CONF-691101, 99-110 (1969)
- 5). 加藤による1974年6月の調査結果
- 6). W. R. Casey 及び加藤の報告 (1974年12月)