

高エネルギー研陽子シンクロトロンは、ブースターを用いるカスケード方式を採用しており、図に示すように四つの加速器、すなわち、前殺加速器（750 keV コッククロフト・ワルトン）、リニアック（20 MeV）、ブースター（500 MeV AG シンクロトロン）、主リング（12 GeV）から成り立っている。この加速器の主なパラメーターを下表に示す。

Table 1 Parameters of KEK PS	
Main Ring (separated-function type)	
Kinetic Energy	12 GeV
Intensity	$\geq 2 \times 10^{12}$ p/pulse
Mean Radius	54 m
Number of Superperiod	4
No. of Betatron Oscillations	7.25
Maximum Bending Field	17.5 kG
Magnet Aperture	5.0cm x 14.0cm
Repetition Rate	~0.5 Hz
RF Frequency	0.67 0.88MHz
Booster (combined-function type)	
Kinetic Energy	500 MeV
Intensity	$\geq 5 \times 10^{11}$ p/pulse
Mean Radius	6 m
No. of Betatron Oscillations	2.25
Maximum Magnetic Field	11 kG
Magnet Aperture	6.0cm x 12.6cm
RF Frequency	1.6~6.0 MHz
Repetition Rate	20 Hz
Linac (single tank D-T linac)	
Kinetic Energy	20 MeV
Cavity Length	15.5m
No. of Cells	90
RF Frequency	201 MHz
RF Peak Power	3 MW
Peak Current	100 mA
Repetition Rate	20Hz
Beam Pulse Length	20 μ s
Preinjector	750 kV Cockcroft-Walton

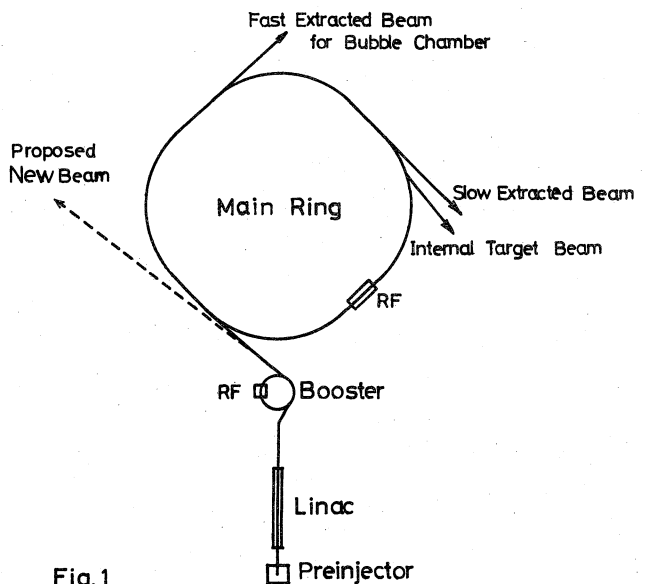


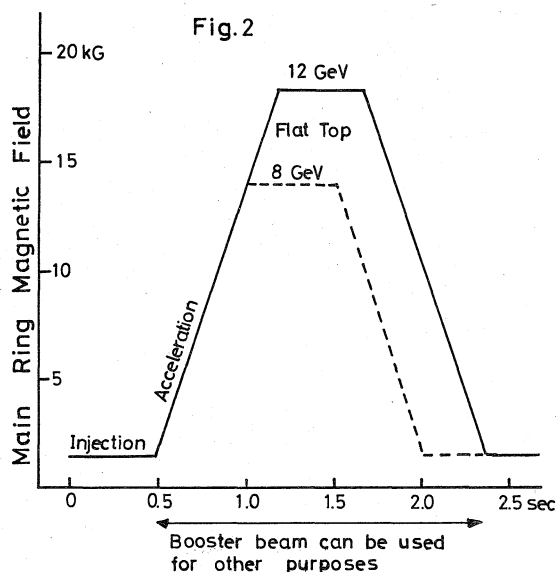
Fig.1 Schematic Diagram of KEK PS

Beam Emittance (measured)			
Linac (20 MeV)	0.47 π cm-mr (for current ~50 mA)		
Booster (500 MeV)	H	5 π	(for 1 x 10 ¹⁰ ppp)
	V	2 π	
Acceptance (calculated)			
Booster (20 MeV)	H	5 π	Main Ring H 6 π
	V	π	(500 MeV) V 1.5 π

Table 2

陽子は、イオン源で水素ガスから放電によって作られ、約40 kVの静電圧によってイオン源から引き出される。そしてすぐに750 kVの静電高圧で加速される。イオン源のビーム強度は、最高300 mAであるが、これは、 4.5×10^{13} pps に相当する。このうち、リニアックに入射されるのは、約200 mAであり、さらにリニアックで加速されるのは、その半分の100 mA、 1.5×10^{13} ppp となる。リニアックから出てくる陽子パルスは、空間的には、約1200 mの長さがあり、これを円周約37 mのブースターに入射すれば、約30ターンに相当するが、実際には、リニアックから100 mAのビームが出ると、その約20%で Space Charge Limit 3×10^{12} ppp に達する。現実的にこの値に到達するには高度の技術を要するので、設計の目標値としては、 6×10^{11} ppp 程度に選定である。前殺加速器・リニアック・ブースターは、毎秒20回のくりかえしで運転し、そ

の結果、毎秒 $6 \times 10^{11} \times 20$ 個の 500 MeV 陽子が作られることになる。



次に陽子は、ブースターから主リングに送られる。このとき、陽子はブースター円周上を一周する間にとり出されるので、陽子ビームは長さ約 15 m のパルスになっており、このようなビームの束九つを主リング円周上に詰めこめるよう、主リング直径はブースター直径の 9 倍に選んである。したがって、500 MeV 陽子の中九つを主リングに詰め込む間は、主リング磁場は一定になっており、その後で加速に移る。主リング磁場波形を図に示す。図に示すように、主リングでの加速・フラットトップ・減速の間、

ブースターのビームを他の目的に使用することができる。主リングで加速される陽子数は、ブースターから主リングへのビームの輸送の効率その他一切を含め、約 50% とすると、

$$6 \times 10^{11} (\text{ブースターの値}) \times 9 \times 0.5 \approx 3 \times 10^{12} \text{ ppp}$$

となる。また、他の目的に利用できる 500 MeV 陽子の数は、平均毎秒 $6 \sim 9 \times 10^{12}$ 個、すなわち、 $1 \sim 1.5 \mu\text{A}$ 程度であろう。

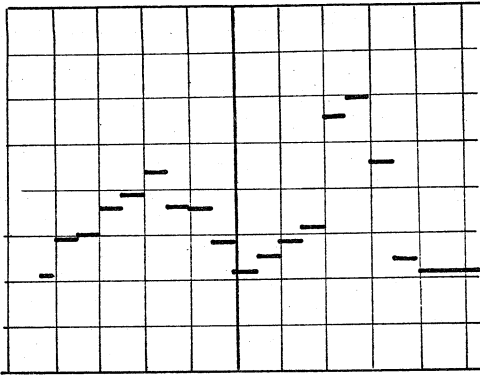
現在までの運転の結果得られているビームのエミッタンスを Table 2. に示す。リニアックビームのエミッタンスは、当初の予想値 $\pi \text{ cm} \cdot \text{mr}$ より小さいので、ブースターへ 10 ターン位入る勘定となる。ブースタービームのエミッタンスは、予想値に近く、この数値から主リングへの入射に特に問題はなさそうである。

Table 3 Operation Record

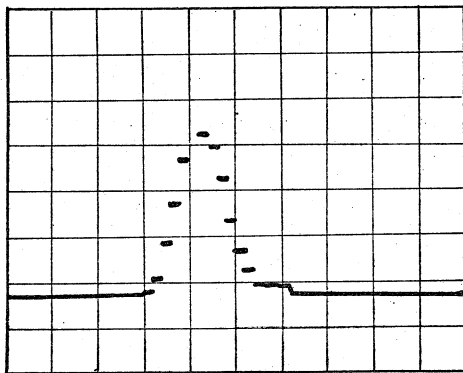
1971	Dec.	Test ion-source produced first proton beam.
1974	July 23	Preinjector produced first 750 keV beam.
	Aug. 1	Linac produced first 20 MeV beam. (Ion-source 100 mA , Linac input 25 mA , Linac output 4 mA)
	Aug.~Nov.	Linac beam intensity increased at every run: Aug. 6 6mA , Nov. 8 10 mA , Nov. 13 23 mA with prebuncher operation , Nov. 20 40 mA.
	Dec. 4	Booster produced 475 MeV beam in its first operation.
1975	Dec. 12	Booster energy reached 500 MeV. Intensity 4×10^{10} ppp.
	Dec.~Jan.	A series of booster operation made; Dec. 18 8×10^{10} ppp , Jan. 30 1.5×10^{11} ppp.
	May~July	Second series of booster operation and extraction test made; Jun. 4~5 Intensity reached 1.8×10^{11} ppp , July 4~5 Extraction test made successfully with efficiency of $\sim 100\%$.
	July 24	Linac got 95 mA in 100mA trial.

Table 3 に、テスト運転の主な経過を示す。主リングおよび主リングへの入射系は現在建設中であるが、主リング運転 11 月開始を目標に作業が進められている。これまでの運転でのビームの束のまきを Fig. 3, 5, 6 に示す。Fig. 4 は、今年 1 月頃のレイアウトである。昨年 12 月～今年 1 月の運転で、ブースターのベータートロン振動数 ν_x が、設計値より小さいことが分かったので、キッカーの位置は S5 から S8 へ移動した。またリニアックのアナライザーは、デバンチ

Fig. 3



LINAC BEAM PROFILE AT S1. (L-Profile)
5mm/div. Hor.-Vert.



ENERGY SPECTRUM of LINAC BEAM
 $\Delta T/T = \pm 0.9 \%$

Fig. 4 Beam Transport between Linac and Booster

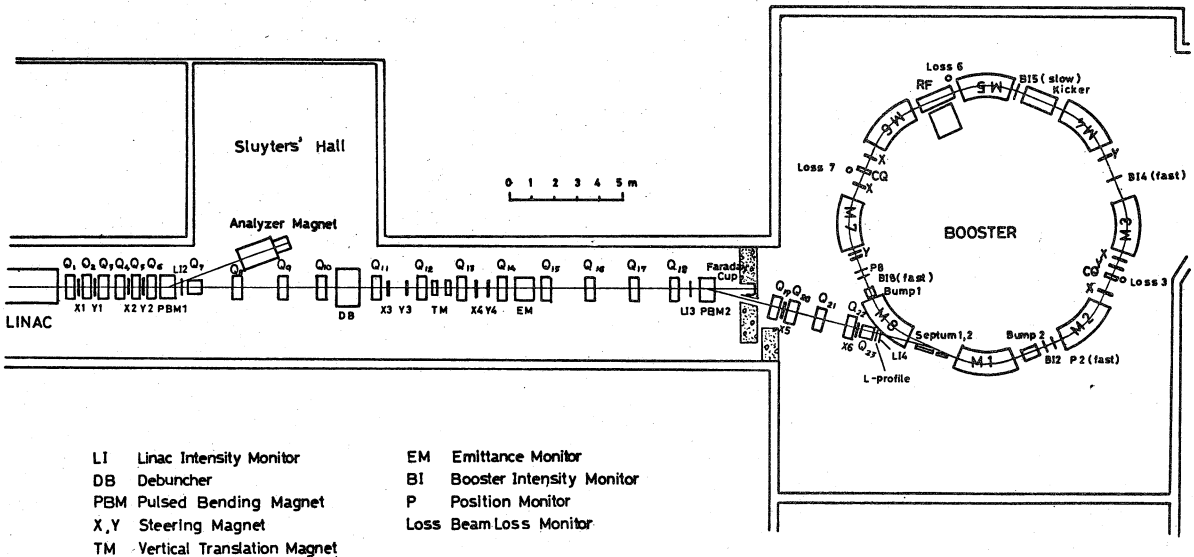


Fig. 5

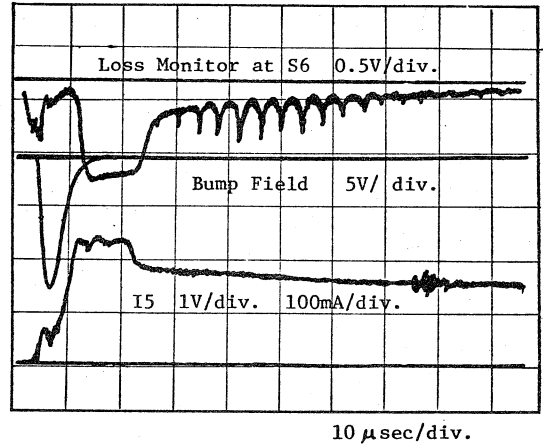
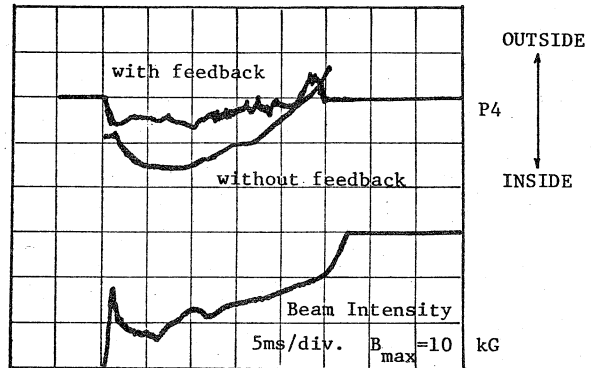
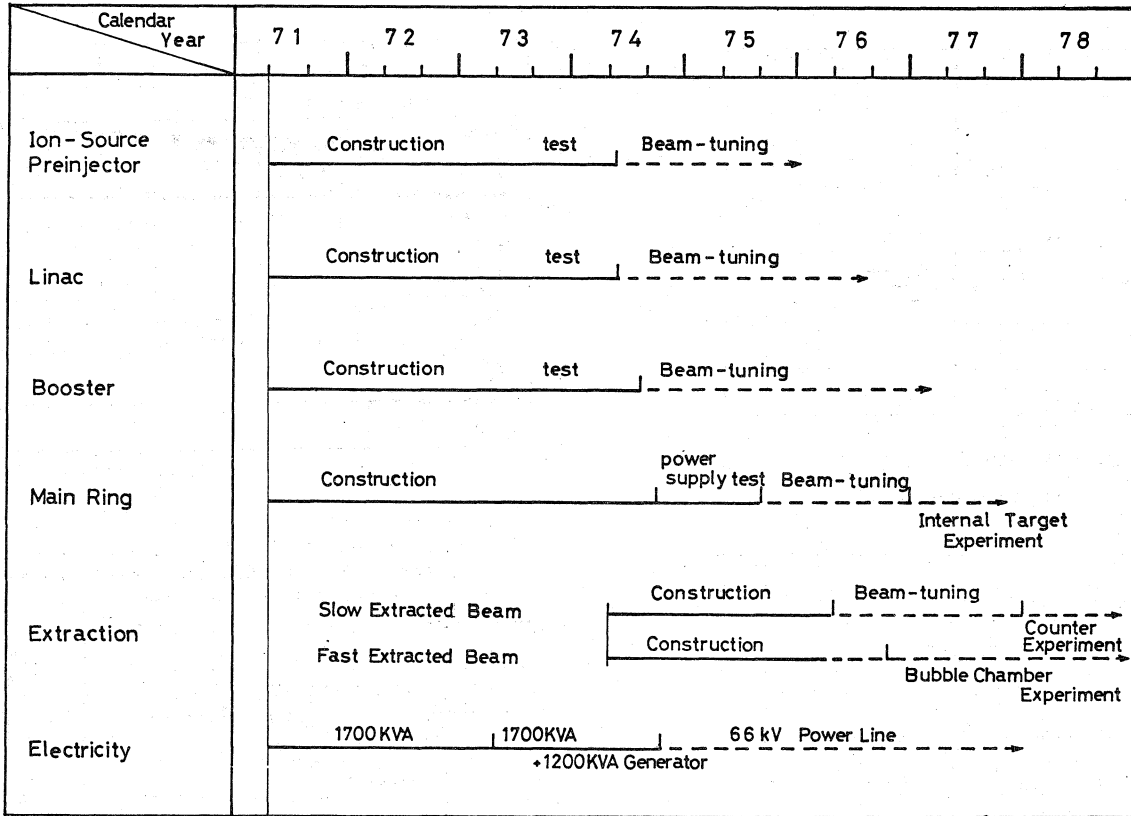


Fig. 6 Beam position (P4, Position Monitor at S4) with/without $\Delta r-\Delta t$ feedback control and beam intensity.



ャーの下流に移動して、デバンチャーの効果を見ることができるようになった。 Fig. 3 はリニアックビームのエネルギースペクトルとフローファイル, Fig. 5 はブースターに入射したビームのひらきを示す。ここで I5 は S5 にあるビーム強度モニターで、最初の 1 ターンビームが観測され、ひきつづいてマルチターン入射でビームが蓄積される様子が示されている。また、Loss 6 で観測さ

Fig.7 Construction Schedule



れる周期的なビーム損失の周期がベータートロン周期の約6倍になっている。Fig.6から、RFの $\Delta r - \Delta f$ feedbackがよく利いていることが分る。

Fig.7に、KEK-PSの建設スケジュールを示す。共同利用実験の開始目標時期は、昭和52年4月である。しかし、KEK-PSの有用性は単に8 GeV ビームの利用にとどまらない。それは、ブースターの500 MeV ビームの3/4は他の目的に利用できる可能性を持っているからである。Fig.8に、ブースタービームの利用を可能にするために、計画が進められている新しいビームラインを示す。ここでは、原子核・中性子・生物・医療など広い範囲の研究や利用が行なわれるであろう。

KEKシンクロトロンについては、KEK年報(英文)のほか、すでにいくつかの解説やレポートが出版されているので、詳しくは、それらを参照して頂きたい。本稿は、それらとの重複を極力避けて、最近の状況を報告したつもりである。

