

L I N A C F O R S P r i n g - 8

H. Yokomizo, H. Yoshikawa, K. Yanagida, A. Mizuno, H. Suzuki,
S. Suzuki, K. Mashiko, N. Nakamura, T. Ishida, M. Iizuka
JAERI-RIKEN SPring-8 Project Team, Tokai-mura, Ibaraki 319-11, Japan

ABSTRACT

Design of a 1GeV linac for SPring-8 has been revised to be simplified. This linac is able to provide electrons and positrons, which are selected by means of extracting-inserting of the target in-between accelerator sections. The linac length is reduced to be 140m from an electron gun to output of ECS. LSBT is also shortened to be 35m. The building of the linac is revised and directly connected to a synchrotron building.

S P r i n g - 8 の 線 型 加 速 器

1 はじめに

放射光施設SPring-8は、数年にわたる設計検討を経て、線型加速器と蓄積リングの一部について製作を開始した。このSPring-8の設計内容は、すでに多々報告されているが、製作を開始するにあたり、施設全体の設計見直しを行った。本論文では、線型加速器の現設計について報告する。

2 設計条件

蓄積リングへの入射器として要求されている条件は、全エネルギーで入射すること、および、電子と陽電子の両者を入射できることがあり、入射器は8GeVのシンクロトロンと1GeVの線型加速器から構成される。蓄積リングでは、電子および陽電子に関してそれぞれ単一バンチ運転と多バンチ運転をすることを考えている。従って、線型加速器の加速ビーム条件としては、単一バンチ運転用としてパルス幅1nsecの電子と陽電子、多バンチ運転用として10nsecの陽電子と1 μ secの電子を提供できるものとした。シンクロトロンのアクセプタンスによって、線型加速器出口でのビームのエミッタンスおよびエネルギーの広がりを出来る限り小さくするように要請されている。

建設コストとしては、加速器と建物とを合わせた費用で節約をはかる必要があり、その結果、線型加速器の全長、および、線型加速器とシンクロトロンを結ぶビーム輸送ライン(LSBT)を出来るだけ短くするようにした。

3 構成と性能

陽電子の発生は、図1に示すように線型加速器の途中に挿入するターゲットで行う。

ターゲットの手前の加速部分をHL (high-current linac) と呼び、後ろの加速部分をML (main linac) と呼ぶことにする。HLは、最大電流10Aの電子ビームを約250MeVに加速してターゲット

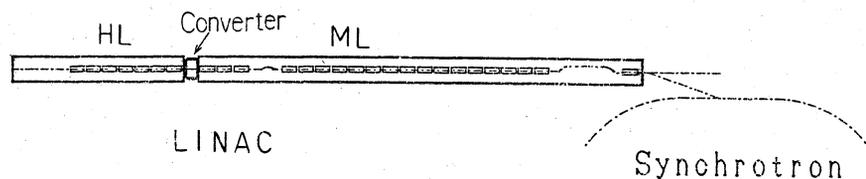


図1 線型加速器の概念図

トに入射し、陽電子を発生させる。MLで陽電子ビームを約0.9GeVまで加速する。電子ビームを出力するときは、ターゲットを引き抜いておけばよい。従って、電子の場合のエネルギーはHLとMLの和となり約1.15GeVとなる。線型加速器での出口ビームの性能および電流値は、表1に示す値を設定した。電流値は、エミッタンスとエネルギーの広がりとも1 σ を満足する電流量と考えているが、陽電子ビームの場合には電流値が小さいことから、エネルギー圧縮システム(ECS)が必要になると考えている。ECSとしては、エネルギー圧縮率1/5程度を想定しており、設置スペースも建物に確保してある。但し、陽電子発生装置として性能の良いものが開発でき、陽電子ビームの電流値が充分大きく得られれば、ECSは不要になりその場合は製作しない。

陽電子を加速する場合、ターゲット以降、陽電子と電子とが混在して加速されビーム性能を測定するうえで障害となる。そこでMLのエネルギーで約120MeVの場所に、振り分け磁石を設置する。これは、小型偏向磁石を4台組み合わせたものであり、電子と陽電子を反対方向に数cm分離し、電子のみを選択的に除去するものである。また、必要となれば、この偏向磁石と手前にある加速管との組み合わせで、陽電子ビームの位相圧縮を行うこともありうる。

加速周波数は2856MHz、加速管の構造は定勾配進行波型の2 π /3モード、加速管の長さは1本当たり81セル、2.835mを選択した。加速管1本当たりのマイクロ波入力を26MWと設定したので、加速電界としては~16MV/mが得られる。クライストロンは、実績が有り信頼性が高いこと、入手が容易であること等を判断して35MW級のものを基本として検討を進めており、定常運転時は最大定格値の80%で運転することになる。

加速管の本数は、HLが7本、MLが19本、ECSが1本の合計27本である。電子銃からECS出口までの全長は、140mである。LSBTは、15°-15°の曲げ角とし、線型加速器のビーム軸とシンクロトロンの入射直線部とは平行で、その間は6.5m離れているようにした。LSBTの全長は約35mであり、そこでビームパラメータのマッチングをとり、かつ、ビーム性能を測定できるようになっている。

General		
Frequency		2856 MHz
Klystron operating power		26 MW
Total length		140 m
Repetition rate		60 Hz
High-current linac		
Energy		250 MeV
Current		10 A
Converter		
Type		Tungsten
Thickness		7 mm
Conversion efficiency (e+/e-)		≥0.001
	at converter (for 250MeV e-)	
Main linac		
Output Energy		0.9 GeV(e+)
		1.15 GeV(e-)
Current		10 mA(1ns,10ns)(e+)
		100 mA(1 μ s), 300mA(1ns)(e-)
Emittance(1 σ)		≤1.5 π mm mrad(e+)
		≤1.0 π mm mrad(e-)
Energy spread(1 σ)		≤±1.5 % (e+)
		≤±1.0 % (e-)

表1 線型加速器のパラメータ

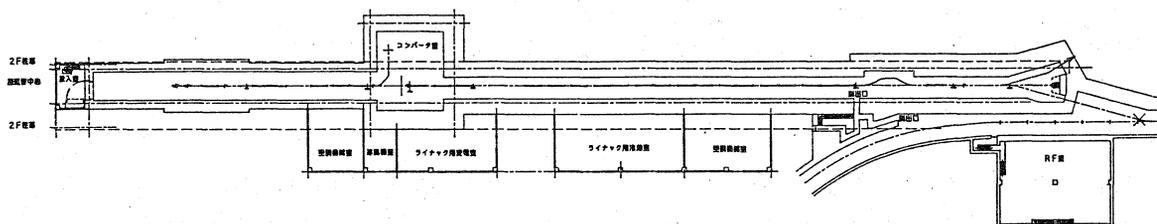


図2 線型加速器棟の1階平面図

4 建物と配置

図2に線型加速器棟の1階平面図を示す。機器の搬入口は、電子銃側の1箇所である。線型加速器のビームを利用するための引き出し用スイッチングヤードは、陽電子発生装置（コンバータ部）と1 GeVの出口部分の2箇所である。コンバータ部と1 GeVのビームダンプ部では、放射線に対するローカル遮蔽とオゾン等に対する空気管理を局所的に行うように要請されている。保守管理用の通路は、図2のビームに対して下側に約1.5 m確保してある。ECSやコンバータ部の機器など、線型加速器が完成したあと搬入するものは、この通路を通過できるように設計する必要がある。運転員の出入口として、ECS周辺に通路を設けた。線型加速器とシンクロトロンを合わせた制御機器室はシンクロトロンの入射点近傍2階に位置しており、運転員の加速管室への入室が容易となっている。LSBTが短いことから、線型加速器棟とシンクロトロン棟とを分離することができず、一体として設計している。その間を仕切る壁は薄い所で約2 mであり、シンクロトロン側で作業しているときには、線型加速器の運転はフルパワー試験ができないという制限がついている。

図3にSpring-8の敷地全体図を示す。現設計では、線型加速器棟を短くし、シンクロトロンとの相対位置を平行にしたことから、将来スペースが広く確保できた。

5 おわりに

線型加速器は1991年から電子銃からバンチャーまでの入射部、加速管、電磁石の一部の製作を開始した。残りの部分は1993年から製作を開始する予定である。

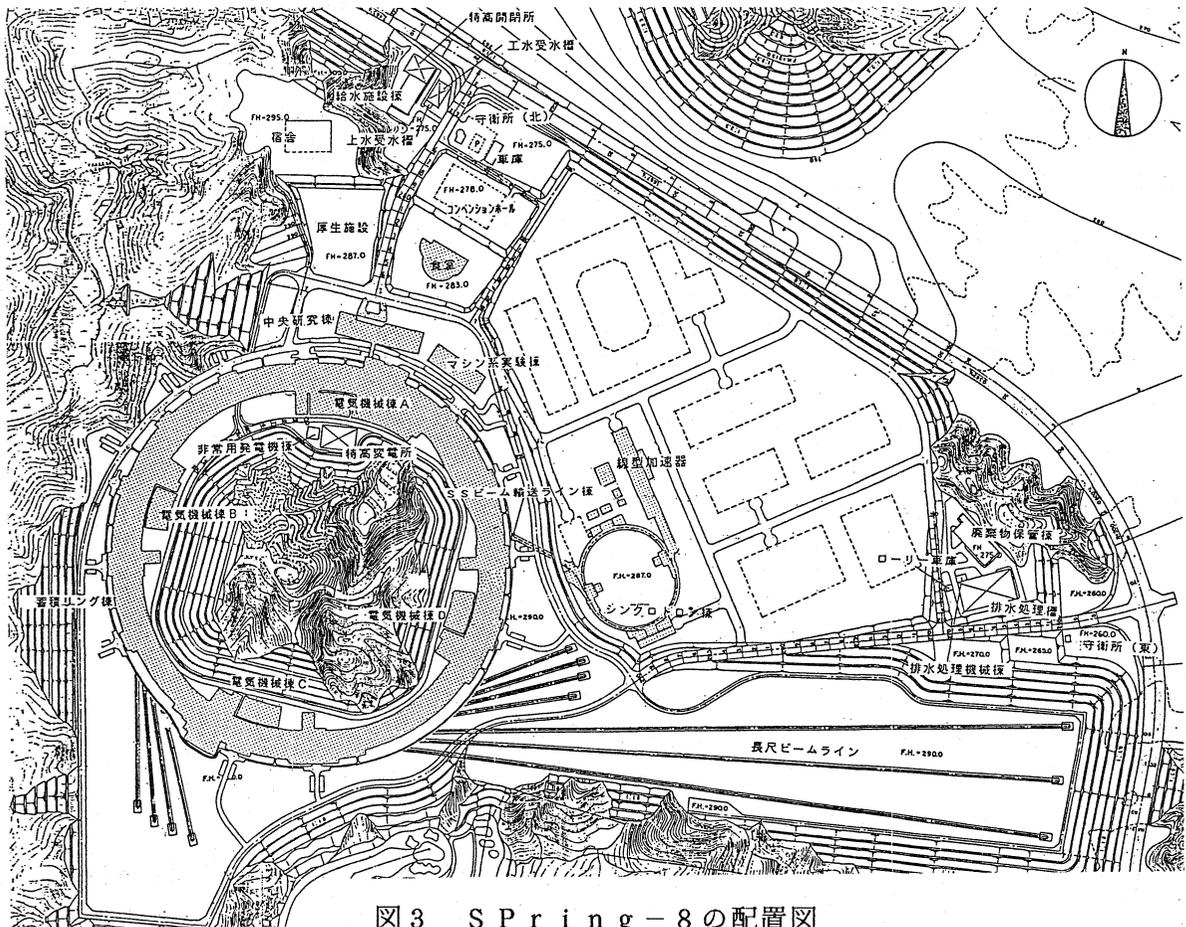


図3 Spring-8の配置図