

INS ライナックの現状

新井重昭 小林季一 東条栄喜 吉田勝英 武藤正文 (東大核研)

原子核研究所の1.3 GeV 電子シンクロトロンは入射器として15 MeV ライナックを用いている。このライナックは旧 6 MeV ライナックを1974年に更新したものであって、ここ3年余り順調に稼働してきた。入射エネルギーの増強とエミッタンスの向上が主に寄与してシンクロトロンのビーム強度は飛躍的に増加し、最近では周回電流値が100 mAと、旧来の約2倍に達している。その結果、周辺の放射線レベルや加速器本体の放射線損傷などに問題が発生している。このような事態に対し、入射器側に求められることは、ビームのエネルギースペクトルとエミッタンスを向上させ、シンクロトロンでの捕獲効率をよくすることである。そこで次の様な対策を構じてみた。

I. 電子銃からのビームを改善すること

電子銃からは100 keV, 5~700 mA のビームが約 2×10^{-3} mrad のエミッタンスで出ている。ダイオード式で加速電圧はパルスであるから、電圧の立ち上り、立ち下りの部分で出る、100 keV 以下のエネルギーのビームが混在している。このビームはライナックのRFに無駄なローディングをもたらすのみならず、出力ビームのエネルギースペクトルも悪くするであろう。不要なビームはなるべく上流でカットすることにしたい。幸い、このエネルギーの弱いビームは適当なドリフトスペースをおけば、空間電荷反発力で外側へおし出されてくるので、適当な径のコリメーターでカットし得るであろう。そこで電子銃のアノードに隣接している集束用ソレノイドコイルを off にして、ビームのクロスオーバーポイントの下流に8φのコリメーターを置いてみた。このコリメーターの上流側と下流側に特性の等しいカレントモニターを置いてビームがカットされる様子を見ると、適当な運転パラメーター(加速電流、電圧)の時、Fig. 1 のような波形が観測される。パルスの両サイドが削られている方が下流側の信号であって、コリメーターが予期したように作用していることがわかる。Fig. 2 はパラメーターが適切でなくて、必要なビームもカットしている様子を示している。さて、このような調整をほどこしたビームをライナックに入射させてみると、まず第一に以前と同じ出力ビーム強度に対し、RFのローディングが自立して減少していることが観測された。出力ビームを運動量アナライザーに通してみると、Fig. 3 に実線で示すようなスペクトルが得られた。実線で示した方は以前のスペクトルであって、エネルギー利得が上がると共に過渡効果による部分が減少して、全体としてスペクトルがよくなっている。シンクロトロンでの加速状況に大きな変化はないが、放射線損傷が軽減していることが期待される。

II. 出力ビーム用のアロファイルモニターを設置し、ビームの位置と幅がりを調整すること

ビームの位置とアロファイルを on line で見るにはマルチワイヤ

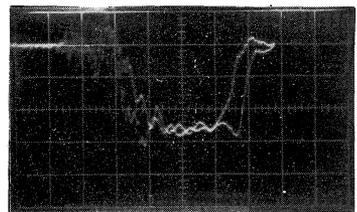


Fig. 1

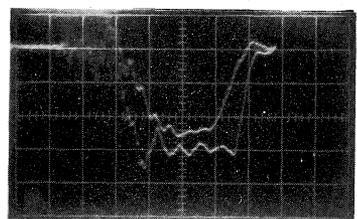


Fig. 2

モニターが適している。しかもビームに対して non-destructive である方がよい。我々は 200μ の太さの Be-Cu 線を 1mm 間隔で 縦横各 18 本ずつ張り、ビームによる secondary emission を検出して オシロスコープ上に display する方式のモニターを二台セットした。二台を約 2m の間隔で置くことによって、ビームの位置のみならず、方向と拡がり角度も見れる。これはシンクロトロンへの入射器として極めて有利である。未だ調整中であるが、観測されたプロファイルの一例を Fig. 4 に示す。上が横方向、下が縦方向のビーム断面を示している。各 channel の droop が大きくなって見づらくなるのは現在では改善されている。また各 channel 間に多少ばらつきがあるがこれ

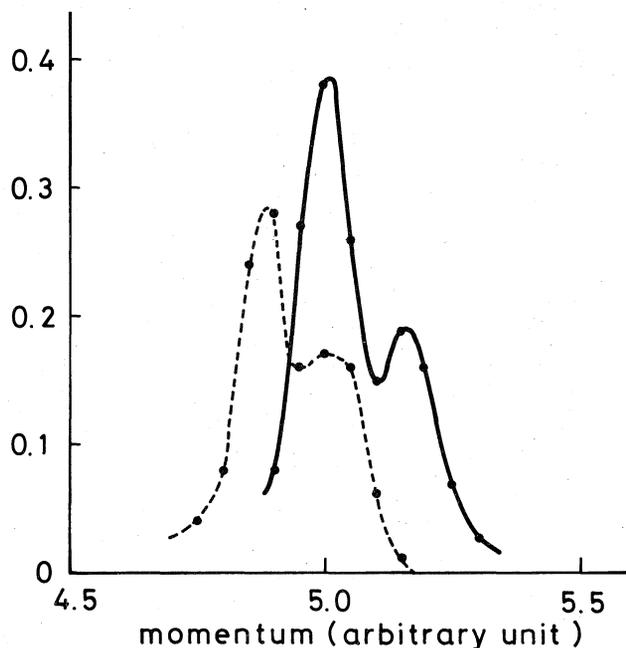


Fig. 3

が gain のおらによるものかどうかが究明中である。図から見るとビームの拡がり半値巾で $8\sim 9\text{mm}$ あり、別の手段で観測した値 ($\sim 5\text{mm}$) より大きい。ビーム径路に沿って ionize された電荷に感じている可能性もあるので対策を検討中である。他に、ワイヤを張るための基盤が帯電して発生する電場のためにビームが散らされる、と見られる現象があり、これは電場シールドをほどこすことによりかなり改善される。シンクロトロンへの入射効率にはビームの位置と角度に極めてデリケートに依存するのでこのモニターにより、運転方法の客観的データをヒトたいと考えている。またビームの拡がりを見ながら集束用ソレノイドコイルの適正電流値を見つけたり、その他ビームの性質の向上が図れるものと期待している。

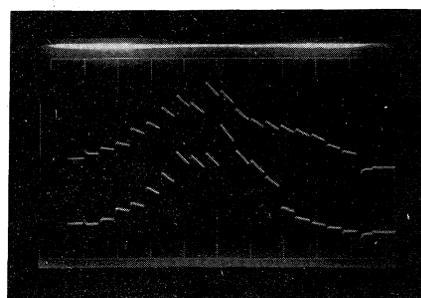


Fig. 4

Ⅲ. ビームローディングの研究

電子ライナックにおいても、バンチャーとリクチャーセクションが一体となった加速管の場合、ビームローディングがエネルギー利得、スパートル、電子の捕獲効率に与える影響を無視できない。このことにつき進行中の研究はこの研究会で別に発表される。