

パネルディスカッション 「加速器の運転と保守」

コーディネーター：竹腰秀邦（京大化研） 補佐：小山田正幸（核理研）

パネラー：浦澤茂一（核理研），北島正博（京研），稲垣慈見（高工研）
宮沢桂敏（理研），吉田勝英（核研），三角智久（電総研）

竹 腰：今回の研究会は、普通の学会的な趣向とそれから懇談会的な性格があるようでございまして、昨日からさんざんしごかれまして、この辺でダウンしまして、今晚又しごかれるかとビクビクしておったんですが、お酒が出ましたので、まずカンパイしてから（笑）
リニアックは、プロトンリニアックは今の処本格的に動いているかどうか、私存じ致しておりませんが（笑）電子リニアックは恐らく日本で最も動いている加速器だと思えます。それで研究屋さんには暗雲に動かせということをおっしゃるに違いないし、又、運転や保守をや、っていらっしゃる方は、正常に動かすためには止めて色々チェックしたいとか、そういうことがあると思えます。それから腕を上げるために色々試みたいとか、そういう色々なシレントというかありまして、そういうものをうまく調整されて、東北大学みたいなかくかくたる成果を上げていらっしゃることに思いますが、そういう難しい問題があるかと思えますが、そういうことを今日は普段言にくいことを、これは酒飲み放談会でございますから、言、っていただいて結構かと思えます。一応録音はしてございますが都合が悪いことは載せないようでございますから、其の場限りだと思って話していただいたらよろしいのではないかと思います。

パネラーの方を紹介させていただきますが、核理研の浦澤さん、運転オペレーションの大將でございます。次は京研の北島さん、運転の方を主にやっていらっしゃる。それから高エネルギー研の稲垣さん、今は目下色々な機械の、まだ運転までいっていませんでしょうけど（大笑）。それから理研の宮沢さん、今盛んにハイラックを御設計中です。それから核研の吉田さん、リニアックの方の責任者でございます。それから電総研の三角さん、電総研はなんかシステムが面白いんで、或いは色々話があると思えますが、運転も研究もや、っていらっしゃるわけでございます。そして最初皆さんの色々立場とか、研究者の色々なやり方がございますので、最初マシントイムの構成、まずどういう運転モードというか、どういう実験をどの位や、っているか、それから特に運転調整にどの位とるかということをごく簡単にマアお話しいたいと思えます。

浦澤さんの方から一つ……………。それからアノおっしゃる場合には、出来ましたらパネラーの方は結構でございますが、他の方は恐れ入りますが、所属とお名前を言、っていただけたら結構でございます。

浦 澤：マシントイムの構成と言いますと、我々の処は4月から9月末までを年度の前期としまして、それから残りの10月から3月末までを後期として、大体その期間に課題採択委員会

が採択した実験を、まあ何というか、我々マシンをメンテナンスする者から言うと、連続的に同じ実験を繰り返してもらった方が調整はいらないし、それからマシンの方の故障等も少なくなると思うのですが、現在は長くて36時間です。短い方は毎日毎日違うビームを出しているような状態です。大体原子核が60%、それから中性子回折、R.I.が残り20%、20%ぐらいで、大体その割合は所所当初からあまり変わっていません。マシンの調整には、大体我々公務員というものは朝8時半出勤でございまして、8時半にスイッチオンしまして、30分でレディーになります。レディーになった後、普通はこれはあの大体的時間を調整の時間の目標としまして、±15分程度はありますが、特に難しい調整でないかぎり大体10時半±15分ぐらいからは実験を開始致します。朝、我々グループでオペレーションしまして、大体保証通というものは無いんですが、ユーザーと我々との間である程度不文律がありまして、大体この辺出ればタッチしようと、日中のオペレーションはユーザーの方にお願しております。（浦澤さん、正切って渡して下さい。全部言わないで、要するにマシンタイムの構成だけを最初に言って下さい。（笑））。

そういうことで、次にお渡します。

北 島：原研のリニアックは、核物理や研究室の一研究室に所属してまして、中性子物理の研究やR.I.の製造等の実験に利用されています。

マシンタイムは、通常毎週金曜日に開かれる研究室会議の隔週の研究室会議で、2週間先の2週間を決めております。週の前半が普通中性子実験で、1週間につき3日乃至4日とりまして、あとの残りの2日乃至1日を照射実験の方に回しております。

それから共同利用としまして、所外の照射実験が毎月1件乃至2件、ビームが出ている月の話ですが、そのようになっております。その他に所内の中性子回折室の実験が毎月1日乃至3日の割で行なわれております。

船 垣：先程からプロトンライナックが本当に動いているのかどうかという話があるので、まあ一言ダウンタイムの話も今迄について致しますとですね、今迄74年の8月1日に最初のビームが出ましてから76年の7月17日迄の集計なんですが、1106.7時間運転致しまして、ライナックスタディに使われた時間は152.8時間、これは13.8%、それからライナックのダウンタイムは19.2時間で1.7%です。74年からいしますと、運転時間は少ないですけどブースター或いはメインリングのインジェクターとして使われているわけですから、主リングの仕事がなかなか進まなくて週に3日だけ運転と致しましてですね、残りはその他大きな改良とか準備をしても次に仕事の変更がありましてですね、ライナックの方は何時でも出せるわけなんですが、水、木、金と運転しているわけです。ダウンタイムは最初75年迄は7時間位だったんですが、最近は一週間で大体20分程度、何か一寸インタロックなどのトラブルがありまして、0.6%ぐらいあるんですけど、その他ほとんど問題なく運転されております。

宮 沢：一寸あの理研の方ではまだライナックがビーム絶対出ない状態にあるものですから、2年前まで携わっていたサイクロトロンの方を取り上げさせていただきます。

粒子の方で言いますと、P, d, α , ^3He それから C^{4+} , N^{4+} , N^{5+} , O^{5+} が大体使われております。もう一人可変エネルギーですけれど、それで運転は原則として24時間、日・祭日なし。それでマシンタイムは大体40日を周期として決めております。

マシンタイムの配分ですけれど、大体原子核実験が60%程度、あとの残りを物性とか放射線化学、放射線生物、原子分子の分野、或いは核化学、R.I.、多種多様に、っているわけです。それでマシンタイムを非常に使います原子核のグループというのが毎週金、土、日を使うようになっていて、金、土、日のうち金曜日、土曜日だけオペレータがついてまして、日・祭日はオペレータなし、ですから実験者が自分で運転するわけです。金曜日と土曜日の平日になるわけですが、これも朝8時から夕方4時迄はオペレータがいるんですけれども、それ以外は全部実験者です。原子核以外のグループでは朝8時から夜24時迄ですが、オペレータが一応つくようです。

吉 田：原子核研究所は、ライナックは15 MeV という低いエネルギーですが、シンクロトロンに入射しまして、公称1.3 GeV の電子を加速しているわけです。それは電子そのまま引出して使われる場合もありますが、大抵の場合はインターナルターゲットでX線に変換してそれを使っているわけです。マシンタイムですが、年に一度マシンタイムの採択のためのシンポジウム委員会が開かれて、その年度のマシンタイムが決まるわけです。

何年か前から大マシンタイム制と言われるものが採用されて、つまり細かく区切って配分しない。重点的なテーマに沢山マシンタイムを与えるというやり方になりまして、大体年に3つか4つのテーマにマシンタイムが開放されるわけです。しかし、最近はそのでもなお不充分だというわけで、つまり実験のためのセットアップを一旦作ったのを一々壊しているのは効率が悪いということで、セットアップを共用するという観点から年に2つ位のテーマにマシンタイムを配分するようになっております。ですから、一つグループが半年とかそれ以上実験を続けるわけです。現在ライナックが故障していない限りは只今、現在でもビームが出ているはずでして、才13回のマシンタイムというものになっているわけです。つまり共同利用が開始されてから12年目に当たるわけです。

週の運転の仕方ですが、やはり昼夜連続に運転されていて、月曜日の朝9時にマシンが一応ストップして実験グループからマシングループに引き渡されるわけです。それから明けて火曜日の夜9時にマシングループから実験グループにビームが返還されるわけです。その間に必要なメンテナンスをやるわけです。しかし、最近では13年も動いているにもかかわらず故障が比較的少ないので、これはかなり重点的に補修をやったせいもあるのですが、故障が割と少ないこともありまして、場合によっては月曜日だけのメンテナンスで、あと火曜日はサービス、ボーナスという形でビームを実験グループに渡していることもよくあります。エネルギーは最高公称1.3 GeV ですが、実際に出ますのはマグネットのサチュレーションとか、シンクロトロンの方の加速のRFパワーが不足するということもありまして、実用上は大体1150 MeV位に留まっているわけです。下の方はモノとかそのぐらいなのですが、それは週の合同にも何度かエネルギーを変えとか、インテンシテ

一は大抵のグループはなるべく高い方が良いということなんですが、実験の種類、例えばフォトンタギングと言われるものが最近用いられていますが、こういうものになりますと出来るだけ低いインテンシティで安定して出してくれというような要請がくるわけですが、これは易しそうで、かえって難しいわけですね。ベストチューニングでない状態で、しかも安定させるというわけですから、我々の経験としてはかなり難しい要請です。ここに繰返しはどうかと書いてありますが、リニアックとしては非常に低いわけですが、 21.5Hz という周期です。

三 角：電総研ですが、これは先程竹腰先生から一寸御紹介といたしますが、ありましたように、今までお話を伺いました他の研究所とは一寸違った体制になっておりまして、研究者が即オペレーターになる。場合によっては、下手な研究をするよりもよくオペレートする方がずっと難しいこともあるわけですが、そういうことがあります。マシンタイムをどうするかと。例えば、核研のように一年分をあらかじめ決めるといふ、そういうことはございませんで、大体一週間のうち3日以内至4日最近は運転をする。テーマとしては6つか7つ位多く見てあるわけですが、今日どれとどれをやろうとかいうような事になりまして、それからエネルギーなども今日はこれぐらいで頼むと、その日の主として担当する者がそういう希望を出すわけです。その日のオペレートしてくれる他の研究者が、その希望に沿うように頑張ってくれと。それからビーム強度、これは最近はおまじりうるさいことは言わなくなりました。大体多く出れば良いというような感じですが、それからエネルギーはその実験によつて変わりますので、大体順序としては、原則としてでしたら、低エネルギー、例えば6 MeV位とか、そこで一つのランが済んだらもう少し上げていくとかいうようにして、おおおそ、その様を見当でやっています。その日によっては他の我々のグループ以外から照射実験の依頼がありまして、そういう場合には、そちらのエネルギーに合わせてまず先にそれを済ませてしまう。その後グループ内の実験に移るので、例えば照射実験が25 MeVであったとして、その次の実験で6 MeVが欲しいと言え、そこで急激に下げっていくと云うことをやっています。繰返し数と言ふようなお話がありましたが、それはこの数年はほとんど特殊な場合を除いて50 PPSにはほぼ固定されていまして、100とか150とか上げることはまずありません。パルス中は $2\mu\text{s}$ 、運転モードが変わるであろうと云うような話がありまして、ビームチャンネルと言ふのがありますが、電総研ではストレートのビームと、あと偏向していったそういうもの、目下はその2チャンネルしかありませんので、ビームチャンネル何番とかそういう名前は特に付けておりません。大体以上のようなものです。

竹 腰：どうも有難うございました。只今のパネラーのお話について、何か御質問だとか、補足されることばございましたら、おっしゃっていただきたいと思っております。

鳥 塚：今、マシンタイムのタイミングの話で、核理研の実験は、要するにマキシマムでも36時間、(核理研) 向で、しょっちゅうビームの性質が変わる運転をさせられて、非常に苦労しているという話があったと。それに対して、一方核研の話では一年、最近ではメーターに絞って実験のセッ

トアップを又つしていて、それで通して実験をしていると、非常に大きな差があることについて説明をしたいと思います。要するに核理研の実験というのは、別の言い方をすると今までわからないことを測るということをやりますから、一寸やってみないと(笑)一寸やってみて、様子を見て次の実験の方法を考えるとというふうな、考える時間を欲しいと、それで又実験をやっ、今や、ている実験よりもっと別の方法があるかというふうな、も(なければ読けてやる様子、一寸やっでは考えるという様子やり方でもって実験をするので、要するに確かにビームの運転の点では効率が悪いけれども、核理研のやり方は物理の方では効率がいいんじゃないかと、そういうふうな事を考えています。ただハイエナジーの実験ではなぜそういう事が出来ないかという、多分それはクロスセクション、非常に小さいから或程度溜めないと物が言えないという事、それが著しい相違ではないかと思えます。

吉田：一寸だけ言わせていただきますと、かつては予備マシンタイムというものがあまして、30シフトつまり1シフトというのは半日なのですが、30シフト位の予備マシンタイムというものをやってみて、その結果で大きなマシンタイムを与えるという方法がとられていたのですけれど、最近実験の性質といいますか、1.3 GeV というのは世の中のこの種のマシンとしては決して高くないわけで、もう実験の性質がかなり固定してきているわけなんです。それでもう予備実験をやるまでもないということになって、直接マシンタイムを配分する。そういう傾向があります。

佐藤(高工研)：僕も前核研に居たんですけども、多分核研の実験は精密実験に入って、1ターマをやするには、さっき島塚さんも言われたように非常に精度を上げないとだめなんですネ。そうするとクロスセクション小さいせいもあって、非常に統計を上げるのは大変だということも確かにあると思います。それからもう一つはですネ、セットアップが結構大変なんですネ、一旦崩しちゃつと又コインシデンスの実験が多いものですから、タイミングから何から全部やり直さなければいけないと。それだけで結構20~30シフト使う場合もあり得るわけですネ、そうすると効率が悪い。同じシステムで同じ様にやる方が効率が良くなる面もあるんで、そういうことだと思えます。

竹腰：この問題は非常に本質的な問題だと思うんですが、というのは機械が新しい時には皆たかって、どうやってセレクトするかと(笑)。古くなったらどうやって使っていただくか(大笑)というふうな、端的に言ってそういう問題ではないかという気がしますんで、実はこちらに用意したものがびびりまして、先を急ぐといったらあれでございまして、次へ進ませてもらいたいと思いますが、マシンの始動法とか、ビーム調整それから必要人員、所要時間等、なるべく簡単にお願いたしたいと思います。

浦澤：先程話始めたんですが、スイッチオン後多分30分はウォーミングアップで、それから調整が1時間土15分位。ビーム調整の難易度と言いますと、今日報告ありましたECSは充分馴れていませんので、これは又時間位は現在かかっているようです。

必要人員は大体決った実験ですと1人又は1.5人程度、大体1人で、但しECSの様にはまた古い加速器分には新しい部分という人は人が集まり、比較的2、3人は必ずいるみたいです。そういう意味では、大体ビーム調整時間というものはユーザー側にも理解されていますし、我々の方も或る時間経ると、もうそろそろタイミングだと言うことになっていて毎日やっています。

北島：京研の場合は、今電源を入れまして、30分位で運転を出来る様になります。冷却水の温度が40℃で運転しておりますので、そこまで持って行く時間が少々かかる時がありまして、1時間位になるということです。冬の場合は冷却水が凍るのを心配して固いておりますので、大体30℃位になっておりますので、かえって早く上がることがあります。ビームの調整なんかは1人でも出来る様になっておりまして、ただ一寸難易度という事になります。電子銃の直後にビームカレントモニターがないので、今どのくらい出ているかというのが分かりません(笑)。調整は今才1加速管、才2加速管とあとの3本の加速管が夫々少(づ)つ周波数が違っております。特に才1加速管においてはバンチャー部とレギュレーター部の間での周波数の違いがありまして、そのせいだと思っております。エネルギーを一定に揃えるのが難しい時があります。だから日によって違っておりまして、調整時間に1時間から1.5時間位かかる状態です。

楢垣：高エネルギー研では、水曜日の朝9時から土曜日の朝まで連続して運転します。朝9時にビームを出すすると、大体8時位に来れば良いというふうになっておりまして、全体はプリインジェクターとリニアックに分れているのですが、インジェクターの場合に例えばイオンポンプからターボモレキュラーポンプへの切り換えですとか、イオン源を通电してガス圧を上げるとか、そういう仕事に30分位かかる。プリインジェクターのチューニングに大体18分から見えますと20分位、或いは7分位という事です。ライナックの方はやっぱり5/6の3極管のヒートアップに1時間位時間がかかるのですけれど、チューニングの時間は24分とか、30分とか(ページと捲る音)、6分とか大体その程度で出来ます(笑)。あのこれはですね、小島先生が書かれましたオペレーショナルサマリーの権威あるレポートです。(大笑)

宮沢：理研の場合はサイクロトロンですので、一寸違うと思いますが、軽いイオンの場合は通常大体30分程度、まあ1人ですネ。それから重イオンを出す時はイオン源の交換が入りますから大体半日みております。マシンタイムは大体軽いのと重いとなるべく長くようにしてあるので、(よ)ちゆう時間がかかるというのではないんです。

吉田：核研の場合、マシンが若干複雑なわけでは、縄張りがあるわけです。マシン全体がいくつかの持ち場に別れていまして、リニアックが3人、真空が4人、それからシンクロトロンの方がRF加速が2人、それからリニアックとシンクロトロンを繋ぐビームダクトが1人、それからシンクロトロンのマグネットが2人、全体のコントロールが2人、総勢13人というマシングループになっているわけです。始動法と言いますと、その各々がスタートする場合全てが順調であれば、クライストロンのヒーティング時間20分というのが

始動時間の最大の時間ではないかと思ひます。あとガンのヒーティングなどがありますが、20分以下であるわけですから、フライストロンのヒーティングの時間が最大です。運転のパラメータというのは毎日克明に記録されていますから、それに合せてビームスイッチオンすると調子のいい時には直ちにビームが出るということで、13年の経験を積んだということもあるんでしょうが、始動は比較的易しいと我々自身は感じているわけです。調整の難易度といいますのは、やはりリニアックとシンクロトロンとのマッチングの問題として、リニアックのエネルギーとかエミッタンスとか、それからシンクロトロンへの入射角、そういうものが最も調整を要するところで、とにかく現にや、ているんですが、インテンシティーを上げようと思ったらやはりリニアックからシンクロトロンまでの間の調整、それが終つてからシンクロトロンのRF加速、この調整、この二つが調整するといえは調整をするものとなります。

三 角：電総研のリニアックの場合は、マシンの始動に要する時間というのは先程来たようにも申していますように、フライストロンのヒーティングタイム、それからやはり電子銃のヒーティングタイム、それからマイクロ波励振系といったものが夫々15分かかると、もちろんシリーズにかかるのではなくて、トータルとしてビームが出せるまで、15分乃至20分あれば出ると、あと先程申しましたようにエネルギーを例えば6 MeV欲しいとか、ずっと高い方で30いくつか欲しいとか、そういう要請がある時はやや時間がかかりますけれども、そうじゃない加速、大体10 MeV乃至30 MeV位のエネルギーで実験をしようという時には、大体10分程度でそのビーム調整は済むと、ただビームを曲げて行って、要するにエネルギーをセレクトして実験をしようという時に、ビームのポジションがうまくないとか、そういうことで多少時間を喰つて調整することがありますけど、そういう事がない限り、おおよそ10分もあれば一応の希望するエネルギーのスペクトルが得られると、それに必要な人員というのは、2人あれば実質的には済む。1人はスペクトルを監視していると、もう1人はマグネット系の調整に携わる。もちろんマイクロ波系のパラメータを色々変えていくと、そういうことに使われています。まあ、2人いればと、難易度、これは容易と言っていいんじゃないかと思ひます。難易度といいますと、他所と比較しなくちゃならないんで、他所の経験がないわけですから、特に申し上げられませんが、大体10分程度で済むという意味では容易な部類に入ると言ひたいかと思ひます。

竹 腰：そうしましたら引き続き定常運転の際の必要な操作というの、どの程度の操作をやっているのか、それから人員でございませ、専門のオペレータがいるとか、研究者がやるのか、そういう事を簡単に一つお話しいたいと思ひます。

浦 澤：核理研の場合ですと、大体一戸君が実験者の運転の投量をテスト致しまして、免許証を発行するわけです。その種類では一番簡単なのがスイッチオフというの、運転停止時にスイッチオフする免許状(笑)があります。次にビーム維持、これは大体タイミングと簡単な位相調整だけで、ビームを数時間にわたつて維持出来る。いわゆるビーム維持、その上に

ビーム調整Aとビーム調整Bとがありまして、やはりエネルギーを変えるような実験の場合には相当習熟していただかないと、真空リーフとか色んなものがありますから、その辺まで注意力がある方はテストに合格するわけです。と同時にそういう実験と許されるわけです。必要な操作としましては、一番やっぱり大変なのは原子核で、レゾリューションと要求されて、しかもインテンシティーと要求するし、なおかつ途中でエネルギーを変えるような実験もありますし、大体物理系の方はマシンに強い方が多くて、その方々は合格するわけです。その他NDとかRIがあるわけですが、こちらの方はむしろビームに対する要求が一寸柔らかいものですから、例えばNDの場合ですとパワーが要求されるし、RIの場合にはレゾリューションよりインテンシティーということで、この辺で知識の不足をそちらの方でカバー出来る。オペレーションは一人で出来るというのが設計の思想でありまして、現在も大体一人でユーザーの方にやっていただいております。

北 島：原研の場合は、ビームの維持は電源変動と冷却水の温度変化、RF周波数の変化に注意しておれば安定して動いて、動く時は動いております。(笑) 電源変動が少ないということなので夜間運転が非常に楽なようです。普通昼間でも電源変動を修正して、周波数が変わった時には共振周波数を変えてビームと維持しております。人員は昼間は1名内至2名で交代してやっておりますが、連続実験で夜間運転する場合には、実験者が2名泊ってやっておりますが、だんだん実験する人が少なくなってきたので、最近では1名でやっているようです。

稲 垣：高エネルギー研の場合には、フィジックスをやる人はマシンの運転をやるというシステムになっておりませんので、将来も加速器グループの中で運転をするということになっております。大体全体の話をしませんが、コントロールとリニアックとブースター、主リング何でしたっけ、5つあるんですが(高エネルギー研の方数名協議すると記憶は曖昧)、現在リニアックは24時間2人で運転しております。前段の方は8時間ずつ1人ずつ交代。

宮 沢：先程一番最初の方でこの問題を述べましたので、通過させていただきます。

吉 田：ビームの維持と申しますと、インテンシティー、エネルギーの維持とか、もう一つ我々の場合はスピルと言っているのですが、共振線の発生する時の時間中、その維持と言うものがあるのではないかと思うわけで、インテンシティーとエネルギーに關しましてはやはりリニアックとシンクロトロンを繋ぐのところ、つまりリニアックのパルスとそれからシンクロトロンのパルスのタイミングをとる問題ですね。ここは四六時中監視していなければならぬということがありますが、それからやはりどうもビームが揺る原因となることは、最近の経験では、リニアックとそれからシンクロトロンを繋ぐビームダクトにステアリングコイルが巻いてあるわけですが、そのインスタビリティーが最終的なビームのインスタビリティーに効いているのではないかという感じがしているわけで、今僕らの目の前にいら、しゃる方で、どなたかそういうかつてその製作に携わられた方がもしあるとすれば失礼な言い方も知れませんが……。(もう一回、もう一回の声あり)

ステアリングですネ、リニアックをシンクロトロンに打ち込む場合のステアリングの揺らぎ

ですネ、最終的なビームの揺ぎの最大の原因になっている節があるんですネ、それで試みに最上流、ガンのすぐ近くにあるステアリングの電源を変えてみましたら、かなりスタビリティが向上したということがありまして、今スタビリティのいい電源に取換作業中であります。と言うことで、もしそれがあればビーム維持は非常に楽になるのではないかと思います。必要な人員について言いますと、昼間女性が二人ばかりついていますが、夜は実験グループの中で、かつて核研に在籍した人とか、比較的古い人でマシンの運転に詳しい人が一人位コントロール室に控えております。

佐藤：あれぶっかわれているんじゃないかな。一寸僕関係しているんですけど、昔はちゃんとしていたんです。(笑)スタビリティが悪くなっているんじゃないですか。

田中：電源を作った人は居ないかというけれど、ここには残念ながら居ません。

(高工研) だと昔良かったよ。(大笑)

三角：電総研の場合ですが、これ一寸順序が初めに戻るような感じなんですけど、一寸これを話しておきませんと不思議に思われるかも知れませんが、一寸御紹介しますと、リニアックのグループと言いますか、正規に公的にそのようなグループがあるわけではございませんけれども、実質的にグループ化しております、その人員が6人、ですからこの6人で何でもかんでもやってしまうわけと言いますか、やらなければいけないわけです。その他に所内の利用者として2人、それから所外から非常勤的に使いに来る人が学生を入れて3人と、ですから全部で11人なわけです。ところが実際にオペレート出来るのは、その6人ですネ、ですから今迄色んな所で話し合った様に、夜間運転という事はとても望むべくもない事として、日中だけ、夜7時位には終るようなシステムをとっています。そういうこともありまして、年間の運転時間もここ2、3年一寸落ちていますが、この数年では年間1,000時間位。もっと昔は1,300とか1,400やったことがあるんですけど、それで一旦そのビームが出てその時の実験の担当者がそのゼームでいいわということになりますと、実験が始まるわけですが、そうなりますとコントロールデスクには1人が座っておればほとんど用が足りるという次第です。あと必要な操作という項目がございますが、それは実験によって特にビームを曲げて実験した場合にインテンシティが変れば、恐らくこれはエネルギーが変化しているためだと思いますが、そういう場合には実験者がそれに気がつくとか何とかしてくれとオペレータに頼むと、そういう意味では2人必要ということになるかも知れませんが、ビームの強度とかエネルギーを維持して操作をすると、それだけに限れば1人で充分用が足りるという状態です。これは何度も申し上げますけれども、専門のオペレータでございまして、研究者がやる、しかも大体偉い方がそういう事をやるというよりな事になっております。

竹腰：色々どうも有難うございました。高エネルギー研みたいにお互い何をおやりになっているか判らないような大研究所から非常に小さい研究室までございまして、これは色々それに適したような体制をおとりになっているのが良くわかりました。それから今日大放研の方と名工試の方がいらっしゃっておりますが、何か補足する様な事がございましたら……。

田中：名工試とか大放射研とかどの位運転されておられるか、簡単にでもお伺いしたい。

津守：うちは今迄15年程動いておりますが、最初の数年は皆若い人が学位取るまでは非常に良
(大放射研) く動いております。(笑) その当時ですと年約1500時間位は動いていたと思います。
このごろは1000時間位がやっとです。

竹田：名工試の場合ですと大体15年位になりますが、現在3人で維持運転している。バラツキ
増^お田 があります。週に2回位。所内の利用がほとんどないわけで、3人がオペレータをやりま
(名工試) す。外部からの依頼がかなり多いようです。

竹勝：只今、だいぶ簡単にお話しがあつたんですが、補足することとか何かございましたら。
それから批判でも結構でございます。

浅見：補足です。原研の場合の事ですけども、夜間の人員です。前は2人であつたけれど、
(原研) 今は1人だという話がありましたが、これはどういふ事かと申しますと、2人でオペレー
トやっているという事ではないんで、夜間運転、24時間実験をやり出す場合、何かあつ
た時誰かいないと具合が悪いということで2人が泊り込んでいる。実際には調整とか何
かはほとんど手がわかりませんで、現在1人になっているというのは、どうも2人で1週
間に3日位連続でやる時には、どうも実験者のローテーションが前に合わなくなって泊り
込みが1人になってしまふ。しかし1人というのは具合が悪いかも知れません。本当に
何かあつた時に具合が悪い。ただやむを得ず臨時にそうしている、そういうことです。

佐藤：僕ばかり質問して申し訳ありませんが、先程からおっしゃられている事なのですけれど
も、一つは核理研の方にお聞きしたいんですけれども、人の養成の問題もあるのですけれど
ども、免許皆伝出されるまで、大体どの位養成期間がかつているか。個人的にかなり差
があるかも知れませんが、平均してこの位と。それからマシンをオペレーションす
る場合、パーソナルエフェクトがあるのかどうか、それはどこかあるところがあれば逆に
皆さんにお聞きしたいのですけれど。

浦澤：多分2つの点がありまして、免許皆伝はマシングループに属せば大体免許皆伝になります。
(大笑) そうしないと示がつかません。昔から色んな加速器に携わつた方ならほとんど
簡単に免許皆伝になりますが、やはり免許証が大型2種程度になりますと、そういう運転
をさせられるわけですね。大体の方はビーム調整Aと言いますか、小中のエネルギー調整
までOKという程度の免許を取ると満足されるらしいので、その期間はそうですね、ビ
ーム維持を1年位やってセンスがある方だったら必ず取れます。

才^お2点のパーソナルエフェクトという話ですが、これはあります。多分ある方では到達出
来ない状態も、ある方なら到達出来ます。これは別にその人の能力の問題かどうかわかり
ませんが、その辺になると僕の立場上具合が悪い。(笑) やはり適材適所というこ
とで、オペレーションに適している人と、それからメンテナンスに向いている人がいるわ
けです。この辺はオペレーションのチーフが一戸君で、一户君が大体教育を行なっている
ので、私は多分Bクラス程度なんで、一户君、何か補足することある？

一戸：今は免許皆伝のお話しでしたけれども、実験者の場合について一寸補足します。
(核理研)

実験者は核理研内の世話人の方には免許を取ってもらって、その世話人の監視の中で自分の実験を数回やって、それでその責任者が今度試験を受けたら大丈夫だろうという処で、申し込むようになっていくわけです。そこで落とすのが目的ではなくて、取ってもらえばそれだけこちらが楽になるわけですから、確実に取ってもらうために試験問題を渡すわけです(笑)。これを覚えて下さい。(笑) 今迄大体60名程取られていますが、今迄落ちたのが1人です。(大笑) 合格点は60点以上としまして、60点、70点の場合は仮免許(笑)。まだ40%の方は仮免だと思えます。それから又数ヶ月したら本免許を受けるか、仮免のままでも運転OKにしております。ですから早い人ですと、又回程実験に来られて3回目に仮免取るという様分感です。

田 中: 運転の事について若干補足させていただきますと、将来は高エネルギー研 マシニンググループがあり、運転チームと保守維持、その他廃炉のグループとかに分かれます。今はトランジェントですから、ただ作つた連中が、例えば先程稲垣氏からお話がありましたように、インジェクターの方はとにかくいれはいいと言うような事なので、とにかく何人か各グループから出るわけです。将来のイメージとしては、5チームと運転以外の人達が何チームかを編成しまして、適に何シフトとかいうふうになると思えます。ただ、ところがマシンが完成しておりません。チューニングの状態でございます。将来のイメージはそういう事なんです。ですから、将来は小島さんを大将にする運転チームが大体1チーム、最大7人位で運転を行なう。それにプラスアルファ、我々の大きい運転のグループが加わりまして、それで運転する。(それを含めて最大7人の声あり)

吉 田: 是非付け加えさせていただきたい事を忘れたのですが、それは昨日新井君が報告しましたトラベリングウェーブリニアックの周波数効果ということで、これは常識ですと、例えば30°Cで27.58 MHz にフィックスされているわけですが、昨日新井君が報告しましたように、ビームローディングを非常に強くかけた場合に最大450 KHz位ずらした方がエネルギーも高くなるし、キャプチャーエフィシエンシーも上がるし、エネルギースペクトルも良くなるという事実があるわけです。これは我々マシニンググループの中でも説明する事はかなり難しい事として、比較的手馴れた人でないと周波数を変えて運転するという事はやらないわけです。それで、是非インテンシティーをもっと上げてくれと実験グループから頼まれた場合は、奥の手としてその調整をやるわけです。そうしますと、場合によってシンクロトロンインテンシティーを倍ぐらいにすることも出来るというふうな事実があります。

鳥 塚: 今南いたお話が一番印象的なのは、女性のオペレータが運転出来るという事は、非常にこれはマシンが余程立派なマシンで(笑)非常に運転しやすいという事のシンボルで、非常に感心したんですけれども、もう一寸ポジティブな面で、女性のオペレータに対する意見を述べていただきたいと思えます。(笑)

吉 田: 定常運転の時の調整というのは、先程も言いました様に、リニアックのパルス運転とシンクロトロンパルス運転とのマッチング、タイミングをとる問題として、それはツマミ

つで調整出来るようになっていたのですが、リニアックのエネルギーが変動すれば、マグネットは時間的に立ち上がりますから、当然タイミングを変えてやらなければいけないわけですが。そこでダイアルーつをさわっているということ、つまりリニアックのエネルギー変動を追いかけているわけですが、もう一つは先程も言いましたように、ステアリングコイル、つまり打込む角度を変えるためのステアリングコイルの電流ですね。これも5セットぐらいのステアリングコイルが付いているんですが、特に効くのは一つか二つということ、大体三つぐらいのツマミをさわってれば、1日位はインテンシティを維持することが出来ます。

木村: 思い出した事を申しますと、私は1953年、昭和28年にコーネルにおりまして、あそこ(Argonne)のシンクロトロンを使っていたわけですが、あの時にきれいな女性が運転しておりました。もう20年も前の話ですけども、もうすでにアメリカでは女性のオペレータがシンクロトロンを動かしていた事を思い出して、今一寸とコメントしたところです。確かには或る一つの、つまり効果がありうるようで、プラスの面があったと思います。どういふ効果かは-----。(大笑、聴取不能)

竹 將: 非常にこの向題も面白い向題だと思えますが、大きな加速器ですと、どうしてもオペレーションフルを組んでやらんといけなわけですが、そうしますと又労働向題なんか……。実は、京研で労働向題が原子炉のオペレーションの事から起るのでございまして、高エネルギー研はどうなるのかと思つて非常に興味があるんでございまして、小さい所はそういう事はないけど、研究者がやらんといけなとか、色々事がございまして、将来は出来ましたら、なるべく自動化へ持っていく事になるのではないかと思いますんですが、先がございまして次のテーマへ移らせていただきます。

加速管、RF関係のトラブルと真空関係のトラブルの経験の有無、これは勿論あると思うんですが、一々お話し願うと非常に長くなりますんで、どういふふうにお直しになるのか簡単にお話し願えればと思うんですが。

浦 澤: 真空の方は一戸君の方から報告があったと思うんで、大体面白い事は先程お話ししたところですが、更に面白い事はあまり覚えていませんので、一応時間の関係上。

一 戸: 一つだけ面白い事を言いますと、4タンクの窓の中に2個程入れっぱなしになっている事です。(本当か?)

浦 澤: その他にアルミの窓が1枚入っています。(笑)

三 角: それで支障はないのですか? VSWRが悪くなるとか。

浦 澤: 多分セームダクト系で、ビームが出ない処にお休みになっているので、ですからマシンがダメになるまでそのままお休みになつておきます。

北 島: 京研では、加速管のトラブルについては先日浅見さんが発表されましたが、RFに関連したトラブルで、RF窓が4年間で9個ピンホールやクラックが出来て使えなくなりました。ピンホールの場合は、RFの導波管を真空にしている部分には使えますので、現在も使用

しております。真空のトラブルについては、先日6月10日に電子ビームの直撃によって真空が破壊されました。丁度そこはステンレスパイプとベローズの溶接部分で、本当に運悪くそこに当たったもので、穴があいてしまったようです。同時にその時にイオンポンプの高圧導入端子の碍子が破損しまして、ダブルパンチで電子銃を交換することになってしまいました。面白い例としては、真空のトラブルに入ると思いますが、クライストロンの真空が悪くなりまして、これはもうダメかと思っていたところ、クライストロンのイオンポンプにネオトランスで高圧をかけて飛ばしてしまいまして、その後何時間もまた使えるようになりました。イオンポンプの高圧ケーブルは、テフロンTMの絶縁物で出来ておりますが、放射線で固くなって絶縁破壊が4回程ありました。それからイオンポンプ電源の30 M Ω の高抵抗が入っておりますが、それが良く焼損を起こします。一回は夜中に火災報知器がなって起こされた事もあるようです。

佐藤：一寸よろしいですか、放射線ダメージでテフロンのケーブルが固くなるんですか？

普通は粉々になるんですけども、テフロンは。

竹腰：いや、バラバラになるんでしょう。

北島：はい、固くなって、その後バラバラになります。

佐藤：我々が経験したことでは、例えばBNCのところについているテフロンがありますネ、あれが粉々になります。その前に固くなるんですか？

北島：はい、非常に固くなります。

稲垣：面白い話ばかりやっているので、一番面白い話だけしますと、8 GeVになかなか加速されなくて皆が焦っている頃だったんですけど、ローエネルギービームトランスポート系に冷却水を流さずに焼いたこと。(笑) 3週間ばかりですか、大分ビームが出なくてイライラしている時にそういうことが起ったもので、今面白かったと言えるんで(大笑)。それから、真空トラブルの経験はライナックについては今まで全然ないんですけど、インターロックに使っているゲージが一寸なかなか良いものが見つかっていないんですが、あとQマグネットがサイリスタでもって、ハーフサインの700 Aぐらいのカレントを流してやっているんですけど、それボイレギュラートリガーでタイミングが外れてしまいますと、電圧上昇してしまふんですネ。それでQマグネットが2個ばかりショートしたことがあったんですが、それも8 GeVのビームを出す前だったんですが、それをなんとか誤魔化してやったんですが、あと3極管の5/6の空焚きをしたようなことがありました。(笑)

宮 島：我々の場合は加速管とかそういうものがないんですが、強いて真空トラブルと言いますと、重イオンビームを出しているものですから、ビームトランスポート系の真空関係なんです。例えばターゲットなり何なり取付ける時に普通の軽い核のセンスでやっていると非常に困ります。例えばチャージエックスチェンジで途中でビームがいなくなってしまう。例えばあるグループであつたんですが、途中で全然ビームが見えなくなっちゃう。それは何であるかという、 10^{-4} 程度の圧力でトランスポートの距離が長いので、途中でビームがなくなるといふ事が1~2回あつたようです。此頃大分皆さん馴れてきて、やはり真空に気を付けてやるようです。

吉 田：加速管のトラブルは、田中さん、今まで皆無と言っていていいんじゃないかと思うんですが、いかがでしょうか。

田 中：では一寸昔の話をしているのかどうか。一寸今日の現代的な話と程遠いんですが、その昔核研でリニアアクセラレータを作りました頃カップラーの事故がありまして、熔けたというのが1つ。カップラーの方は別に何んでもなか、たんですが、接触が一寸具合が悪かつたんですが、カップラーの処で放電を起しまして、それが熔けちゃつたという事故が1つあるだけで、それ以後は加速管の事故は全然ありません。

吉 田：それで2年前にもうそろそろ加速管が傷んでいるであろうという事で取換えたわけにして、古いのを外すしてみましたら案の定、真黒な被膜がこびり着いていまして、それが大気を吸、てはけ落ちるんです。それは周辺の方だけじゃなくてディスクの縁の最も重要な部分にも着いていたわけにして、加速管とはこの程度でも動くものかと思、てひどく驚いた経験があるんですが、2年前に作り換えまして、その新しいものについては今の所トラブルがない。ただ最近少し中を覗いて見ましたら、核理研のような白、っぽい物ではなくて、やはり薄黒い物が着いている。RF関係で言いますと、やはり先程お話しがあつたようにクワイストロンを新しい加速管にした後なんです、実を言いますと3本ダメージがありました。どうして3本や、たのが、1本や、た後で何か対策を講じれば良かったんではないかと御意見があるかと思、います。その原因としましては、ドアノアのチューニングがずれたんではないかと、それからもう1つ我々の加速管は架台が柔構造といいますか、柔かい構造で地震の時など揺れるようにな、っているんですが、それでクワイストロンの窓に機械的なストレスがはい、たのじゃないかという心配、それからガスを詰めないで導波管を真空で使、ているんですが、導波管の奥のクワイストロンと繋が、た処は当然真空が悪くなるわけにして、そこで何か問題を起したんではないかと、大体3つ位原因が考えられたのです。それで1つ1つ確かめればいいんですが、又壊す事がある、ても困りますので、3つ同时对策を講じたわけ。つまりドアノアのチューニングのやり直し。これは確かに最もいい処でVSWRが1.2位に増えていたのでそれを直した。架台が柔構造であるのに対応して導波管にもフレキシブルな導波管を途中に使いました。真空の問題については、SF₆を詰めましてクワイストロンの窓を保護するという事をやりました。それ以後クワイストロンのダメージは起、ていません。SF₆と真空との間には、じゃあ真

空のトラブルが起こるんじゃないかと誰しも思うんですが、確かに窓が少し汚れるんですがピンホールが開くという事態には至っておりません。真空のトラブルはリークという意味ではほとんど皆無に近いわけですが、リークじゃないんですが我々の処ではガンを田中さんが設計されて以来手製で作っているわけなんですが、それが組立てる段階で手垢が付いたり、組んだ後のベキングが不十分だったりして本体に組込んだ時に何か良く得体はわからないんですが、黒い物が蒸発してきてガンの周辺に附着するという事がありまして、それを後で拭き掃除することで解決しております。

- 三 角：電総研のリニアックなんですが、この様なトラブルで何か面白い事があるはずはないんですが、面白いというのは興味があると言うふうに解釈しますと、1個大電力移相器を使っているんですが、それを動かすと昔3~4年前、何か必要があってアランジャーを動かすと必ずと言っていいくらい放電が起ってマイクロ波が入らないという事があつたんですけども最近は一寸エネルギーを変えるために移相器を良く動かすせいなのか、特にそこで大きな放電が起ってトラブルになるという事はありません。これは人間と同じでサボって体が悪くなるのか、どうもそういう事でもあるのかなという気がしております。
- 真空関係のトラブルとしては、うちのリニアックではビームカレントモニターが4つあるんですが、その内の1つが夫々ステンレスのパイプを途中で切つて、あとセウミックで接いで、その前にフェライトのエアを置いてあるというタイプですが、その内の1つがステンレスパイプとセウミックとの接続がうまくいかないらしく、1年に1度位思い出したように真空洩れの事故が起るといふ事があります。クワイストロンでピンホールというのは何年か前にあつたような記憶がございますけれども、あまり記憶が定かではありません。

竹 腰：何か御質問か、コメント有ませんか？

田 中：実は今日の話題になつておりませんが、地震とマシンという事。これは恐らく皆さん方も多少ビームが出ている時に地震になつたらどういふ事になるか、多少御経験がお有りなのではないでしょうか。私は昔核研でESでそういう経験があります。その時はビームの出力をシンクロトロンが何かで見ていたのですが、ほとんど影響がない。処が最近核研の冨家君がこの間地震が有つたんだと、あの時ビームが落ちたと、一体どうしたんだと、恐らくドアがガタガタして、それが地震のセンサーになつて……

それはあとで吉田君に聞いた方が良いんじゃないかな。落ちたらという話は、

我々の所は、筑波地区というのは割合大きな地震のない所として、ところが細い地震が頻繁にある。そもそも高エネルギー研のアトロンニアックを作る時に多少そういうことを吟味して作つたんですが、不幸にして今までビームの出ている時に地震になつた事がない。幸にしてこの間一寸した地震があつた。ビームが揺れるかスペクトルが変るかと思つた処が、震度3位ですかその位だとほとんど、これは恐らく原研の方は、あの辺良く起りますネ。そういう事も場所による。或は何か日本次没じゃないんですが、大きい地震がやってくる。そういう事に対する保安対策とか何かという、或はそれでもマシンがベキ、ソコに

ならなければ出ているとか、それは一寸興味ある事です。

浅見：原研は田中先生のおっしゃる通り、あの辺は頻繁に地震がある為に大きな地震がない。それで原子炉というか、原研を持てきた理由だと聞いた事がある。信頼すべき話がどうかはわかりません。実際動いている時に地震があつた経験もありますネ、その時にインターロック系が作動して止つたという事はありませんでした。動いたままでした。その時ビームが落ちたかどうかと言うのは一寸わかりません。

北島：地震用のインターロックというのはございませんで、(笑)マイクロ波の発振器の扉が簡単に付いているわけですが、それにドアスイッチが付いておりまして、大体震度1以上だと開く様でございます。(笑)それでヒームだけを……

竹腰：又他のテーマもございますので、大変面白い話ですが、次へ進めさせていただきますが、スベア部品、電子管等の管理はどうか、簡単に。

浦澤：スベア部品は最近財政事情が悪化しまして、壊れてから買うようにしております。ただ電子管のうちでも1000万円の非常に高価な電子管が核理研にあるわけですが、多分今年あたりもう少し上がりそうなんですが、その方は信頼性が上つたらしく、現在1本が6000時間位使えそうな状態にあります。もう1本が4000ちょっとでそれに追隨しているわけなんで、年間クワイストロンの延時間が8000時間位ですが、1本が7000時間位使えば年間1本で間にあうわけですが、現在我々の処で一番の財産持ちは我々のグループでありまして、クワイストロンが多分13本位。地で使いたい処には格安でお分け致します。(大笑) 三菱よりは安いはずですよ。

北島：原研の場合にやはり一番高いのはクワイストロンで、スベア部品として新品を3本持っております。その中中古が1本、中古ですが、フレンジの部分で真空リークがありますので、これはガス加圧では使えません。窓にピンホールが開いたのも1本あるが、これも真空：真空では使える。サイラトロンが次に高い物になりますが、今3本抱えております。クワイストロンにはイオンポンプが付いておりますので、時々イオンポンプを入れましてスベアとしてとっております。サイラトロンや他の電子管はエミ減なんかも関係ありますので、あまり買い置けない様な状態です。

佐藤：原研はクワイストロンはRCAですネ？まだ本当に壊れたというのはいないんですか？

北島：ピンホールが開いたというのが2500時間のRFタイムで1本。保証は1000時間です。

稻垣：高エネルギー研では、フラインジェクターの方でモンスターの子が、あれが一番高いんだと思いますが、先にウイナックの事をお話ししますと、ウイナックが一番金がかかっているのはドリフトチューブなので、大体1個400万円位するものです。それが年に維持費がついていまして、維持費の総予算の約30%近くがドリフトチューブと項目指定されておまして、予算が来るわけですが、以前はQマクネットが厚みが6通りありまして、各種類について1ヶづつ最初スベアが作つてありました。しばらく故障が起らなかったもんですから、では少しづつ長いのを作つてい、て何時の間にか50 MeV位にしようなどと思

っていたのですが、それがどうも先日、先程言いました様にトラブルがありまして、それとQマケネットのNO.1からNO.16という72年度に作、たやつが一吋絶縁抵抗が低いために全部交換してしまいました……。それから5/6という3極管が1つ600万円位するらしいんですが、これがスペアが大体2個位ある。あと細いものは皆大体揃、て、大体満足する状態なのです。

福本：
(高工研) 今パネラーの方からお話がある、たんですが、実は(プリインジェクターの)加速管は非常に大きな碍子2本でも、て上乗せさせてあるわけなんです、それでプリインジェクターの加速管というのは、御存知の様に内部が必ずビームにたたかれます。1たがいました、あれは本来はスペアではなくて2セットある、て交互に使うというべきものです。そういう予算計画を出したんですけれども、いざ建設している段階に於きまして建設費が足りなくなりましたんで、あれは予備品だという事でけずられたが、本来は2セットでも、て1組であると考えております。今では運転時間が少ないのですけれども、これで年間数千時間動かされたらやはり、かつプロトンで汚れてきて、汚れた方はきれいにして、又次に流用するというようにローテーションしなければや、ていけないのじ、ないかと考えておりますので、そういう意味で予備品の役目も果しますけれども、予備品でないと考えております。

宮沢：理研の場合は電子管だけお話ししますと、9T38という送信管なんです、確か250kWの出力がある真空管なんです、これは、うちの方で10年近く動かしているんですが未だ2本しか使、ておりません。ですから公称のよりは充分長いんです。理研では1年間に5000時間以上RFパワー入れていきますから、10年間と言いますと5万時間ですが、2本交換したというのは、予備品の中から、ほ、とくと真空管というのは良くないので、2本使、たという意味で2本といたしましたが、1本も壊れたものは無い、ですから5万時間やそこら9T38は持つんじ、ないかと思ます。スペアは2、3本ございます。

吉田：やはり電子管といえどクライストロンが一番重要だと思うんですが、これは三菱電機製のPV-2012という球を2本と、それからトムソン・バリアン時代のTV-2012という球を2本、計4本使える球を持、ておりまして、その中でトムソン・バリアンのものにつきましては、7000時間と9000時間夫々使、ているのですが、我々の廻は1百分の1という低い Duty、で使、ているわけですが、エミテンの様な現象は観測されなくて、未だ使おうと思えば使えます。それからマスター・オシレーターの固体発振器の場合ですが、これは2年前に2W出力の固体発振器を作りまして、そろそろ運転時間2万時間に来ているんですが故障としては皆無でメンテナンスほとんどフリーという状態です。これはマスターと名前が付くものですから、万一の事を考えて予備品を1セット持っているんですが、そういう物の出番が無いという事です。

三角：電総研の場合のクライストロンですが、これは東芝のものを2本使、ておりまして、寿命はあまり長くないんですが、今まで大きなトラブルといいますが、取換える原因となったものはやはり、御多聞にもれずエミ減。あと、ヒーターが一吋具合が悪くな、たというの

がある位です。保証時間としては1000時間なんですが、1000時間は大体最近のものは持つ様です。昔はアッという間にダメにな、たものもあります。クライストロンの予備としては、1本位は用意して置いてあると。ただこれは無精しておいて、他の処の様にイオンポンプに電源を入れておくとかいう事はしておりません。ですから管理はどうしているかという事ですが、管理はしてないと。ただスペア部品が用意してあるというところ。あとクライストロン以外の細々とした電子管は年に1回東芝の方から1週間ないし10日間位かけて、定期点検というものをや、てくれているわけですが、その時に電子管をチェックして必要なものは取換えると。あと具合が悪い時には、我々があちらこちらいじく、て取換えてみたりする。その為の一寸した真空管とか抵抗、コンデンサーは用意してあります。昔は極く普通であ、た真空管が今はもう製造中止だとかいう事にな、たりして、本当にどうということもない様なものでも段々手に入り難くな、て困、ている。これは我々の場合はメーカーのせいでは無いんですけども、よく他でもあるんではないかなアと考えております。

竹 腰：何か御質問は？今のスペアパーツと言うのは、クライストロンが主で、維持費とかいうのは、恐らく、維持費の内容を出せと言われると、恐らくクライストロンが年間何本いるという事で。買わないと具合が悪いし、買わないと又メーカーも、小野寺さん、いらっしやるかどうか、困るんじゃないかと思うんで、なるべく買、てあけて(笑)。それから維持費を他の研究装置に廻すというのも、これも又、必要で、非常に難しいと思うんですが、又そういう事だと思うんですが。これで一応機械関係の方は終了なんですが、何かコメントがございましたら……

鳥 塚：一区切りついたというわけなんですけれども、実は地震の話が出ましてすぐ連想するのは地震、雷、火事、親父という言葉がありまして、火事の問題なんですけれども、実は加速器というのは、皆さんどう考えているかわからないんですけども、僕は火事が起り易いものではないかと、例えは現在はイオンポンプ等を使、て高圧がかか、たまに昼夜運転しているというような状態ですから、それから耐電圧なんか非常に無理して使、ておりまして、相当火事のチャンスは多いという一寸諺弊あるんですけども、気にしなくちゃいけない問題の1つじゃないかと思、ているわけなんですけれども、実はこういう質問は実にマズイ質問じゃないかと思うんですけども、コーディネーターにお願いしたいのは、夫々の加速器を持、ていらっしやる処で、あわや火事になるという経験を何度なさ、たか(笑)、返事していただきたい。

竹 腰：どうでしょう、ありますか。

浦 澤：消火器を利用したのが2回でございます。それからスイッチオフしてマアマ大丈夫だ、たのが2回。他に我々の処は建設時に1回外側の野原が燃えまして、この時は消防署まで連絡はしたんですが、消防車が来るまでに消し止めました。ですから火の事故は5回と記憶しております。

竹 腰：内容はどういう事だ、たか簡単にお願いたします。

浦 澤：内容はクワイストロンモジュレータが2回燃えまして、それは消火器を使いました。それからイオンポンプ電源が1回、やはり、北島さんさ、さお、しゃった直列抵抗の部分から火が出まして、それはスイッチオフで大体自然鎮火です。それから1回はインターロックの為に付けていたフィリップスステージのやはり高圧回路で、発火しまして、これはたまたまメンテナンスに来ていた外部の方がスイッチオフして消えました。

竹 腰：モジュレータはどういう処だ、たでしょうか？

浦 澤：モジュレータですか、ケーブルが燃えたのと、デバイダーの抵抗と取付けてあるベーク板が燃えました。一戸君、その他にもケーブルのトウアルは沢山ありますけど、その数といったらもう、一寸ネ、何か補足ある？

一 戸：いや、ガンバルサーで電源が燃えたのと良くわかりませんけど。

浦 澤：その辺になりますと各担当責任者を嚴重注意処分することにな、ておりますので、ロッキードと同じように偽証している可能性があります（笑）この際、吐いた方がいいですよ。

北 島：原研で消火器を使、たのは、炭酸ガス消火器で消し止めたのが1回あります。あと用意したけど使わなかつたのが1回あります。モジュレータの中でサイクロンのヒーター用のトランスがあります。その一次側と二次側にバリスターというのをに入れておいたんです。それに火がついて落ちて煙が出た。それをビックリして炭酸ガス消火器で消し止めた。その他トリガーバルサー等のトランスが未だ火を燻く前の段階で、匂で消し止めたというのがあります。コンデンサーがパンクしたというふうな、コンデンサーと言、ても補助電極用の小さなフィルターコンデンサーなんですけど、これがパンクしました。その程度です。

竹 腰：私も昔、京研に居たのですが、昔、モジュレータにアクリルの樹脂を使、てまして、その側でスパークをやりまして、あれは簡単に火着くから、皆さん勿論ご存知だと思いますがアクリル樹脂はそういう処には絶対使わないように。他にもゴックフロフトが1台原研で燃えちゃ、た事がありますが、それもアクリル樹脂でした。

楠 垣：高エネルギー研では、あまり僕は知らないんですけど、最近何かケーブルに防火塗装というのを塗、て、それから砂袋ですか、それを処々や、ているようですね。あとタバコ吸いながらゴルフしてて火着けたというのが（笑）よくあるんですけど、何か福本先生は一寸補足していただけるようなので……

福 本：私の所、一度スタートアップの時に、ロータリーポンプのモーターが丸焼になりました。消火器を持、て来てもらいまして、私、地べたにへばりつきまして火を見てお、たんですが、そこで消火器やるとあとのしまつが面倒くさいもんですから、一つ燃え尽きるのを待、って他へ延焼しない事を確認して、消火器をとうとう使いませんでした。そういう事故が1件ございまして。

宮 沢：理研では今、福本さんが言われました様に、ロータリーポンプが停電の後再スタートの時回らないでベルトを焼いたというのが1~2回あります。それからクーリングボンドの周囲に冬場になりますと草が生えまして、それを意図的に燃しておりましたら消防車が飛ん

で来たというのが1度あります。(笑)あとは先程言われましたけど、いつか起る可能性を秘めているのが実験者なりオペレータの人が徹夜や、ているわけですね。灰皿から燃え出すんじゃないかと思えます。と言うのは、それは加速器じゃない部屋で、現に火事を起しましてテーブルの上を燃したというのがあるものですから、それもやがては可能性を秘めていると思えます。

吉 田：古い話は元核研にいらした方に補足していただく事にして、最近やりましたのはマグネットのコイルの補修作業といいますか、一度接点なんかを分解して修理した事があるんですが、その後火を入れましたら被覆のビニールが火を噴きまして消火器を使おうと思、たんですが、そこまで至らなかつたわけですね。その理由は業者が来てや、たんですが、ピークにして千何百アンペアのカレントが流れる電磁石のコイルの端子のネジを締め忘れていたんですね。分解してみたらネジがグラグラになっている処があって、その抵抗の為に火を燻いたという事で、それでこれまでは他も怪しいという事でメーカーを呼びまして、全部被覆をはがして、全部ネジの締め直しをや、たという事が1件です。それから非常に些細な事なんですが、民生用のテーブルタップと言うものがあるんですが、あれが何かの拍子にショートしたんですが、そうするとあれは非常に華奢に見えるんですが、大本のフェーズが大容量のフェーズなものですから、信じられない様な事になるんですね。銅線が真赤になってビニールが全部燃えるわけですし、非常にすごい煙で全く信じられない様な事が起るんです。DES Yの火災なんかもケーブルを伝、て延焼したという話を聞いているんですが、我々の所もそれには全くの無防備でして、一旦そういう事故が起、たら全くお手上げの状態になっているわけです。

三 角：電線研の場合でどうも記憶が定かでないんですが、どうもそういう火災の心配というのはなかつたんじゃないかと思えます。ただそれに繋がる可能性を秘めていると言、て言えない事がない事は、Qマグネットのコイルがレヤーショートでもしたんでしたかね、それで随分熱を持、て匂、て来た、それは電源で先ず気が付いたんだ、たか一寸記憶が定かじゃないんですが、そういう事があ、たくらいで他にはなかつたんじゃないかと思えますが、どうでしょう。

富 増：色々あ、た事を報告されましたけれども、発見の方法を明確にお、し、ていただけなかつたと思うんですけれども。

佐 藤：いや、だからこれからやろうというわけです。僕が核研に在籍中にあ、た事を報告しようかと思、ています。

富 増：そうですね、ITVで監視しているとかそういうのがあればいいのですけれど、遠く離れている場合にはかなり煙が出て火が上、てから気が付くという事は、先ずないとは思いますが、電源関係であれば先ずそ、ちの方で気が付くと思いますけれど、その辺一つ。

佐 藤：意外に多いのは一つは端子板がベークライトのがありますね。それがかなり大容量の電流を取りますと、弛んで来るわけです。それで弛んで来ると増々接触抵抗が大きくな、て焼けるという事故が核研のRFの処で1度ありました。それで真黒な、ち、って、今にも火

が噴出しそうになった。それは高エネルギー研でもありまして、それも結局ガッチリ締めないという事がその原因だ、たと思います。それからもう一つ意外とデッドポイントになっているのでリレーがあるんですけども、リレーの外にアクリルのカバー付いています。リレーが意外と長い間使っているうちに何かレシーショートを起して燃えるんですよ。あれが燃えると熱が外のカバーで対流が起らないわけですから、こもるわけで、燃えちゃうわけです。燃えると大体リレーというのはいくつか縦に並んで着いているので下の方が燃えると上の方までずーっといっちゃうわけですね。そういう事があるんで、あのカバーはつけるのがいいのが、僕は実は、良し悪しで、カバーをつけるんだ、たら上の方にアルミが何かのやつをや、た方がむしろいいのじゃないかと思うんですけども。

田中：これも昔の古い話で、さ、き竹勝さんから話がありました。アクリルというのは、厳に戒めた方がいい。これは核研のリニアックを動かしてから火事になったことはないんですが、動かす前に一度テスト中にや、た事があります。それはやはりアクリルの板を使、ていてこれがローソクのように燃えてモーモーたる煙。

吉田：さ、き忘れましたが、それもう一件あります。(笑)

田中：ですからこういう高圧の処とか、端子で相当電流の大きい処ではアクリルとか燃え易いものは厳に戒めた方がいい。メーカーの方にこれはお願いしておきたいんですが、特に医療用とかマシンにあまり関係ない処の機械を作られる時には、黙、ててもそういう物は避けていただきたい。必ずネジというのは弛むものですから、特に気の効く人が居てしゃ、中締めていればともかくとして、まずこの節じゃ、そういう奇特な昔の鉄道員の様にハンマーを持、て叩いて歩く様な人はいないでしょうから、それほう、かりすれば火を噴くもんだという事をお忘れのないように願いたい。もう一つはコントロールケーブルが燃えたというか、火事じゃないんですが、これは馬場さんにしゃ、べ、てもら、た方がいいと思います。

馬場(高工研)：私、核研でコントロールや、たわけです。ケーブルを選定する時は電線メーカーへ行、て色々聞いたわけですが、一番問題にしたのはねずみが咬むと、例えばビニールはねずみが食うんですけど、ねずみが食わないのはポリエチレンだと言う事を聞いてポリエチレン絶縁の特殊なケーブルを作、たわけです。それを核研で使、たわけですけど、ところがポリエチレンというのは熱に非常に弱いわけですから建設当時の話ですけど、コントロールというのは配線を1ヶ所間違えると必ず2ヶ所に影響が行くわけですから、それでとんでもない処でショート回路が出来ちゃ、てショート電流がパーと流れるわけですから、そうしますと温度に弱いもんですからケーブルの中は暖ま、てもすぐ固まりますから、被覆かぶっていると大丈夫なんですよ。ところが、それを曲げた様な処は中に入、ている1本、1本が熔けちゃ、いますから、心線が偏るわけですから、それで絶縁不良を起すという問題が大分ありました。やはり核研のコントロールはハンダ付した処が2万箇所ありますから、その様に多いわけですから建設当時いわゆる結線ミスがかなりありまして、それを捜すのに非常に苦勞して、それでケーブルなんかを熔かして、たという様な問題もありました。それから色の問題もありました。どういう色がねずみが食、い易いとか(笑)そういうのを

聞いて、その色をはがいてや、たものです。絶縁は確かポリエチレンの方が良いんですけども、熱に非常に弱いと、それで良かったのか悪かったのか今でもわかりません。核研のコントロールがうまく動いた処を見るといいんじゃないかと思うわけです。手前味噌かも知れませんが。そういう点でねずみという事は良く気をつけなければいけない。高エネルギー研の場合も野ねずみがいるわけです。それで例えば、お達の処でAVRを使っているわけですが、その中にコンデンサーを使っているわけで、コンデンサーがビニールを被っているんですね。それをねずみが食っちゃいまして、コンデンサーのアルミのケースまで食っちゃいましてそれがショートしましてそれでIVRがだめになったり、変動がものすごく多くなるといふ事故があります。ねずみというのはよほど気をつけなければいけませんね。それからもう一つ、高工研で経験したのは、これは一般に言える事だと思えますが、例えば高压に使うトランス、絶縁フィラメントトランスとか言うものを我々は沢山使うわけです。このような物を作る時に必ず信頼度のある会社に、内容のわか、た会社の物を使いべきだと、言うことは我々はあるメーカーへ頼んで作、たわけです。そのメーカーで我々はトランスまで製作メーカーを指定しようとしたんですが、すでにその時には遅くてメーカーの方で発注しちゃ、たということでかんべんしてくれという事だ、たんですが、そのメーカーの名前はあまり聞いたことなか、たし、高压を多、くや、ているということでした。そんなメーカーの物はダメだから取換ると言、たんですが、それはなか、たなか、メーカーで全部頼んじや、た後だ、たのでダメだ、たのですが、案の定、電流を調整している時、中でスパークが起きましてオイルがプーッと膨張しまして、その箱が破裂しまして油がヒューと飛び出したという問題がありました。開けてみたら確かに絶縁オイルが入、ているわけです。ところがコアとリード線が非常に近か、たと、そういう信頼のある会社じゃないと、実際に作る人がどういふ物かという事をわか、ている人が作るんでないと、そういう風なミスをおとすと、ですからこの様なコンポーネントの信頼性は加速器で一番大切なわけです。例えば金額にしたらおかしいですけど、100円の物1個やらただけでも全部止るといふ事があるわけです。そういう点で十分注意してやるべきだと思います。

竹 腰：どうも色々ありがとうございました。要はどうしても火災の原因になることが起る可能性あるものは類焼しないように、可燃物を集めないとかいう注意が必要だし、配線はどうしてもしょうがないんですが、電気何とか法で分けるとか何とか、分けると又膨大な面積を取るので、実際はできないんですが、そういうことだと思うんですが、これで時間もございませんで、最後に放射線の被曝量のコントロールは非常に大事な問題だと思うんですが、浦澤さん、昨日は非常に立派にコントロールされて感心したんでございませんで、他所の方はどうな、ているか御説明願いたいと思います。

北 島：京研の場合は、核理研ほどは、そんなに沢山はあびない様にな、ておりますけれども、周辺線量や残存線量については保健物理の方で定期的に測定しております。フィルムバッジは3ヶ月に1回交換して後で被曝量が報告されるようにな、ております。特に放射能の強

い処で作業する場合には、直読式のポケット線量計を携行するようにしまして、すぐどの位あびたかわかるようになっております。こんどの増力をしまして4年間に存りますが、その4年間で一番あびた人で820ミリレムです。次が670ミリレム。あと他の人は非常に少ないですけれど、その様な状態です。

佐藤：1年間のトータル線量ですか？

北島：4年間のトータル線量です。

稲垣：高エネルギー研では共通研究系の放射線部門というのがございまして、ここでも、色々や、てくれているので、我々はほとんど無関心でよろしいんですが、フィルムバッジは月に1回定期的に交換していきまして1ヶ月後に結果が出て来るそうです。それからTLDポケットチェンバーが1週間に1回ですが、あと臨時に工事等で立入る場合にはアイオニゼーション型のポケットチェンバーを使うようになっております。3ヶ月に1回健康診断がありまして、皮膚と眼底検査をします。6ヶ月に1回採血しまして、白血球とか赤血球とか血色素とかその他色々調べるようになっております。

竹腰：実際検査を受けておられるかどうかとか、皆さんが。

稲垣：何か、全員受けています。それで佐藤さんが7ミリレム/週で一番多いらしいですけれど、その他の人はも、とずっと少ないという話を聞きました。

宮沢：理研の場合ですが、色々基準があると思いますが、サイクロトロン室の基準というものを作、ておりまして、どこの6ヶ月をとりましても500ミリレントゲンを超えないようにコントロールしております。例えば強放射線源での作業ですけれど1回当りの作業で50ミリレントゲンを超えないように、それを超えたら高線量当番という名刺をつけて、誰が何回や、たという事もつけているんですが、そのように人をドンドン回してちらしているわけです。現実にはオペレーターの人で200ミリレントゲン/半年という感じですが。

竹腰：すいぶん多い様な気がするんですが、どういう処であびるんでしょうか？

宮沢：ライナックの場合と異なりますが、サイクロトロンですとセアタムとか、ああいう処は定期的に換えなければいけないんです。それでどうしても、非常にインテンシティーを落して使、ていればそういう必要もないんですけども、一寸出したりするとそういう事なんです。確かに一寸多いと思いますけれども。

吉田：モニターという意味でフィルムバッジを月に1回見ることと、最近TLDも併用する事にしております。それから線量をモニターしているとニュートロンも同時にセーフかという事をチェックする為にサンアリンクとしまして代表的な仕事の種類を選んでニュートロンモニターを最近持、てもらいまして、それでニュートロンの被曝とγ線の被曝との相関関係を今調べている処です。それから半年に1回の血液検査というものをや、ています。それからマシンに付随した事では、我々、インターロックをもじ、ってコケシロックと言、ているんですが、コケシを何個か置いておきまして、それが1個でも欠けていたらマシンのスイッチが入らないという事になっておりまして、マシンの中に入る場合にはコケシをポケットに突込んで入るという規則になっております。それから1度シンクロトロンにと

じ込めたままビームスイッチを入れたという事故がありまして、その経験を汲んでスイッチを入れてから30秒間は実際にビームは出ないという様に改造しました。むしろそういう事より残留放射能が恐いわけですが、これはさっきお話ししましたように、朝9時にマシンを止めまして、ほんの申し訳程度ですが30分間だけクーリングして、それからメンテナンス作業に入るといふ風な事をや、ているわけです。そういう事にもなると事故として、銅は残留放射能が多いわけですが、その銅を磨いた作業の結果、数時間の間に800ミリレントゲンあつてしま、たという事がありまして、残留放射能には最近特に気をつけているわけです。

三 角：電総研のリニアックはエネルギーが最高が33 MeV位と比較的低い方に属するわけですが、そのせいか、残留放射能による被曝というものは無いように思います。グループに属している人は全員フィルムバッジを、広帯域X線用と中性子用の2個を持、ていまして、それを常時着用しているはずで、す。月に1度どこかへ送、てその結果が戻、て来るのは1ヶ月後ですから、もし何かあ、つた時にはもう遅いのですけれども、現在までの処、確かほとんど全部10ミリレントゲン以下、つまり検出せずという処にチェックが付いて返、て来ていると思います。手持ちにTLD素子が沢山あるんで、それでや、てみてもいいんですけど一寸無精をしていまして、そういう事はや、っておりません。それから加速器室に人が居、て、なんていう事は、人が少ない為、にそういう処に放、ておいて来れる程、人がいないんで、そういう心配はまずないとい、つた処です。(笑)あと当然ながら半年に1度健康診断、血液と尿を、尿は放射線には関係ないのかな。何かそういうものをや、っております。

竹 腰：大変面白い。参考になる話しを色々聞かせていただきまして有難うございました。

この会場は8時の処を特別9時迄、なんとかお借りしたそうで、もう9時を過ぎましたんでございますが終らせていただきたいと思、つています。

プログラマーを担当していただいた小山田さんに色々アレンジしていただきましてんで拍手を持、て終りたいと思、つています。有難うございました。(拍手)

小山田：どうも実行委員会側の不手際がありまして時間の設定がどうも拙か、たらしく、尻の方が本当は8時で切れる処を管理人の御好意にすが、て、9時迄今日使わせていただいたら、いでございます。この様な企画を次回のリニアック技術研究会でもや、ていただけたら、そこで又、面白いお話しが聞えるんじゃないかと思、つています。

どうも有難うございました。(拍手)

(文責 小山田)