

# 大学における加速器教育

野田 章\*

## Accelerator Education at University

Akira NODA\*

### Abstract

Role of accelerator education at university and its requirements are considered based on my own experience of accelerator research. It is important to make such an environment where students can exhibit their initiative compromising the entire system of the accelerator. Ultimate goal of such an education is to enable students to enjoy their research works.

### 1. はじめに

編集委員長の安東愛之輔先生から標記のようなタイトルで加速器学会の会誌に何か書くようにとのご依頼をいただいた。どのような原稿が出来るかはなほだ心許ない限りではあるが、自分が加速器屋としてとどってきた30年近い歳月を振り返りながら自分なりの考えをまとめてみたい。

小生と加速器との出会いは京都大学の学部3回生の時の課題演習(大学紛争に伴う教育カリキュラムの改訂により、従来の学生実験は廃止され、学生が主体性を持って実験を遂行する課題演習が創設された。我々の学年は凶らずもその最初の年度に当たっていた。)に始まっている。理学部附属のタンデムバンデグラフを用いて、pp散乱を行い、クーロン相互作用による弾性散乱を差し引いて核力のフェーズシフトを求めるのが課題であった。その後、大学院に進学後は、東大・原子核研究所(核研)の電子シンクロトロン(ES)を用いて核子からのパイ中間子の光発生の実験に従事した。従って、大学院時代は、修士・博士課程を通じて、自分にとって加速器はあくまで素粒子物理学の追究のための道具であるとの位置づけであった。こうした状況であったが、博士課程の後半にESを用いて学位論文のための実験を行っているうちに、それまで、水道の蛇口をひねると水がでるような気持ちで使っていたビームに対する考え方が少しずつ変化して

いった。我々が実験をしていると、核研の山口省太郎先生は、夜仕事を終えてからESのコントロールルームに現れ、1時間か2時間ばかりいろいろなパラメータを調整され、深夜にお帰りになる頃には、ビーム強度を倍近くにして頂いて「どうだ、これでマシンタイムが倍になったぞ。」と笑顔で帰って行かれた姿が30年以上経過した現在でも脳裏に残っている。ESは徹夜運転をしていたが、明け方になると近くの西武鉄道の始発電車が動き始めるのに併せて、ビームが不安定になり調整が必要となった。ある朝、小生は見よう見まねでESのパラメータを種々いじくり回してついにビームが全くでない状況に立ち至ったことがあった。仕方がなく専門家の山川達也先生をお呼びして、再調整をして頂いたがその際、山川先生に「パラメータをいじるときは判らなくなったら元に戻せるように、ヘリポットは最初につかんだ状態を変えずに手首をねじって回すですよ。」と優しく戒められたことを未だに鮮明に記憶している。車の運転で言う擦りハンドルの様なことをしてはいけないとの戒めである。もっとも最近ではアナログ機器が姿を潜め、デジタル化してしまっているのでそのままは当てはまらないかもしれないが先人の知恵として今も心にとどめている教訓の一つである。

このようなことがあり、加速器の動作というものに少しずつ関心を持ち始めていたこともあり、大学院修士とほぼ時を同じくして、東大・核研で将来計画とし

\* 京都大学・化学研究所・附属先端ビームナノ科学センター  
Advance Research Center for Beam Science, Institute for Chemical Research, Kyoto University  
(E-mail: noda@kyticr.kuicr.kyoto-u.ac.jp)

て高エネルギー重イオン加速器計画「ニューマトロン」計画が策定され、その加速器の開発に従事する助手の公募がなされたので躊躇なく応募し、幸いにして採用頂いたのが加速器を生業とする始まりであった。

## 2. 加速器屋としての歩み

### 2.1 ニューマトロン準備室における加速器研究

ニューマトロン準備室では、高エネルギー重イオン加速器の開発研究として、重イオンライナックと重イオンシンクロトロンの開発を中心に行っていたが、シンクロトロン中で重イオンの荷電変換反応を抑えて十分なビームライフを確保するため、超高真空技術の開発にも重点を置いていた。真空槽内面からのアウトガス放出の抑制のためベーキングを行うのは勿論のこととして、Ar ガスによる Discharge Cleaning の研究も行われた。薄い水色の放電を窓ガラス越しに写した写真に、撮影者の溝渕明先生が写っていたことがあり、皆で「溝渕先生の執念が乗り移っている。」とからかったものであるが、その「執念」の甲斐あって準備研究の実証器として建設した TARN (Test Accumulation Ring for NUMATRON Project) 及び TARN II では周長数十メートルの Massive な体積に於いて最終的には  $10^{-13}$  Torr 台の真空を実現するのに成功しておられる。この超高真空の実現にあたっては、前記の溝渕先生と並んで「真空の鬼」といわれた千田勝久さんの献身的な貢献も特筆に値する。TARN では、粗引き系としてターボ分子ポンプを用いており、系外に残留ガスを排出するという観点から、メインポンプのイオンポンプの稼働後も、常時ターボを働かせるシステムとなっていた。当時 ICF253 のオールメタルのゲートバルブをつける余裕はなく、核研の近くに居を構える千田さんが夏の落雷等があると飛んできてメインテナンスをするというまさに「人間ゲートバルブ」の役割を果たしておられた。

ニューマトロンの準備研究では、山田聰氏（現放射線医学総合研究所、加速器工学・物理部長）が主としてリニアックを担当し、自分は主としてシンクロトロンを担当することとなった。まず、全員で Livingood の Circular Accelerators を輪講することから始めた。加速器責任者の平尾泰男教授（前放射線医学総合研究所長）は当時、核研の低エネルギー部の主任も兼務しておられ、日中はそちらの仕事が忙しく、夕刻5時を過ぎてから我々の部屋においてこられて、「では仕事を始めるか。」ということで真夜中まで輪講や加速器の検討作業が続けられたものである。準備室が発足した翌年の1977年9月には核構造の国際会議が東京

であり、それに間に合わせてニューマトロン計画のブローチヤルをまとめた冊子を作成するため、その年の夏は大変忙しく、8月には仕事を終え新婚早々のアパートへ帰る時にはもう夜が明け、始発の西武電車が動き始めていたが、午前9時頃には又出勤するというような状況が1~2ヶ月継続していた。前述の山田さんと二人で真夜中に核研の食堂で冷え切った夕食を食べながら「夏休みはなくてもよいから、せめて夜ぐらいいは寝たいものだ。」などと話し合ったことをつい昨日のように記憶している。後日、平尾先生にこのお話をして「ニューマトロン準備室は人遣いが荒い。」と申し上げると、先生は「そうしてもらって光栄だ。人遣いが荒くなくて良い仕事出来るか。」と喝破されたのを今でも鮮明に覚えている。昨年の国立大学の法人化に伴い労働安全法に基づく職場の安全基準等がかまびすしく叫ばれているが、こと教官に限る限り、自分の好きな研究をしている限り安全に気をつける必要があるのは勿論であるが、機械的な規則のあてはめは該当しないように思われる。ちまたでは法人化即効率化のようなイメージが定着しているような感があるが、法人化以前の国立大学の教官のかなりの部分が、大なり小なり似たような努力により研究・教育を支えてきたという事実を政治家の方々はもっとよく認識する必要があると思われる。法人化による事務手続きの煩雑化で多数の教員が貴重な研究・教育のための時間を割かざるを得ない状況が続いている。こうした状況は分野の如何を問わず何年か先の日本の学問にボディーブローのように効いてきて停滞をもたらすのではないかとこの小生の危惧が杞憂に終わることを切に願っている。

シンクロトロンの勉強を開始するに当たり高エネルギー部に相談に伺ったところ、核研の1.3 GeV 電子シンクロトロン建設時の熊谷寛夫先生のファイル3冊を参考資料としてお貸し頂いた。このファイルは核研の小生の本棚に保管されていたが、荷物の整理の全く苦手な自分は、京都大学化学研究所への転出の際にも、これらのファイルを含む多数の資料の類を核研に置きっぱなしにしていた。これらの資料はその後の核研のKEKとの統合に続く田無キャンパスの消滅時に宇治の小生の研究室に送付されてきた。このファイルのことを気にしつつもどうすべきが判断のつかぬまま大切に保管してきたが、最近、木村嘉孝先生にお会いした機会に熊谷先生の話が上がり、ご相談申し上げたところ高エネルギー加速器研究機構の情報資料室で保管頂けることとなった。

ニューマトロン準備室では本計画の設計が一通り終

わると SF サイクロトロンを入射器として重イオン・蓄積リング TARN の建設に取りかかった。自分は主として LATTICE 設計と電磁石の設計・製作を担当した。大きな研究所ではこれらは別々のグループが担当していたが、我々は小グループであったので一人でいくつかの役割を掛け持ちしており、大研究所をうらやましく思ったものであるが、今にして思うと LATTICE 設計のきつところを電磁石にしわ寄せしようとしても結局それで苦しむのは自分自身であるので、必死になって両者をコンプロマイズすることを考えた。こうしたことが好むと好まざるにかかわらず常に全体を考えざるを得ない状況に導いたと思われる。従って、小生が加速器屋としての仕事を開始したのがあまり大きなグループでなかったことが今となってはありがたかったと考えている。小生が核研の助手に決まったとき、大学院時代にお世話になった中村輝男先生が「小さなグループの方が全体がよくわかって良いよ。」とおっしゃっていたことの意味をしみじみとかみしめている。こうしたことは、後継者の養成の上でよく考慮しておくべきことと考えている。

我々がニューマトロンの重イオンシンクロトロン設計を開始した頃には、重イオンをシンクロトロン加速していたのは BEVATRON のみであり、「重イオン加速は Weak Focus のマシンでない」と困難である。」といった意見を唱える先生もおられ、加速器はまだ建設の経験が大ききものを言う時代であり、加速器を学問としてとらえる動きはやっと開始されたばかりであった。こうした状況の中で高エネルギー物理学研究所（現高エネルギー加速器研究機構）に鈴木敏男氏を中心とする加速器理論グループが形成され、加速器中のビームそのものを研究対象とする取り組みが開始された。我々東大・核研のグループは理論専任というわけにはいかなかったが、平尾先生のお骨折りで LBL の Al Garren, GSI の Ingo Hofmann, RAL の Graham Rees といった世界で活躍中の人材を次々に招聘頂いたので、今で言うビーム物理の中心課題は一通り念頭に入れた上で、加速器の開発研究を進めることが出来た点は、幸運であった。

重イオンを長時間蓄積することが可能なことを実証するため、TARN の建設を行った。入射器として核研のサイクロトロンを用いるので、月に一回程度のサイクロのマシントイムを取って実験を行った。ビームコミッションに際しては、1 周するごとに祝杯を挙げていたため、サイクロ利用の原子核物理の研究者から「君らは飲んでばかり居る。」とからかわれたものだが、今にして思うと平尾先生をはじめとする指導

者の方々が意識的に若手の志気を鼓舞して頂いていたように思われる。前にも述べたように、ニューマトロン計画の策定や TARN の建設はかなり肉体的にはきつい作業であったが、精神的には高揚していたためストレスがたまるような状況は生じなかった。このことも現在京都で計画を進めるに当たって肝に銘じていることの一つである。

また、ある時、前述の TARN の実験室で小生が放射線を浴びる可能性のある作業をしていたことがあるが、それを聞きつけた平尾教授と片山助教授がそろって実験室に入ってこられた。小生は「一人で出来る作業ですから。」と申し上げたが、お二人は笑顔で作業を見守ってくださった。その時、お二人の「おまえ一人に放射線は浴びさせない。浴びるのなら自分たちも一緒だ。」といった気迫が感じられた。もっとも、実際にはたいした放射線を浴びることもなく作業は無事終わったのであるが、連帯感が高揚し「こういう職場で働かせてもらえる自分は幸せ者だ。」と感激したのを今でも覚えている。このお二人の姿勢は、その後自分が京都に移ってから若い人と一緒に仕事をする際の模範としてきたつもりである。

その後、ニューマトロン計画は不幸にして日の目を見ることはなかったが、我々は核研の敷地内で建設可能な重イオンシンクロトロン/クーラーリング TARNII の建設を始めた。予算が使えることが確定したのが 11 月中頃で、それから LATTICE 設計を開始し偏向電磁石全 25 台の設計を確定して、年度内に 9 台を完成させるという強行軍であった。当時は 3 次元磁場計算コードといった便利なものはなく、2 次元の境界値問題を解く計算機コード TRIM（現在の POISSON に相当）を用いて計算を行い、入口、出口の漏れ磁場の様子は磁石中心線を含む面内のこれも 2 次元の計算を併用し、後は勘で決めるという多少荒っぽい方法でモデル電磁石の製作も無しに全台数の製作を開始した。最初の電磁石が完成し、いよいよ磁場測定が可能となる前日には、就寝中に、磁場測定をしたところ磁極両端での磁場の落ちを避けるためつけたシムの効果が効き過ぎて磁場分布の両端に角がでてしまい使い物にならないという夢を見て飛び起きたことがある。完全に目が覚めてから「夢で良かった。」とつくづく思ったものである。幸いにして、実際に製作した TARNII の電磁石は夢でうなされたような角がでることなく、順調な特性を発揮し、シンクロトロン加速や遅い取り出しの加速器実験に使用した。さらには、田辺徹美氏が電子ビーム冷却を用いて原子・分子物理の分野において仁科賞受賞につながる世界的成果

をお挙げになった実験にも活用頂けたのは望外の喜びである。

## 2.2 京都大学化学研究所における加速器・ビーム物理学研究

その後、縁有って1991年1月から京都大学化学研究所の原子核科学研究施設に移ることになった。自分が移った時には433 MHzのRFQ及びAlvarezからなる7 MeV陽子線形加速器の建設が完成し、コミッションの直前であった。小生は心中深く1年を目処に7 MeVまでの加速を行うことを目標とし、まずイオン源の調整から手をつけ、続いてイオン源からRFQに至るLEBT系を岩下芳久、岡本宏巳両氏の協力を得て設計し、製作図面を自分で引いて町工場で加工させた静電Qを真空槽内へ設置した。着任早々の1年間は教授会の時以外の大部分の勤務時間はイオン源の部屋で過ごした。こうした実作業を支えてくれたのは、蹴上のサイクロトロン以来の教務職員の富士田浩一さんであった。氏は定年退官後も研究支援員として我々の施設の加速器の運転を後任の技官の頓宮拓氏と共に支えて頂いていたが、間質性肺炎で2000年春に急逝された。心から冥福をお祈り申し上げる。

その後、7 MeVライナックは当時D1(現助手)の白井敏之氏の疲れと恐れを知らぬキャビティのエイジングが功を奏し、1992年1月末には7 MeVまでの加速に成功できたのは幸いであった。

その後、100 MeVライナックの移設とJSRを改造した300 MeV電子蓄積リングKSRの建設と移っていく。KSRは当初放射光源としての使用を想定していたが、光源のビームラインを建設する予算はなく、1997年から1999年まで科研費を得て建設したパルスストレッチャーモードが検出器の較正等によく使用されている。このストレッチャーモードのコミッションはこれで学位を書いた杉村高志氏(現高エネルギー加速器研究機構助手)のねばり強い取り出し用静電セプタムのエイジングにより完遂された。負の高圧の印加に比して、正の高圧をかけることの困難さをいやと言うほど思い知らされたが、杉村氏の努力の甲斐あって、ストレッチャーとしての使用が可能となった。このKSRは最近理研の若杉さんを中心とするグループがイオントラップを直線部に設置して電子とイオンの相互作用を研究する手法の開発に活用され、めざましい成果をお上げになっている。

京大・化研では、がん治療専用のシンクロトロンの入射ビームとして、レーザーイオン源の開発を原研・関西研の大道博行先生のグループと平成13年以来進めてきた。レーザー生成イオンビームのエネルギー拡

がりや位相回転と電子ビーム冷却の組み合わせで縮減するのが、我々の任務である。前者は大学院生の中村衆君が中心となり、後者はこの4月からドイツのハイデルベルグのマックスプランク原子核研究所(MPI)にポスドクとして赴いているファディルビシヤム君が中心となり、放医研の野田耕司さんのグループとの協力により推進してきた。レーザーと同一周波数の位相回転空洞はその電源と共に完成し、今夏の原研・関西研の100 TWレーザーでの実験に備えている。また、後者に関しては±1%程度のホットイオンビームの電子ビーム冷却の冷却時間をイオンと電子の相対速度を掃引することにより短縮できる可能性について、前記のMPIのTSRを用いて、2001年と2002年に原理検証実験を行った。現在、実用化に必要な定量的なデータの取得を目指して、京大・化研内のイオン線形加速器実験棟内にイオン蓄積・冷却リングS-LSRを建設中である。この建設に当たっては助手の白井敏之君が中心となり、前に名前が挙がった技術職員の頓宮拓氏がこれをサポートしながら急ピッチで建設が進められている。

こうした間、井上信先生が雑用を一手に引き受けて頂いていた間は、自分は大部分の時間を実験室で過ごすことが出来た。井上先生が原子炉実験所長として化学研究所を去られて6年が経過したが、国立大学の法人化もあり雑用が増えてせっかく念願の蓄積・冷却リングS-LSRの建設が進んでいるが、小生が長時間実験室に留まることが困難な状況が続いている。実験室が実験室に滞在しなくなれば、陸に上がった河童も同様で存在意義が無くなるとは重々承知しているつもりであるが、思うに任せないのが今日この頃である。

この間、井上先生や高エネルギー加速器研究機構の平田光司氏(現総研大)や岡本宏巳氏を中心にビーム物理研究会が立ち上がり、加速器の中のビームを物理学の研究対象としてとらえる動きが活発化した。加速器は総合科学であり、いろいろな側面がある。携わる人の個性に応じて様々なアプローチがあり得、ビーム物理はその代表的な一つと考えている。

## 3. 大学における加速器教育

以上長々と昔話を続けてしまったが、そろそろ本題に戻り、大学における加速器教育のあるべき姿を考察してみたい。自分の30年近い加速器との関わりを振り返ってみると、自分の人生にとってかなり大きな部分を加速器が占めており、加速器との関わりのない人生は自分にとって考えることが出来ない。1976末に加速器の研究を開始した際には、加速器に関する知識

は皆無に近かったが、その後自分なりに必死で勉強してきたつもりである。前にも述べたが自分が所属したグループが当初は教授を含めて5人で構成される大学の1研究室程度の規模からスタートしたということが自分にとって今から思うとありがたいことであったと考えている。常に全体のことを考える訓練を受けたこともあるが、この程度の組織では各人が全体の様子を把握することが可能であり、自分の受け持つパートに対する要求を把握することが比較的容易であった。この全体を見通す訓練を行うことはかなり重要なファクターであり、特に若い時期にこうした姿勢を身につけておくことが肝要だと思われる。大学に加速器の研究室のあるところは少なく、我々のところもいつも予算難で苦勞しており、あまり規模の大きな装置を建設することはできないが、一方で成長過程にある若手にとっては、全体の把握が出来やすい有利な条件が整っているということも可能であると考えている。

小生が最初に職に就いた原子核研究所は研究者の主体性を重んじる雰囲気が漲っていた。前にもお名前の上がった山口省太郎教授は停年退官の挨拶ではないかと記憶するが、「理屈は後で考えても良いから、教授の言うことにはまずノーと言え。」と言った趣旨のお話をされたことがあった。誇張された極論のように思われる向きもあるかもしれないが、「権威に盲従するのではなく、自分の頭で良く考えろ。」との警鐘であったと理解している。当時の指導者の平尾先生は厳しい方ではあったが「仕事をきちんとしさえすればどのような意見でも受け容れる。」という姿勢を示して下さり、主体的に仕事に取り組める環境は整っていた。このことも極めて重要な要素を占めていると考えている。ヨーロッパでは大学院の学生は、自ら各地の専門家を訪ねて仕事に必要な知識と情報を集めて回るという状況が一般的になっている。日本の大学院制度でもこのような主体性を持った取り組みを助長するようなシステムが必要であろう。具体的には、学生自身が主体的に動ける予算(旅費・物件費共に)の確保が必須の条件と考えている。若い内から、自らの立案で行動し、研究計画を作り上げていく姿勢を予算の管理も含めて身につける訓練が是非とも必要と考えている。但し、国民の血税で賄われる公費を用いるのであるから、自らを厳しく律することが求められることは言うまでもない。

最後になってしまったが、論語に「之を知るものは之を好むものに如かず、之を好むものは之を楽しむものに如かず……」と有るが、研究の蘊奥に迫るためには、最終的には「之を楽しむ」境地になることが求め

られる。自分の経験を振り替えると、シンクロトロンや蓄積リングのラティス設計や電磁石設計に従事している際には、楽しむと言うよりは、「設計・製作したものが充分機能を果たせるようにせねばならない。」との義務感が先に立ちがちであった。これとは対照的に、東大・核研で確率冷却 (Stochastic Cooling) 実験を行った際には、自分が主として責任を果たしているアイテムでは無いという潜在意識もあり、趣味でやっているような気分で楽しむことが出来た。まず1981年春に Rutherford Appleton Laboratory でのワークショップの帰途に、以前に Berkeley のワークショップで知り合いになっていた CERN の Dieter Möhl を頼って1週間 CERN に転がり込み、CERN の Stochastic Cooling の現状調査を行った。これは調査研究と言った Official なものが認められたものではなく、全く個人的な滞在中で行ったものであるが、自分にとってはかなり得るところが大きかった。まず ICE (Initial Cooling Experiment の略) で行われた実験に関する情報を集めたあと、ISR (Intersecting Storage Ring) で反陽子を Cooling した後に、SPS (Super Proton Synchrotron) に入射し、p-p の衝突実験を行うために SPS を改造している様子を見るために地下のトンネルに案内して貰った。その際に、Dieter Möhl が小生に Carlo Rubbia のヘルメットを貸してくれたが、不勉強な自分はその時は彼が誰かを知らなかった。見学して驚いたのは、前年稼働を開始したばかりの、当時世界最高エネルギーを誇る陽子シンクロトロンである SPS を既に半年近くシャットダウンし、コライダーとして使えるように改造しており、5月にはコライダーとしての運転を開始するのだということであった。当時の日本の雰囲気では、世界最高エネルギーのマシンが完成すれば当分は実験が目白押しで、改造のためにシャットダウンを行うと言ったことはかなり先送りになるだろうと考えられたからである。これは前記の Rubbia の強烈な個性の寄与するところ大なる側面も有ろうが、社会全体としてもこれを許容すると言った精神的風土があったことによると思われる。こうした Freedom は研究の進展にとって非常に重要なものと考えている。実際、この SPS での p-p の衝突実験によりベクトル ボソン W, Z が発見され、Rubbia は Stochastic Cooling の発明者 Simon Van der Meer と共に1984年のノーベル物理学賞を授賞したことは周知の事実である。その後、Notch Filter Method による Momentum Cooling の方式を L. Thorndahl や G. Carron 等から教わって帰国した。帰国後、幸いにして核研で片山武司氏を代表者

とする科研費が認められ、Stochastic Cooling Systemの建設が始まった。Traveling Wave TypeのPick UpやKickerの設計を行いStochastic Cooling実験を中心になって推進した徳田登氏（現KEK）や米原正人氏（現Spring-8）と共に実験を続け、1984年には無事7 MeV陽子を冷却することに成功することが出来た。これに味をしめたわけではないが、我々のところでは、前述のイオン蓄積・冷却リングを活用して電子ビーム冷却に留まらずレーザー冷却も試みたいと考えている。ポスドクの池上将弘君が中心となり、電場を磁場と重畳することにより軌道の運動量分散を打ち消して、dispersion freeのラティスを構成し、運動量の異なる粒子間での偏向部での軌道長の差に起因するshear forceを抑制して、ビームの結晶化を目指している。その具体化に向けて、大学院生の田邊幹夫、想田光の両君がそれぞれ磁場中への挿入可能な電極設計や無分散ラティスと3次元レーザー冷却の両立といった問題に関して精力的に取り組んでいる。また、院生の藤本慎司君は、先進小型加速器ポスドクであった竹内猛氏が就職により去ったのを受け、S-LSRのビームモニターを一手に引き受け、早期ビームコミッションングに向け全力を傾注している。限られたマンパワーではあるが、このように若手諸君が活躍してくれているので、今年度内にはS-LSRで「ビーム冷却を楽しむ」ことが可能となると確信している。

前に小生はある場所で、「加速器とは、Scientificな理詰めの検討で、誰が設計しても同一の設計にたどり着くような代物ではなく、性能をうまく発揮するために外してはならない条件を満たしてさえいれば設計者が自由に創意工夫を発揮できる対象であり、その意味では芸術活動にも通ずるものがある。」といったお話しをさせていただいたことがある。これはなにも加速

器に限ったことではなく、物理実験に使用する測定器等に関しても同じことが当てはまるのではないかと考えているが、少なくとも加速器に関しては「誰が設計しても理詰めで同じ設計に行き着くので有れば、寝食をなげうってまで研究に没頭する気持ちにはなれない。」と考えている。他の誰でもない自分が設計・製作した加速器の性能をフルに発揮しようとするところに、芸術ともあい通ずる個性の発揮を可能ならしめる場があると信じている。

現在我国では、前人未踏の大強度陽子加速器であるJ-PARCの建設が推進されている。このような加速器を完成できるかどうかは将に我国の文化のレベルが測られていると言っても過言ではないと考えている。大強度の実現という厳しい仕様の実現のために越えねばならないハードルは高くまた多数存在するが、人類の文化に足跡を残すことの意義を噛みしめ、厳しい研究開発と建設を「之を楽しむ」心意気でご活躍いただくようJ-PARCの現場で日夜奮闘されている方々に心からのエールを送りたい。

以上取り留めもなく書き連ねてきたので纏めておくと、加速器教育にとっては

- (1) 全体を見通す姿勢、
- (2) 主体的な取り組み、
- (3) 個性を発揮し、研究を楽しむ

といった3項目が重要な柱となると考える。最近、全国共同利用機関である高エネルギー加速器研究機構が中心となり、各地の大学における加速器科学を支援する動きが始まりつつある。こうした動きとも相まって、全体像を持ちながら主体的に行動する若手研究者を可能な限り多教育で、自分も「研究を楽しむ」ことの出来る日が近いことを祈りつつ本稿の筆を置くことにしたい。