

談話室

ALS での加速器屋人生

西村 弘志

Life at ALS on Accelerators

Hiroshi NISHIMURA

第3世代の放射光リングの幕開けとなった Advanced Light Source (ALS) は、サンフランシスコ湾を眼下に見下ろし、金門橋 (Golden Gate Bridge) を正面に見据える恵まれた景観 (写真1) の丘陵にある Lawrence Berkeley 国立研究所 (LBNL) にあります。第2次大戦時に建てられた 184 インチサイクロトロン (<http://bancroft.berkeley.edu/Exhibits/physics/bigscience02.html>) の建屋を引き継いだ ALS の丸屋根 (写真2) も、対岸のサンフランシスコからも望める重要なランドマークになっています。ここで私は 1985 年から働いています。

当時、東大物性研軌道放射光施設 (田無) の助手であった私は、5 年任期の最後の 1 年を、LBNL に本部のあった SSC (Superconducting Super Collider) 準備室でトラッキング要員として働く機会を得ました。ところが渡米寸前に、SSC の加速器物理部長の Max Cornacchia 氏が ALS とかいう放射光リングに移ってしまい、訳のわからないまま私も従った訳です。英語もろくにできませんでしたが、SYNCH で知られていた日本最員の Al Garren 氏に助けられ、快適なアメリカ生活を始めました。Mike Zismann, Alan Jackson, Swapan Chattopadhyay, Albin Wrulich といった当時まだまだ若手に加え、Jackson Laslett, Klaus Halbach という大御所とも一緒に働きました。KEK 加速器部の受託大学院生当時に木村嘉孝・鈴木敏郎両先生に仕込まれた「名高い理論のご本人」が皆さん二本足で歩いていたのですから、それは大いに感激しました。日本で溜まった共同利用の現場の疲れも、瞬時に吹き飛びました。そして、翌年、帰るべく荷造りをしている最中に ALS の準備予算が通り、加えて同時期に Wrulich (現 SLS) がヨーロッパに帰ることになって、私は ALS 専任トラッキング要員として居座ることになったのです。Wrulich の給料で私を何人も雇えるとかいう話だったようです。

その頃、加速器設計に必要なプログラムの御三家は、

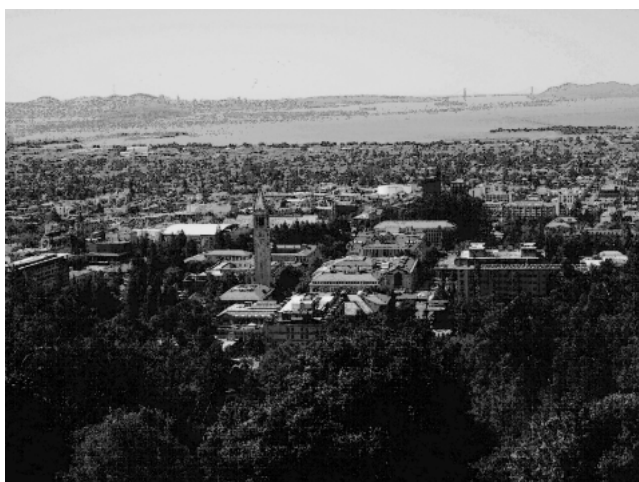


写真 1



写真 2

Garren の SYNCH で Lattice 設計, Zismann の ZAP で不安定性, 最後に Wrulich の RACETRACK で Tracking と相場が決まっておりました。そして、第3世代放射光リングの時代になって、Tracking の重

要性が増し、私はそれに張り付けられたのです。时期的には、WrulichがRACETRACKに電磁石の設置誤差等数々の誤差ルーチンを取り込んだ頃で、私はそれらの補正ルーチンを作られました。そうして、かろうじて、シミュレーションと呼べる類のものが始まったのです。でもWrulichが去ってしばらくすると、Fortranでは私には収拾がとれなくなり、ミニコンのPascalを用いてライブラリー化し、ついでに言語機能もつけた結構柔軟なコードを作り、Tracyと名づけました。そしてSSCにいたEtienne Forest(現KEK)の当時世界最先端のLie群を駆使した計算理論を取り込む機会を得、「あらゆる誤差のもと、完全に6次元で、エミッタンスまで計算できる」Tracy2が誕生して、これが一人歩きを始めました。しかし、さすがにPascalでは若手は中身をいじれないらしく、ライブラリー部分が他の研究所ではCに書き直されたようです。確かに加速器物理のライブラリーは、当時他にはあまりなかったもので、いい素材となったようです。ALSとSLACの若手は、Accelerator ToolboxというMatlabから自由にアクセスできるしゃれたシステムにして得意になっています。欧州の第3世代放射光リングでは重宝してもらっているようです。KEKのSADとは異なる文化圏の話です。

さてTracy2を少々他人事のように言うのにも理由があって、それが一人歩きを始めた頃には、私の興味は完全にC++に移っていたからです。こっちは結構頑張って、なかなか洒落たシミュレーション・ライブラリーを作ったと自負しているのですが、いかんせん、ここまで来ると誰とも話が通じません。C++はDifferential Algebraの実装には理想的なので、世界規模で見れば10人やそこらは加速器屋でまともにC++していた方もいたはず。それなりにも協力関係も生まれかけたような話もあったのだけど、私はそのようなチャンスは完全に逃しました。ALSの立ち上げで精一杯だったのです。Hamiltonianと戯れる暇もなく、電磁石電源の制御、ビーム位置モニターの読み出し等々の現場の泥臭いプログラミングと、加速器の運転そのもので1990年代は終わりました。事ある度に、現場の連中と一緒にダウンタウンのビアホールに行っては氣勢を上げ、その勢いで近くの日系カラオケバーを占拠したものでした。米国でも、加速器建設・立ち上げの期間は、夕方5時以降の付き合いが結構あったのです。非常に忙しくストレスもあったけれど、実に楽しい時期でした。加速器の大將Alan Jacksonはビールとヨットが大好きな英国人。彼の言うこともろくに聞かず、若手は皆で好き勝手にやらし

てもらったように思います。懐かしい思い出です。私に関する範囲内では、制御用ソフトも完全にオブジェクト指向化したりして楽しんだのも確かですが、加速器物理のアカデミックな進歩からは完全に取り残されました。例えば、私も一時期かじったForest等のLie群を駆使する理論も、ALSが一段落した頃には完全に忘れてコードだけが手元に残りました。建設に携わる幸運を得た加速器屋の常でありましょう。気がつくと、カラオケ仲間もあちこちに散り、カラオケバーまで姿を消してしまいました。

何でも、LBNLは伝統的に斬新な設計で名を売った研究所だそうです。ALSもその例に漏れず、当時は非常に難しい設計であると見なされていました。こんなにエミッタンスを絞って、WigglerやUndulatorをいくつも入れて、本当に動くのかいなという時代でした。自分でシミュレーションしていても、本当にこんなのでいいのかなという不安は常について回りました。加速器も、20年前、30年前は、計算と現実とは別物であったとか。チューンが少々ずれていても、軌道が少々狂っていても、そんなものだと思われていました。加速器の建設が終わったら、設計とかいう過去の話は忘れて、その現実を素直に受け入れる雰囲気がありました。ですから私は、こんなにシミュレーションを信じては冒険が過ぎるのではないかと怖くなったのです。

でも、LBNLは、そんな冒険が許されるどころか冒険が強要される恐ろしく素晴らしい研究所だったのです。そして、それを可能にしているのは、金の算段がつくや否や、世界中から腕の立つ連中を雇ってくるオープンなシステムです。既存の人材をフルに再利用するわけではないのです。人に金がつくのではなく、金に人がつく世界なのです。……私のように準備予算以前に潜り込んで、なんとなく居座ってしまうのが楽でいいです。

幸いにもALSは無事機能し、私の緊張も解け、気が付くとALS建設を最後の仕事としたBevatron出身の大物エンジニア諸氏は勤続40年、100%の恩給で悠々とリタイア。1954年に出来て、反陽子発見などで知られたBevatron自体が、ALSの出来た1993年に店仕舞いとなり、ひとつの時代が終わったのです。そして私も中年になりましたが、軌道計算でも何でも、好きなようにプログラムさせてもらえて、それなりに新しい計算機を買い与えてくれば特に不満はないという極めて安上がりでいい加減な性格の為、常に何かしらの仕事が回って来る毎日です。なんでも、私は暇になるとろくなことをしない、会議に出ても寝

るだけ、管理めいた事は英語がわからないフリをして逃げる厄介な存在と見られているようで、小人閑居して不善をなさぬよう、やたら面倒くさいだけの放射線計算とか、訳のわからない中性分子貯蔵リングとか、若手の手に余る、ないしは敬遠される妙な計算をいくつも押し付けられています。でも、私はどんなテーマであれ、最先端のソフトウェア技術で遊ぶ者になってくれるので大歓迎。実際、世界各国から来た皆様と ALS で一緒に働き、あれこれプログラムを作り続けていれば退屈することもない。私のような者には最高の職場です。とりわけ相棒が大物氏であれば申し分ありません。

Undulator で有名な Halbach との仕事もそんなひとつでした。彼が病の床に付いて以来、亡くなる前日まで、研究所裏の自宅を訪れては斬新なアイデアを拝聴し、議論してはそれをプログラムして差し上げるという光栄を得ました。Lambertson 磁石で名を知られた Glen Lambertson も 80 歳を越えています。ALS を最後に悠々リタイアした組ですが、今もかくしゃくとして中性分子加速器（実際は減速器）の理論計算に動いています。この大先生に張り付いて私は数値計算をして久しいのだけれど、私のほうが丸 1 年ほど遅れています。この先生、つい最近まで上半身裸で研究所の丘を走りまわっていたのだから、私などより遥かに体力があり健康です。

この中性分子加速器なるものの原理を簡単に説明したのが図 1。Zeeman 効果に似た Stark 効果です。中性分子に外部電場を加えて電気双極子を作り出し、これと電場の相互作用を用いるのです。Potential が電場強度の関数となり、電極の作る電場強度の傾斜が力を生みます。この図は、電場の弱くなる向きに力が生じる場合の例。とにかく、このような相互作用の表式が与えられれば、加速器屋は加速器を作れるのです。実際、中性分子の場合には、テーブルの上に収まる場

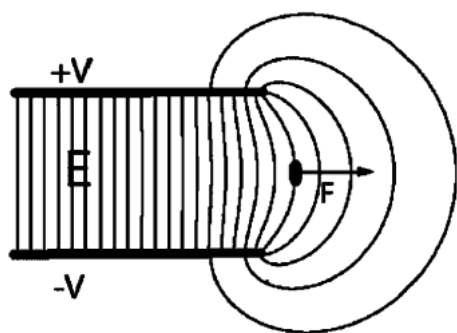


図 1

合もあるほど、加速器としては非常に小規模で廉価。しかしながら、化学用となると完全に異なる世界で、商品化でもされていない限りなかなか売り込めません。思えば、現在もてはやされている放射光にしても、ユーザーを獲得するまでには長い年月が必要でした。たとえ将来、加速器が化学でも活躍するにしても、最初は大変です。加速器屋だけで実証実験をやるだけの余裕が必要です。高エネルギー物理とは、非常に状況が異なります。

それでも、私は十分に楽しんでいます。この中性分子加速器用のコードにしても、オブジェクト指向プログラミングが大活躍。磁石ではなく電極に、電荷を電気双極子に置き換えればいいのです。荷電粒子加速器のクラスライブラリーの多くが再利用可能なのです。この状況は非常に面白く、まさにオブジェクト指向の醍醐味を味わえます。周囲の物理屋は誰も理解してくれませんが、私にとっては非常に楽しい作業でした。

そもそも、50 代半ばの私のようなものにプログラムが許されるという状況自体が妙なのです。それも米国です。……これも皆、計算機のできる若者が民間に流れてしまった結果。さすがの私も、若手のプログラム離れの弊害には嘆息をつきます。今年、大学を出た私の息子も理系で計算機好きですが、物理にはさほど魅力を感じないようで、「綺麗な建物、立派な図書館、高価な大型 LCD 付 Macintosh」の生命科学に流れるようです。女性の比率も要因に含まれるようです。

思えば、私が TRISTAN 前夜の KEK に受託大学院生で潜り込めたのも学生の絶対数の不足故。その後、米国でノホホンと物理屋面をしておれるのも、この分野でのソフト屋の絶対数の不足故。この幸運には感謝せざるを得ませんが、常に淋しさが付きまといます。そして、TRISTAN 前夜、加速器系の助手・助教授であった方々も皆様定年、ないしは定年目前。大学院生指導手当ての源であった私には、当然だけど皆様非常に良くして下さいました。そんな皆様が定年とは、なんとも淋しい限りです。

しかるに、この定年なるものが米国にはない！ 定年は年齢による差別になるから廃止されたのです。皆さん退職するけど、定年ではない。それぞれに自分で時期を選ぶのです。日本ならば、定年時期がはっきりしているから、あれこれ作戦もたてられる。でも、こちらではそれが無い。50 代半ばで少々の年金が出るようになるや否やウキウキとリタイアし、長い余生を文字通り遊んで暮らす方もいれば、周囲の視線を物ともせず延々と頑張る方もいる。私の年代になると、このような日米の格差が浮き彫りになってきます。少な

くとも、再就職という概念はない。もっとも私の場合、30 過ぎに渡米したから、まだまだ年季が足りません。あと 10 年ほど、クビにならずにプログラムを楽しみたいと思います。その点、ある意味で加速器が雑学の集大成であるというのはいいい。幅広いプログラムを楽しめます。

LBNL 界限の日本人の話をするなら、私の来た 80 年代は Bevatron で東大核研・阪大グループが活躍しており、若手を核研・谷畑氏が仕切っていました。高エネルギー関係も健在で、東大・釜江研の若手が何人も詰めていました。KEK のリニアコライダーの皆様も、SLAC 訪問のついでによく来られました。レーザートロン時代に仲間だった皆様（吉岡、松本、新竹氏等）とは何回も会ったものです。これもまた、LBNL が活発に高エネルギーしていた頃の話です。ALS にも日本人はいて、小池雅人氏（現・原研関西研）が分光器設計で活躍し、橿門偏光 Undulator で著名な佐々木茂美氏（現・APS）も目を光らせていました。また、景気の良い頃はビジターの方も多く、退屈しませんでした。

最後に、Berkeley という街、LBNL という研究所の最大の魅力を語るとすれば、それは米国という枠をも超えた国際色です。あらゆる国から来たあらゆる人種・風俗・宗教・信条の人々が、ごく自然に住んでいる、働いているのです。戦争で敵対している国の人たちも、ここでは一緒に働いています。実際、素晴らしい多様性だと思います。UCB/LBNL と、対岸のStanford/SLAC を合わせれば、ノーベル賞の数も軽



写真 3

く 30 を超える (35 ?) のですが、その裏にはこの多様性も大きく貢献しているはずです。その一方で、パークレイの南隣にあるオークランド市では、毎年秋の感謝祭までに 100 人は殺される。ピンからキリまで全てそろった小宇宙です。減点法で採点すれば、即座に零点を割るのだろうけど、逆にすれば 100 点では収まりません。この地域から引っ越して出て行っても、結局は皆さん、戻ってくるそうです。退屈しない街 Berkeley です。そして、私自身に何か自慢するものがあるとすれば、それは写真 3、我が家からの眺めでしょう。ラボのある丘陵を、そのまま 10 分ほど北にドライブしたところにあります。これもまた、Berkeley ならではの贅沢であります。