

## 後継者育成

## 未来への青信号 (9<sup>th</sup> International School for Linear Colliders 報告にかえて)

栗木 雅夫\*

A Green Sign for the Future

Masao KURIKI\*

2015年の10月26日から11月6日まで、カナダのブリティッシュコロンビア州のウィスラーで第九回目のリニアコライダーのための国際加速器スクール (9<sup>th</sup> International School for Linear Colliders) が開催された。本スクールは2006年に第一回目が神奈川県の上野原で開催されて以来、2007年にイタリアのErice、2008年に米国シカゴ近郊のOak Brook、2009年に北京近郊のHuairou (懷柔)、2010年にスイスのVillars-sur-Ollon、2011年に米国Pacific Grove、2012年にインドのIndore、そして2013年にトルコのAntalyaで開催されてきた。本スクールの目的はリニアコライダーをはじめとする将来加速器の実現のため、加速器科学の素養を有した人材を育成することにある。

本スクールはいままでの開催地をみてもわかるように、アジア、欧州、そして北米の三極が共同して持ち回りで開催してきた。大学院生や若手研究者 (ポスドク) を中心に、世界各地から参加者が募られ、そのなかから選考により50名から70名程度の学生が選ばれてきた。参加学生には実質的に旅費・滞在費が支給され、10日間あまりの期間、学問に集中する環境が与えられる。今回の開催地であるカナダのウィスラーはブリティッシュコロンビア州の中心都市であるバンクーバーからHowe湾にそって入り江の奥にあるSquamishからさらに内陸に入った箇所、スキーリゾートとして知られ、冬季オリンピックの開催地となった場所である。ウィスラー村の標高

は600mほどで、その南側にBlackcomb山 (標高2436m) Whistler山 (2182m) という二つの山に多くのスキーコースが設置されている。写真1はBlackcomb山とWhistler山の間にあるSinging Pass (日本語に訳せば歌声峠か) からの眺め。

筆者はほぼ全てのスクールに講師として参加してきた。スクールの運営形態は二つの点において進化してきている。一つはスクール運営側にノウハウが蓄積されてきていることである。本スクールでは講義の他に毎日宿題が出題される。学生が宿題に取り組むために、講義とは他にスタディアワーが用意される。スクールの初期においては、多くの講師が張り切りすぎ、多すぎる講義内容、多すぎる宿題を用意してしまったのである。結果として、多くの学生は内容をこなすことができず、



写真1 Blackcomb山とWhistler山の間にあるSinging Passからの眺め。

\* 広島大学先端物質科学研究科 Advanced Sciences for Matters, Hiroshima University  
(E-mail: mkuriki@hiroshima-u.ac.jp)

深夜過ぎ、学生によってはほぼ徹夜で宿題に取り組む者が出てきたのであった。このような事態を、美談として讃えるは筋違いであり、問題は講師側の見積り甘さであった。当初からスクールを組織してきた FNAL の Weiren Chou 氏と SLAC の Alex Chao 氏は講義の内容や宿題の分量について、過剰にならないように講師に注意することを怠らない。また筆者と同様に、多くの講師、CERN の Daniel Shulte, Walter Wuensch, Frank Tecker の各氏らは本スクールで複数回にわたり講義を行ってきており、過去の経験から講義の内容や宿題の分量について大幅な調整を行ってきている。

もうひとつはスクールの開催形態についてである。当初、スクールは加速器の歴史や現状などの導入から始まり、ビーム力学、各コンポーネントについての講義が続く単線コースのみであったが、2009年の北京から複線コースが設置された。コースは加速器物理コースと加速器技術コースであり、それぞれビーム力学と加速器技術を中心に学ぶものである。それに加えて、今回からの試みとして、FEL コースが設置された。FEL コースはその名のとおり、FEL を中心に学ぶもので、ビーム力学の基礎的内容に加えて、挿入光源や FEL の発生機構などについて詳しく学ぶものである。世界的に X 線領域の FEL 施設の建設、運転が進められており、日本の SACLA や米国の LCLS ではすでにユーザーへのビーム供給も開始されている。FEL は技術的にリニアコライダーと親和性が高く、SACLA は日本の常伝導リニアコライダーのために開発された C-band 加速技術を、米国の LCLS-II、欧州の Euro XFEL は国際リニアコライダーのために開発された TESLA 型超伝導加速技術をベースにしている。このように利用が広がる FEL と、リニアコライダーをはじめとする加速器将来計画とを加速技術を接点としてシームレスに接合し、学問的、技術的、そして人的交流を深めることが FEL コースを設置した狙いである。

おりしも、現在文部科学省では国際リニアコライダーの日本での建設のための検討が有識者会議で進められているが、そこでの議論の課題の一つが人的資源についてのものである。加速器建設期には研究者を含めて多くの人材が必要とされるが、直接的にはそのような人材をどこに求めるか、

そして建設がピークを過ぎれば必要な人的資源は減少するため、その後の研究者のキャリアパスをどのように設計するのか、が焦点であろう。これは国際リニアコライダーだけの問題ではなく、加速器科学が巨大になった現代では普遍的な問題である。従来のスタイルでは、計画の推進のために研究所が設置され、そこに人材が集められるのであるが、その施設が時間とともに陳腐化するのは、常に最新の課題に取り組むという研究の性質上避けられない。次期計画へスムーズに移行できればよいが、それがうまくいかない場合、研究テーマとしては最良ではないが、組織の維持のために次善のテーマに取り組むということもでてくるであろう。それは科学の進歩という人類共通のテーマを考えたときに、最適の状態とは言い難い。それを少しでも改善するためには、研究者としてのアイデンティティを所属する組織ではなく、研究者としてのスキルをもっとも生かせる環境に常に自己を置くという生き方そのものに置くほかない。加速器学会などのソサエティ、IPAC などの国際会議の目的は第一に研究成果の共有であるが、それに加えて加速器研究者、技術者という広い意味でのソサエティ、卑近な表現では加速器科学者、技術者という職種の職業別労働力市場の形成がその役割であろうと思う。自己の能力を最大に生かす場を探す個々の研究者、技術者の欲求と、必要な人材の確保というプロジェクトの要請との間の整合をとるには、より広い「労働力市場」の形成が必要である。それに加えて、組織への所属にアイデンティティを置くような古い文化の変革が求められているといえる。文化の変革には、技術のそれに比べて多くの時間が必要であるが、幸いなことにそのような変革の中心となるべき層は頭の固いシニアではなく、これからの未来を担う若手である。10日あまりという短い期間ではあるが、世界各地から選抜された多くの学生と寝食をともに学問にはげむという経験は、これからのその学生の人生における可能性をおおいに広げるとともに、その価値観を根底から変える可能性をもっているのである。世界は常に開かれている、と。

日本からは筆者に加えて、KEK の佐伯学行氏と横谷馨氏がスクール運営側として参加した。筆者の担当は「ILC」二コマと「粒子源」四コマ、



佐伯氏は「超伝導加速技術」八コマであった。横谷氏は今回講師としての義務を免除されたかわりに、通常は Alex Chao 氏が行っている最終試験の責任者（“Final Exam Czar” 最終試験の帝王と呼ばれる）の任に当たった。帝王の仕事は、試験全体をデザインし、講師が作成した問題を選択、編集し、試験の実施、採点の指揮までを行うことにある。帝王という名前のわりには地道な仕事である。写真 2 は最終試験に取り組む学生の様子である。

スクールでは朝 9 時から 18 時まで、昼食や休憩を挟みながら一日四コマの講義が行われた。夕食の後、study time として宿題に取り組む時間が夜の 22 時程度まで設定されるが、その時間に部屋に戻る学生は稀である。その日の講義を担当した講師は、自らが出題した宿題についての質問に答えるため、深夜まで学生につきあう必要がある。最終日には朝 8 時から 4 時間 30 分にわたる最終試験が行われる。出題範囲は一部の講義をのぞく全てで、学生は講義と宿題で学んだその成果を試されることになる。講師は試験が終わると昼食もそこそこに採点室に集合し、夕方の 18 時 30 分までに採点とその集計を終えなくてはならない。何故なら、18 時 30 分からはスクールの最後の催しであるバンケットが開催され、バンケットでは優秀学生の表彰がなされるからである。優秀学生の表彰は最終試験の点数をもとに行われる。スクール全体の責任者である Weiren Chou 氏は表彰の前にならず次のような言葉を述べる。「さて、これから優秀学生を表彰します。これは最終試験の得点をもとに評価したものです。最終試験の結果がすべてではありません。ここにいる学生

は数倍の競争率で選ばれた人ですから、すでにあなた達は選ばれし学生です。私はあなた達が非常に努力してきたことを知っています。あなた達はすべて優秀な学生です。しかし、それは試験の点数が高い人を讃えなくていい理由にはなりません。みなさんで彼らを讃えましょう」。今回のスクールでは下記の者たちが Student Award の荣誉に浴した。ここにその名前を記してその荣誉を讃えたい：Jim Ogren (Uppsala University, Sweden), Fernando Maldonado (Millan, University of Victoria, Canada), Weiwei Tan (Peking University, China), Yasuhiro Fuwa (Kyoto University, Japan), Jorge Giner Navarro (University of València, Spain), Michele Bertuccia (INFN, Italy), Robin Rajamaki (CERN/Aalto University, Finland), Douglas Story (TRIUMF/University of Victoria, Canada), Dario Pellegrini (CERN/École Polytechnique Federale de Lausanne, Switzerland), Liu Yang (TRIUMF, Canada), Lianmin Zheng (Tsinghua University, China), and Juergen Pfungstner (University of Oslo, Norway)。写真 3 は優秀学生表彰された京都大学の不破氏。

今回のスクールの特徴のひとつとして、LCWS (Linear Collider Workshop) との同時開催がある。LCWS は LCC (Linear Collider Collaboration) が主催している、年に一回開催



写真 2 最終試験の様子。



写真 3 優秀学生表彰された京都大学の不破氏。左端は横谷氏 (KEK, Final Exam Czar), 中央は Shane Koscielniak 氏 (TRIUMF, Local Organizing Committee chair)。

されるリニアコライダー計画のためのワークショップであるが、2015年のLCWSは11月2日から6日まで、同じウィスラーで開催された。二つの会場は徒歩15分ほどであり、筆者もLCWSとスクールの会場との間を幾度となく往復した。LCWS最終日には各作業部会から議論のとりまとめの報告があるが、粒子源グループのとりまとめ役である筆者はその報告を行った。その時間は、最終試験が行われている時間に相当し、講師は問題について学生から質問が出ることに備えてホテルで待機することを望まれていた。実際には質問は出なかったが、筆者も報告が終わった後、スクール会場へと戻った。

LCWSとLC Schoolの同時開催は、講師や組織委員側の都合によるところが大きいですが、理由はそれだけではない。学生がLCWSという生の研究現場に触れることで、学生への良い影響を期待してのことである。それを意図して、スクールの半日をさいて、すべての学生が参加してLCWSとLC Schoolとの合同セッションが開催された。「リニアコライダーの未来」と題したそのセッションでは、現在計画が進められている国際リニアコライダー、CLIC (Compact Linear Collider)、そしてリニアコライダーからの技術的派生としてのX線FELなどとともに、レーザープラズマ加速、プラズマ航跡場加速などの新しい加速技術の現状

と展望が示され、非常に野心的なものであった。学生がこのような多様な加速器科学の可能性に触れることは、本来すべての若者が持っている知的興味と学術的な野心を掻き立てるには充分であろうと思う。

今回、第九回目を迎えたスクールであるが、すでに過去の卒業生の多くが加速器科学者、技術者として世界の研究機関で活躍している。Themistoklis Mastoridis氏は第二回目のスクール(イタリア, Erice)の卒業生であるが、現在、California Polytechnic State Universityの准教授であり、今回LLRFの講師として講義を行った。最後にWeiren Chou氏の言葉を引用して、筆を置きたいと思う。“Students from the early schools have already become leaders or are playing leading roles in this field, so I am so happy to see so many young people who decided on and want work on this project. I really hope that Japanese government will give a green sign for these excellent future scientists.”(初期のスクールの卒業生はすでにこの業界で指導者、あるいは指導的役割についています。多くの若者がこのプロジェクトに関わっているのを見ることは無上の喜びです。私は、日本政府がこのような素晴らしい未来の科学者達に青信号を示すことを強く望みます。)<sup>†</sup>

---

<sup>†</sup> LC NewsLine (<http://newsline.linearcollider.org>) 11月12日号(高橋理佳筆)より引用。和訳は筆者による。