

紅茶と微温いビールの国から (John Adams Institute 便り)

横井武一郎*

From a Country of Tea and Lukewarm Ale: A Letter from John Adams institute

Takeichiro YOKOI*

Abstract

John Adams Institute for accelerator science aims to develop novel accelerator technologies such as linear collider and neutrino factory. There, Non-Scaling FFAG, a novel idea of fixed field accelerator, is developed for neutrino accelerator and practical applications. In the letter, overviews of JAI and NS-FFAG development and life in Oxford are described.

1. John Adams Institute

2006年7月末にロンドンのヒースロー空港に降り立った時、英国は記録的な夏の暑さに見舞われていました。余りの暑さに「日本の夏とさほど変わらないなあ。」と思った事を昨日の事の様に覚えています。英国の夏は涼しいと聞いていて春秋物しか持ってきていなかった為、急いで夏物を買ひ足す等、最初の数日は暑さ対策で駆けずり廻った記憶があります。

ロンドンから高速バスで1時間位、距離にして60キロ位（おおよそ東京 つくばの距離です。）の場所に人口10万人強の小さな大学町、オックスフォードがあります。この街の中心が11世紀に設立された英語圏最古の大学、オックスフォード大学で、大学関係の施設が街のそこかしこに散在しています。最近だとハリポッター絡みで一般の人々の中にもご存知の人は多いのではないのでしょうか。その一角、素粒子物理学部門に私が着任して間もなく、9月19日にJohn Adams Institute for Accelerator Science (JAI) が正式に発足しました¹⁾。これはCERN SPS (super proton synchrotron) 建設の総責任者を勤め、後年にはCERNのexecutive Director-GeneralとしてLEP (Large Electron Positron) 計画推進の中心人物の一人であった

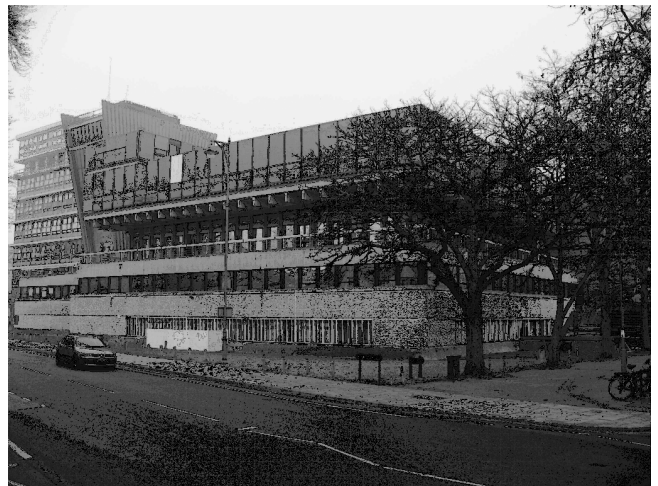


図1 オックスフォード大学 素粒子物理学部門 (Denys Wilkinson Building)

“巨大加速器の父” John Adams 卿 (1920~1984) を記念して、オックスフォード大学とロイヤルハロウェイ大学の共同研究所として設立された組織で、現時点において両大学合わせて大学教員15人、ポスドク15人、大学院生18人、技術者11人と短期滞在研究者4人で構成されています。私は此所で、固定磁場加速器の一種である Non-Scaling Fixed Field Alternating

* オックスフォード大学ジョンアダムス加速器研究所
John Adams Institute for Accelerator Science, Oxford University
(E-mail: t.yokoi@physics.ox.ac.uk)

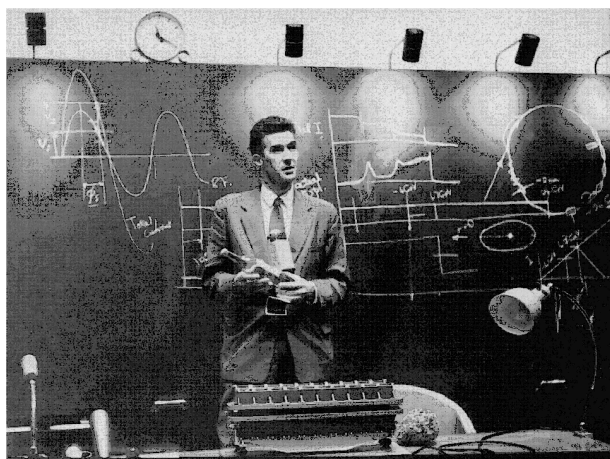


図2 John Adams 卿 (SPS 24 GeV 到達記念講演)

Gradient (NS-FFAG) を素粒子物理, 一般分野への応用の両方を視野において開発しています. 現時点で掲げられている研究所の主目的は以下の5つです.

- (1) 素粒子物理及び他の分野への応用を目指した先端的な加速器技術開発を推進する事
- (2) 次世代の加速器科学者及び技術者を養成する事
- (3) 加速器技術の利点について社会に対して発信する事
- (4) ILC (international linear collider) の開発, 建設に対して主要な貢献を果たす事
- (5) Neutrino factory に代表される大強度次世代ニュートリノ源の開発, 設計に対して主要な貢献をする事

(1)に掲げられている先端加速器技術として当研究所で研究を進めているものとしては, レーザー加速, 次世代放射光源, CLIC, そして私が現在関わっています NS-FFAG が主要プロジェクトとして挙げられます.

ここで掲げられている目的の中で特徴的なのが, 人材育成と社会への情報発信を主目的に挙げている事です. イギリスでは1950年代から60年代にかけて原子力関係の事故が相次いだ為, 原子力に対して否定的な社会の目が今でも残っています. その影響で加速器も放射線発生装置と言う事で一般社会からは同類項で括られてしまう傾向があります. 例えば, 日本では普及の入り口にある癌の粒子線治療はイギリスではほとんど普及していません. この分野では主要ヨーロッパ諸国の中では一番遅れている印象があります. 「社会への情報発信」という目標の中には加速器科学を原子力とは独立した分野として社会に認知させようと言う狙いも込められているのではないかと推測していま

す. ただ, 昨今の地球温暖化の議論の中で, 英国でも原子力の再開発が主要政策として議論されるようになる等, 国内での原子力に対する態度は急速に変わりつつあります. その文脈の中で, 後述します粒子線医療用加速器の開発が社会的なサポートを受ける素地が出来てきました.

あと, 人材育成を主要な目的においている点では, 次世代の人員を養成することで粒子加速器発祥の地である英国の加速器分野での復権を目論んでいるのだろうと言う事とは別に, 大学付属の比較的小規模な加速器研究所のこれからのあり方を示唆している様にも思えます. 現在世界的な傾向として, 加速器計画の巨大化が進むとともに, 従来の比較的小型の加速器研究施設の縮小削減が進行しています. それと共に従来大学が担ってきた人材育成の機能が弱体化している様にも見受けられます. その様な環境の中で, この研究所では人材育成を研究所の主目的として前面に出し, 学生教育に好適な比較的小規模な先端加速器開発を推進する事で巨大加速器研究所との住み分けを図っていると思われます.

もう一点特筆すべき事として, この研究所は現時点では自前で維持管理すべき加速器を持ちません. これには一長一短はあると思いますが, 人員と予算の固定化を防ぎ研究所としての機動性を確保していると思える事も出来ます. ただ, この点に関しては, 研究所の外部諮問委員会から学生の教育訓練の為にも研究所として主体的に運転に関わる加速器を持つべきだとの助言はなされています. 私が現在従事しています NS-FFAG はその様な加速器の1つとして挙げられているものです.

2. Non-Scaling FFAG

NS-FFAG は比較的最近提案された固定磁場加速器のアイデア²⁾で, 日本で開発されている Scaling FFAG とは異なり, combined function 型偏向磁石, 四重極磁石等既存の加速器で使用されている電磁石に比較的近い構造の磁石を組み合わせる事で, 固定磁場加速器を構成しようとする物です. 極めて小さい dispersion を実現する事により比較的小さな磁石口径で固定周波数 rf 空洞による相対論的粒子の加速が可能である事など, 従来の固定磁場加速器にはない特徴を持っています. その反面, この加速器は上記の特徴を備えるために, 加速過程において大きなベータトロロン振動数の変化を必然的に伴うという問題点を持っています. 従来の加速器においてはこのようなベータトロロン振動数の大きな変化はビームが共鳴で失われてしま

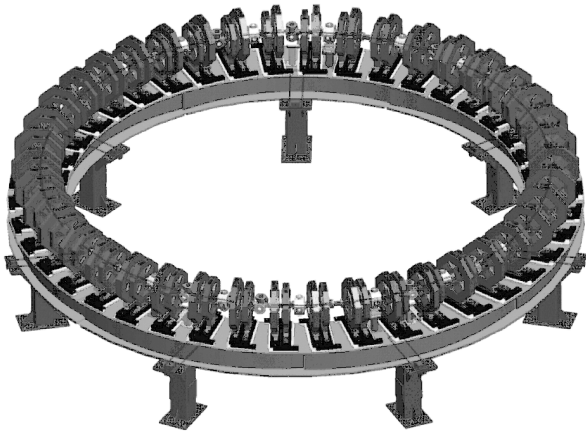


図3 EMMA 加速器リング全体図

うため、加速器としては問題外とされていました。NS-FFAG では固定磁場という特徴を利用して、粒子加速を急速に行い、ベータトロン振動数を急激に変化させることにより、ベータトロン振動のコヒーレンスを乱す事で共鳴の影響を回避しようとしています(“resonant crossing acceleration”).

この研究開発の為、英国政府の援助のもと、CONFORM (the CONstruction of a Non-scaling FFAG for Oncology, Research and Medicine) が組織され³⁾、その下で2つの加速器計画が推進されています。一つはEMMA (Electron Machine for Many Application) でこれはNS-FFAGの原理実証機として、電子を10 MeV から20 MeV まで500 ns程度で加速しようとするもので、2009年夏の建設完了を目指して2007年12月現在、設計作業が進行中です。これは同時にneutrino factory 用ミュオン加速器の縮小版原理実証機としての側面も持っています。もう一つの計画がPAMELA (Particle Accelerator for Medical Applications) で、これはNS-FFAGを使った粒子線医療施設のデザインスタディを行うと言うものです。この加速器では“resonant crossing acceleration”を非相対論的粒子に対して行わなければならない為、EMMAとは光学設計、加速方法等でかなり異なるアプローチを取る事が予想されるなど、こちらも加速器科学的にかなり野心的な計画と言えます。こちらについては現時点ではデザインスタディのみ予算化されていますが、実現性の高い計画が出来た暁には小型の実証機を建設する計画が別の枠組みで動く可能性はあります。

3. 英国での研究生生活

オックスフォードでの研究生生活について少し触れてみたいと思います。こちらでは私は大学のスタッフと



図4 オックスフォード最古のpub White Horse (1590年代開業)

言う事になっていますが、カレッジからは独立した組織に所属している為、教育業務はそれほど多くありません。現時点ではまだ新入りだと言う事もあるとは思いますが、学生実験の指導と修士の卒論の指導が課される程度で済んでいます。ただ、周りは学生も含めて全員自分より英語がうまいので、特に学部学生の実験指導は言葉の面で大変です。それ以外には基本的に面倒な業務はないので、研究すると言う意味では大変恵まれた環境と言えらると思いますが、これはその分成果を出せという無言の圧力でもある訳で、任期制である手前なかなか気は抜けません。実際、人の入れ替わりは大変激しい環境でポスドクなどはどんどん入れ替わって行きます。

周りの人は日中はよく働くのですが、夜には比較的早く帰宅して、土日も基本的にはきっちり休む等、切り替えはしっかりしています。その意味では日本の理工系大学、研究所の良くも悪くも体育会系の雰囲気とは別世界の感がありますし、自分の周りを含めて理工系研究部門でも女性の研究者が比較的多い一因なのだろうとは思いました。ただ、日英の研究環境における研究サポート体制、研究現場における研究員、大学院生の役割には明らかに大きな差がありますので、単純に比べるべき問題ではないというのは明らかです。日本でも昨今、女性研究者の比率を上昇させる事について議論がなされていますが、研究支援体制等研究を支えるシステムの問題を無視して行政側が数字合わせだけに走るのは、15年程前の大学院ポスドク拡充と同様の災害をもたらしかねない危うさを感じます。あと、英国内の他の加速器研究所と一緒に働いて感じた事としては研究者間の役割分担は日本よりも遙かにき

っちり分けられていて、その分野に対する専門性は高いレベルにあると言う事です。その反面、互いの専門性を尊重するという事の裏側で自分の役割外の事には関与したがない事が時として見受けられる等、視野の狭さが気になる事はあります。これは時としてチェック機構の機能不全に陥る危険性を孕んでいるのは事実で、それをどう防ぐかというマネジメントの問題はこちらでも非常に重要な問題だと言うのは実感しました。

日本の大学院の生活環境と大きく違うと感じたのは、大学院、研究者レベルでも自分の専門分野及び近接分野だけでなく、人文系、社会科学系等の研究者と交流する機会が頻繁にあると言う事です。これは今まで私が過ごしてきた環境では余り経験のなかったもので、オックスフォードおよびケンブリッジ特有のカレッジというシステムが寄与している一面があるかもしれませんが、世界中から集まった人間で構成された小世界であるという面とも相まって、とかく専門分野に閉じこもりがちな環境においては、視野と人間関係を広げる格好の環境です。こちらに来て苦労は耐えませんが、これだけはこちらに来て本当によかったと思っている点です。大学 (univers(e-c)ity) という言葉の意味を改めて考えさせられました。

職場から歩いて五分以内に五軒のpubがあり、通勤路上にも七軒のpubがある等、酔っぱらいには誘惑の

多い環境ではあります。ただ、つまみの種類の乏しさと温いビールという環境にいと、冷え込みが厳しくなった今日この頃では日本の居酒屋が無性に恋しくなります。

4. 最後 に

この原稿を書いている最中にイギリスの高エネルギー物理業界を激震が襲いました。英国政府の基礎科学推進機関である STFC (Science & Technology Facilities Council) の大幅な予算不足、及びそれに伴う研究予算の大幅削減が発表されたのです。その影響だと思われませんが、先日発表された 2011 年までの研究推進方針において、JAI の主研究プロジェクトの一つである ILC について実現性の面で疑問があるとして、英国としての研究投資の中止を発表したのです。最終決定の段階で覆る可能性は残ってはいますが、英国の高エネルギー物理学界のみならず、世界の高エネルギー物理計画に対して深刻な影響を与えうる問題だけに、状況の好転を祈って止みません。

参考文献

- 1) <http://www.adams-institute.ac.uk/>
- 2) C. Johnston et al., Proceedings of Particle Accelerator Conference 1999, p3068
- 3) <http://www.conform.ac.uk>