Blochとの出会い

青木秀夫 〈東大理 e-mail: aoki@phys.s.u-tokyo.ac.jp〉

最近，新刊書の案内を見ていると，Felix Bloch (1905–1983) の手稿を集めた本が出版[1]されているのに気づいた．Blochは，ブロッホ定理，金属電子論，NMR等で有名で，1952年にはノーベル物理学賞受賞，CERNとも馴染み深い．Zürich生まれ，Heisenbergの下で勉強し，ユダヤ人であるためにナチス・ドイツに追われて渡米しStanford大学へ，というのが経歴である．私事であり，大部昔話にもなるが，1978年，Felix Blochに会ったことを思い出す．当時彼は72歳で，そのときは，NMRのbiologyへの応用の国際会議（奈良）に出席する等のために初来日し，9月29日 (History of NMR) と10月9日 (Early days of quantum mechanics) の2回，講演会をした．その彼を迎えに，私が六本木の国際文化会館へ行ったときのささやかな挿話だが，コーヒでも飲みながら読んでいただければ幸いである．

初対面の印象は，映画俳優のリノ・ヴァンチュラに似た，いかつい顔の，もう白髪の，しかし若々しい人だ．私たちは車に乗る．

「日本での滞在はいかがですか」，と私が聞くとBlochは，

「とても楽しいですよ．昨日は高島屋に妻と買い物に行って．そのときimperial gardenの近くを通ったら，大きな建物があって，上の方がpyramid shapedで，あれは何ですか．」

「pyramid shapedですか，何かな．」折りしも車は永田町を通過中で，Blochは窓から外を指していう．

「あ，あれですよ．」

「あ，あれは国会です．」

「ああ，そうですか．」彼はパイプをたえずくゆらしながら聞く．

「あなたはPh. D.はいつ取られたんですか．」

「今年の3月取ったばかりです．」

「専門は．」

「固体物理理論です．」

「じゃ，アメリカにも行きたいでしょう．KittelとかHarrisonとかいますから．」

「ええ，そうですね．あなたは研究者としてのキャリアはヨーロッパで始められたんでしょう．」

「キャリアの初めをどこにするかによりますけれど，私はZürichで生まれて，Ph. D.はLeipzigで取って，それから，Heisenbergの下でも仕事をして，でもあちこち行きましたよ．コペンハーゲンや，Leipzigにまた戻ったり，イタリアにはFermiがいましたし，でも，Hitlerが出て追われてアメリカに行ってStanfordに行き，それ以来ずっとそこですよ．今はもう私はretireしてますが，officeはまだもっていて，あ，そのStanfordに行くについては面白いエピソードがあって，」と，彼はリノ・ヴァンチュラ張りの容貌にいたずらっぽさを浮かべ，パイプをもった手でジェスチャーしながらいう．

「私が追われていた当時は，アメリカはヨーロッパにいる人々に色々と手を差し伸べてくれたんです．Stanfordもその一つで，私のところにも招待がきたんです．ところが私はそのときStanfordなんて聞いたこともなかったんです．それで，先生のHeisenbergに，どういう大学かご存知ですかって聞いたら，『そういえば，私も行ったことがあるが，私の覚えている全ては (All I can remember)，彼らは“斧を盗みあっていた (stealing axes)”ということだけだ』っていうんですね．」

「Stealing axes ?」

「いぶかられるのは当然で，今すぐ説明します．」と彼は笑いながらいう．

「アメリカでは，フットボールが盛んなスポーツですね．それで，このときも皆がフットボールに熱を上げていて，Stanfordの学生と，California大Berkeleyの学生とが対抗試合をしていて，それでStanfordのチームの旗にはaxeが描かれていて，その象徴のaxeがガラスのケースに入って飾られていたんですね．それをBerkeleyの連中がケースをこわして持っていってしまったんです．それでStanfordの学生がまたそれを取り戻して，それでHeisenbergはそのことをいってたんですよ．」

「しかも，それが彼の思い出せる全てだったわけですね．」

「そう．」と私たちは笑う．

「でもNiels Bohrに聞いたら，Stanfordならよく知っていて，あそこならいいというので，」

「それでacceptされたわけですね．」

「そう．20年になりますが，良いところですよ．」

「しかし，」と私はナチスに故郷を追われた彼の身の上を思いながら静かにいう．「twenty years is a long time.」

「Yes, twenty years is a long time.」と，彼も急にしんみりとした口調でいう．

「Heisenbergはどんな方でした．」

「ああ，great physicistですね．でも2年前に亡くなって，さびしいと思いました．」

「ああ，2年前でしたね．でも，固体物理学の最も基本的なこととして，Blochの定理があるでしょう．そういうあなたとこうしてお話できるのを光栄に思います．」

「ああ」と彼はほほえむ．

「Blochの定理って，どの？」

「周期的ポテンシャル中の．」

「ああ，それですか．Bloch's theoremといわれているのに二つあって，もっとも，もう一つの方はofficialな定理ではないんですけれど．」

「それは何ですか．」

「超伝導についてのもので，negative statementなので，あまり積極的意味はないんですけれど．[2]」

「というのは？」

「それは，私もずっと超伝導のことは考えていたんですけれど，ああいう

supercurrentが生じるためには，電子間に長距離の相互作用がないと不可能だということで.」

「長距離の相互作用って，off-diagonal long-range orderのことですか.」

「そう，モダンな言葉でいえばoff-diagonal range-orderですね.[3] 私がいったのは，そういうものがないと超伝導は不可能だ，だから従来の理論は皆うまくいかなかったのだ，ということで.」

「成程，だからnegative statementというわけですね.」

「そう．でも超伝導の問題は難しい問題で，私がその定理をいったのは1930年代で，Bardeen-Cooper-Schriefferが出たのが1950年代ですから20年あるわけですよ．その間に私も，そしてLandauも同じようなことをいったんですが，超伝導は一種の相転移で，自由エネルギー最小から出るはずのもので．あと，bosonとして凝縮しているはずだということもいった人がいて，でもCooper pairingがいわれるまでそれはミステリーだったわけですね．でも色んな人の色んな研究が積み重なって初めてBCS理論ができたので，だから，私はいつもいうんですが，研究というのは平坦に進むのではなく，大勢の人が色んなことをやって，あっちへ少し行き，こっちに少し進みして行くうちに蓄積ができ，その上で飛躍があるんですね.」

「trial and errorと，そしてbreak-throughですね.」

「Exactly．だから，例えば，特殊相対性理論も，Einsteinがいなければ決して出なかったものとはいえないと思うんです．LorentzやPoincaréらの蓄積がありましたから，Einsteinがいなかったとしても，5年あとになったか，10年あとになったか，とにかく出たと思うんです．もちろん天才の力を認めない，というわけではないですけれど，むしろ素晴らしいのは一般相対論の方で．Einsteinが真にingeniousだと思うのは，一般相対論を，重力質量と慣性質量が等しいのは偶然ではなくて，何か意味があるに違いない，という疑問をもつ，という単純なことから出発して築き上げたことですね.」

彼はパイプのたばこを詰め替えながら加える．

「しかも，ご存知でしょうが，Einsteinは，相対論，光量子，ブラウン運動，という三つの量も重要な基本理論を1年間のうちに出しているんですね.」

「1年のうちですか．やっぱり，He really was a genius.」

「Yes, he really was. もっと昔では，電気一つとっても，その進歩は大分前から準備されていて，Galvaniは既に1780年代にはもう電磁波の発見をしていたんですね．蛙の足の近くで放電させると足が収縮して．但し，電磁波の概念に達するにはHertzを待たねばならなかったし，電池へと発展させたのはVoltaでしたけれど．でも，物理は色々な混沌とした状況から進歩するといいましたが，今のparticle physicsなんかをみていても，丁度そういう感じですね．quarkはもうかなり確かになってきましたが，これが集大成されるまで何年かかるかわかりませんが.」

「新粒子といえば，Stanfordもすごくactiveですね.」

「そうです.」

「Professor Panofskyは健在ですか.」

「particle physicsのheadをやっていますよ．でも，physicsはできなくて.」

「Administrationですか.」

「そう，administration. 何しろparticle physicsの人数は多いですし，linear acceleratorも大きいですし．ああ，お聞きしようと思ってたんですが，今日の聴衆の大部分physicistですか，それともchemistとかそういう人も多いですか.」

「多分chemistとか一般の人も多いと思います．現に今日の講演会場は化学科のauditoriumですから.」

「ああ，そうですか．NMRなんか応用だとむしろ化学の方がよく用いられているみたいですね.」

「そうですね.」

「私もはじめNMRを発見したときにはそんな具体的な応用があるとは思わなかったのですが．今度も，東京に来る前に奈良でNMRのbiologyへの応用の国際会議でtalkをしましたけれど.」

「日本には初めていらっしゃったんですか.」

「そうです.」

「日本の印象はいかがですか.」

「とても良いです.」

「westernizeされていると思いませんか.」

「いや，そうは思いません．東京とかそういう大都市はビルがたくさんありますが，それはどこの国も同じことで，私が行った奈良の古都や，山陰を回って見た出雲大社等は古いものがとてもよく残っている，という感じです.」車は竹橋にさしかかる．国立近代美術館と，右手には北の丸の平川堀がある.

「ここはどこら辺ですか.」

「その右手の森がimperial palaceです.」

「ああ，そうですか．じゃ，皇居を今はその左側を回ってるんですね.」

「そうです．通り抜けられないもので.」

Blochは天気をみながら，

「今の季節はいつもこんなfogがあるんですか.」

「今日は特にfoggyですね．秋は天気のときは空は澄んでいますが長雨のことがあって.」

「東京から大阪まで飛行機で行った時，Mt. Fujiの頂上だけ雲の上にぽっかり見えていて，今度帰りには新幹線からは裾野だけがよく見えて上は雲にかくれていて，だから私はMt. Fujiのmiddleを見てないんですよ.」

「成程，middleをみてないわけですか」と私も笑う.

「あなたは東京生まれですか.」

「そうです.」

「じゃ，ずっとここですね．でも変

わったでしょう.」

「そう，随分変わりました.」

「アメリカへは行ったことありますか.」

「いえ，ヨーロッパなら行きましたが．スイスにも行きましたよ.」

「あ，そうですか.」

「Interlakenへ行って，ユングフラウを見ました．スイスはかねてから行ってみたかった国で.」

「そうですか」と彼は嬉しそうにうなづく．その中に私は秘められた郷愁を感じる.

「スイスにも固体物理の有名な人がいますね．Känzigとか」，と私が聞くと，

「ああ，ETHですね.」

「ええ.」

「Einsteinもスイスの特許庁に勤めていて，物理は全て余暇にやっていたんですね．それで彼は散歩がすきで，勤務が終わるとよく散歩をして，それで一人のイタリア人の親友がいて，その人とよく一緒に散歩をして，それでdiscussionしたんですね．私はその友人のBessoという人[4]もよく知っていて聞いたんですが．だからEinsteinの論文の中でその人だけにacknowledgeしているんですね.」

「その人はphysicistではなかったんですか.」

「Physicistではなくて，engineerではあったんですが，一緒に歩いていてEinsteinが自分の考えを説明すると，Bessoがわからないところがあると，そういうんですね．そこでまたEinsteinが，」

「新たに説明をして，」

「そう，そうしているうちに自分の考えもはっきりするでしょう．後にEinsteinとBessoはアメリカとヨーロッパに別々に住むようになったんですが，correspondenceだけは続けて，その書簡集も出版されていますが，それを読むと面白いですよ．物理のことだけでなく，細かい日常のことでもBessoに助言を求めてるんですね．しかし，Einsteinのようにingeniousな人の考え方をみていると，物理では如何に重要な問題をraiseするかということが大切だと思いますね.」

「確かに，問題を解くことそのものより，いかに問題を見つけるか，ということの方が大変そうですね.」

「そう，そう．あるドイツの数学のprofessorについてのエピソードなんですが，そのprofessorのところに学生がやってきて，先生何か問題を下さい，といったら，そのprofessorが，私は問題を見つけるのに5年間かかった，why don't you try yourself? といったそうですよ.」

「成程，why don't you tryですか.」

「でも問題提起といっても，ただとりとめもないことをいっても勿論だめですが.」

「そういえばHeisenbergは晩年に統一場の理論を考えようと努力していましたね．あれはちょっと歴史的にも早すぎたのでしょうか.」

「そう，あれはあまりに狭い(too narrow)理論で.」

「too narrowとは？」

「too restrictedですよ．Bohrも，あれはnot crazy enoughといっていましたし，実は全く同じ問題を晩年のEinsteinも考えていたんですね.」

「そうですか.」

「ええ，Princetonで私はEinsteinに会う機会があって，話をしたんですが，彼も統一場の理論は色々と考えていたけれど，現段階では無理であることを洞察して，それについては何一つpublishしていません．そのときEinsteinは面白い表現を使って，今でも覚えているんですが，自分はまるでairplaneに乗って上の方を飛んでいるが，どこにlandしたらいいか皆目わからないような感じだ，と．その伝で言えばHeisenbergは飛行場でもないところをそうだと勘違いしてlandしてしまったんですね.」

私もその表現を面白く思う．以上が，この大物理学者と交わした会話である．前世紀の古い話を何をいまさら，と思われるかもしれないが，物理の来し方行く末を考えるよすがにもなるかもしれないと思い再現した.

参考文献

1) John D. Walecka: *Fundamentals of Statistical Mechanics—Manuscript and Notes of Felix Bloch* (World Scientific, 2000).
2) このブロッホ定理は，私の知る限りでは，Bloch自身の論文はないようである．例えば，D. Bohm [Phys. Rev. **75** (1949) 502]が，「この定理があまり知られていないので議論したい」，といって定式化している．定理の内容を現代的にいえば，たとえ電子間相互作用を考えても，ゲージ対称性の破れが存在しない限り，永久電流状態は自由エネルギーが低い状態とはなり得ない.
3) C. N. Yangの非対角長距離秩序の論文 [Rev. Mod. Phys. **34** (1962) 694]では，F. Blochとの数年間にわたる議論が感謝されている.
4) これは，Michele Bessoのことだと思われ，A. Einstein: Ann. Phys. **17** (1905) 891では確かに，"多くの刺激(Anregung)"を感謝されている．彼はEinsteinに，Mach原理のことも含むMachの本を読むことを薦めて，彼が時空について考える一つのきっかけを作った．Bessoについては，Abraham Pais: *Subtle is the Lord* (Oxford Univ. Press, 1982)，D. Brian: *Einstein—A Life* (John Wiley, New York, 1996)に詳しい.

(2001年10月5日原稿受付)