



な欠陥が散見しました。私は、超強磁場に関わる研究は 12 年ものブランクがありましたが、不思議にも装置の前に立つとその不調和音<sup>2</sup>が聞こえてきて、自然に体が動き、手を動かすことができました。助手時代に泥まみれになって装置と悪戦苦闘したことで私の小脳にはそのノウハウが叩き込まれていたようです。大脳の方ではすっかり記憶が喪失していましたが。

これら強磁場の装置群との格闘と並行して、物性研に赴任して明るく年の 2004 年には法人化の荒波が押し寄せてきました。物性研強磁場でも 100 テスラ計画を掲げて、当時原子力研究センターで廃棄されようとしていた<sup>3</sup>「フライホイール直流大型電源」<sup>4</sup>の移設事業概算要求<sup>5</sup>、この時、物性研の外部評価もスタート、物性研強磁場が初めて経験する施設への組織編成、そして 2006 年には晴れて「国際超強磁場科学研究施設」の創設、100 テスラ計画推進のための運用費の概算要求と、お日様が高い時は作業着をドロドロに汚しながらの大型小型の実験装置との格闘、地下ピットに潜っては頭に幾つものタンコブを作り、日が沈むと膨大な資料作りの日々で息づく間もありません。遠距離通勤もあって所員室にベッドを構えてほぼ泊り込みの毎日となりました。

流石に 2008 年頃には色々なことが落ち着いてきたのですが、間を待たずに国際諮問委員の大御所から嶽山名指して「強磁場半導体への応用国際会議」を日本で開催するようにとの強い圧力がかかってきました。国内の主だった関係研究者諸氏も挙って嶽山がしないで誰がする？といったありがたいご指名、結局、2010 年夏の開催を目指して予算、会場の獲得に奔走することになり、再び帰宅できない日々が延々と継続することになりました。幸いにも東大生産研の町田先生と彼の研究室の力強い応援もあって、福岡国際会議場にて、海外の関係研究者諸氏を感銘させるほど豪華絢爛な会議の実現に至りました。この国際会議は、半導体国際会議のサテライトとして、1970 年初頭にドイツの半導体研究の巨頭ランドウエアー氏がその大いなる力で創設した豪華絢爛な国際会議でしたが、すでに 19 回目を迎えることになって当時の世界の経済を反映して、会議を維持してい

くことに陰りが生じていたようです。ところが、この会議が 1980 年に箱根で開催された折にフォン・クリッツィング氏がノーベル賞を授与れることになった「量子ホール効果の発見」の最初の招待講演があったことで、ランドウエアー氏には日本での開催に深い思い入れがあったようです。<sup>6</sup>

弱り目に祟り目とはよく言ったもので、国際会議の準備に追われる中、2009 年末には電磁濃縮法による「1000 テスラ計画」の概算要求という大嵐が私を直撃することになりました。最初はコンデンサ電源を含む電磁濃縮超強磁場発生装置のみの概算要求からスタートし、これが纏まってきた翌年の 3 月には仙台の定常強磁場発生装置の更新事業を包括することになり、全ての書類の書き直し作業に振り戻し、さらには、これがやっと纏まったかと思いきや、筑波の物材機構の定常強磁場も含めた強磁場オールジャパンの概算要求へと膨れ上がることになり、またまた昼夜を徹しての文科省ヒヤリングへの資料作りの振り出しに戻されました。この長丁場の戦いの末<sup>7</sup>、結局当該予算化の会計年度にもつれ込んでの 2010 年 6 月に「1000 テスラ計画」の部分のみに再度逆戻りで再々申請となって「次世代パルス最強磁場発生装置の整備」の名目の下で 2010 年度、11 年度文科省最先端研究基盤事業<sup>8</sup>として予算化が認定される運びとなりました。早速、電磁濃縮による 1,000 テスラ磁場発生を可能にする超高速大電流コンデンサ電源の仕様策定と調達に向けた調査に乗り出しました。また同時に、超強磁場発生部とそれを囲う防爆ハウスの設計を開始することになりました。ところが調査を進めるにつれて大変不運な状況にあることに気づかされました。コンデンサに蓄積した巨大電気エネルギーから数メガアンペアに及ぶ巨大電流をマイクロ秒オーダーで高速放電するという高度に構築されてきたパルスパワー技術は、1990 年のバブル経済の崩壊とともに国内の主たる製造業でその技術の継承はほぼ消滅しており、それゆえ、海外にまで調査を広げて調達先を探すことになりました。中国、ロシア、欧州、米国など調査した結果、やっと、米国に私が要求する装置のスペックを満たす技術がかるうじて残されていた会社<sup>9</sup>を見つけることができました。ところが、この会社には日本の

<sup>2</sup> 装置内部で起こる様々な不具合や欠陥のこと。長年乗り馴れた愛車の調子がエンジンをかけた途端に感じとれるのに似た感覚のことをこのように表現してみた。

<sup>3</sup> 廃棄するだけでも 3 億円必要とのこと。

<sup>4</sup> 200MJ のエネルギー放出が可能な世界最大の直流発電機。ギネスブックに登録されている。

<sup>5</sup> 移設だけでも(建屋を含めて)15億円ほど必要。4年間で計12億円の概算要求を行なった。

<sup>6</sup> その後、この福岡での会議を最後にランドウエアー氏が逝去されたことを顧みるにつけ感慨深い。

<sup>7</sup> なんと半年も容赦なく続いた。

<sup>8</sup> 自民党から民主党へと政権が移行した時に文部科学省が打ち出した最先端研究開発戦略的強化費の助成事業。同時に「大型低温重力波望遠鏡の整備」など計 14 の事業が選定された。

<sup>9</sup> L3-アプライドテクノロジー社、多様な企業群を包括する企業連合体。



付けるという斬新な考え方<sup>16</sup>、電源から磁場発生コイルまでの機械的電機的设计、全て過去の膨大な失敗の情報から学んで得られたものですが、これらが間違っていなかったことがこの実験結果として証明された瞬間でした。1970年代に近角聰信先生に始まり、三浦登先生に引き継がれた1,000 テスラ磁場達成への挑戦が半世紀の年月を経て遂に私の定年退職の間際に現実のものとなりました。ロシアや米国ではかつて爆薬を使った爆縮法で1,000 テスラ以上、時に、2,800 テスラの到達磁場発生が報告されていますが、これは磁場検出コイルの電圧から読み取られたもので、この誘導法ではどのような工夫をしても精々600 テスラが限界で、それ以上の強い磁場値には得られた値に信憑性に疑いが生じます。しかも、国際会議のプロシーディングでの報告に留まるものがほとんどです。破壊力の大きな爆薬を使った、野外のみで実施可能な全破壊的な実験になりますので、再現性や精密な物理計測は到底望めないものです。また、最近超強度パルスレーザーを使った超強磁場発生も報告されていますが、これも、再現性も疑われますし、また、物性計測どころか磁場値の正確な計測ですらままならないものです。今回の1200 テスラという値は精密に校正された石英板のファラデー回転で測定されたもので<sup>17</sup>、これは、磁場値の信頼度は勿論のこと、同時に、この磁場値まで物性計測が可能であることが示されたこととなります。しかも、コイルの形状パラメータや充電エネルギー、電圧を調整することで、磁場発生時間と空間をほぼ完全にコントロールできます。誰がやっても、マニュアル通りに実験を準備できれば同じ磁場発生が可能で、驚くほどの再現性が見込めます。このことから、人類が初めて手にした制御可能で、しかも高い信頼度での物理計測ができる1,000 テスラ領域をカバーする磁場発生技術を確立できたと言えます。これで2003年に物性研に赴任する折に掲げた公約「1,000 テスラの達成」を定年退職する前に果たすことができました。赴任当時はこれを10年間で達成することを目標としましたが、結局4年遅れとなってしまいました。電磁濃縮磁場発生装置の総入れ替えという遠回りをしたのでこの4年間の遅れは仕方ないことだったかもしれません。思えば、これまで開発に次ぐ開発で息のつく間もない物性研での17年でした。最後の年まで作業服を着ての奮闘<sup>18</sup>、絶えず戦々恐々とした毎日でしたが、言い換えると、最後

の最後ギリギリまで大変充実した研究生活だったと言えます。物性研が半世紀にわたり掲げてきた電磁濃縮での1,000 テスラ達成という最後の締めができたこと、世界一ラッキーだったとも思えます。100 テスラ以上の破壊型のコイルを使う強磁場科学は、開発に時間がかかり、世界に競争相手もいない代わり、他から学ぶことができない孤独な研究です。排出される論文数も非破壊長時間パルス磁場でのそれに比べ10倍以上効率が悪いと言えます。開発した装置は実験毎に破壊されるので、全ては情報でしか残りません。測定物質が変わる毎に新たな開発となり、その成果を論文にするまで数年はかかります。論文に投稿しても他で再現できないことで大変厳しい閲読が付きまといまいます。一つの装置を構えて共同利用で試料を変えて次から次へと結果を出していくようなわけにはいきません。所謂、極めて効率の悪い研究です。昨今の効率のみが評価される時代に、このような効率の悪い研究に最後まで対峙できたことは研究者冥利につきるとも言えましょう。

私が助手で強磁場に関わり始めた1980年代は20 テスラ以上の強磁場といえば限られた特殊な施設でしか得ることができませんでした。そこで行われる物性研究も極めて限られていて、パルス磁石で得られる40 テスラ程度でも限られた施設とそこでの少数の専門家達の手に乗ねられていました。それが今や米国、欧州、中国では非破壊で100 テスラに近いあるいは超えた磁場発生が実現しており、しかも、1980年代では到底考えられなかったような高度で精密な様々な物性計測が容易になされ、多くの共同研究のもとで物質科学の華やかな成果が創出されています。1980年代には想像すらできなかった状況です。今現在では、大変特殊で困難を伴う100 テスラから1,000 テスラの磁場発生と物性計測ですが、これは非破壊的長時間パルス強磁場の世界の40年前に相当します。これを機会に100 テスラから1,000 テスラ超強磁場科学技術が加速し、近未来には、現在の100 テスラ以下の非破壊的長時間パルス磁場と同様の簡便さと汎用性、それと信頼性をもって多くの物質科学の研究者を惹きつけ、物性研究所強磁場施設が世界を牽引する日々が来ることが想像されます。1200 テスラ達成の超強磁場発生と物性計測技術が次世代の強磁場研究者に上手く継承され、超強磁場物性科学が未来へ向けて発展し続けていくことでしょう。

<sup>16</sup> この方法により高速収縮ライナーが測定プローブに1 mm 以内に接近するまで計測が可能となっただけでなく、測定の再現性が格段に向上した。

<sup>17</sup> 石英板を使って600 テスラ以上の磁場値を正しく測定できることを証明するだけでも数年にわたる実験を行っている。

<sup>18</sup> 作業服を着ての作業は幸せの時間であった。このことに感謝を込めて退職記念講演はお気に入り(1,200 円)の作業服で行なった。

最後に、なかなか先が見えない研究に私を信じてついて来てくれた嶽山研究室の大学院生たち、最初の助手として電磁濃縮法コイル開発に悪戦苦闘してくれた小嶋映二助教、これを引き継ぎ、私の超強磁場に関わる様々な技術を洗練し、より高いレベルへ引き上げてくれた中村大輔助教の貢献は多大です。私は、種々の物理実験では往々にして過去の経験に乗っかり直感で対処していく傾向にありますが、彼らは高い能力を持って科学的な裏付けで補ってくれました。澤部博信技術専門職員は日々の努力を惜しまずに装置と向き合ってくれて、特に、電磁濃縮装置の種磁場マグネット<sup>19</sup>の開発への貢献は顕著です。それから最後に、宮川光雄元副理事、歴代の事務長はじめ事務の方々にはご心配をかけ続けたにも関わらず絶え間ない支援を頂きました。このように周囲の優れた人々に大変恵まれていたと思います。

さて、また、ここで表題のことに戻ります。と言いますのは、2002年当時の私の決断によっては、物性研ではなく千葉大にて定年退職を迎えていたはずだったのです。むしろ千葉大に赴任する時は全くもってそのつもりでおりました。千葉大では大変充実した日々でありました。そこでこの4年間のことを書くとすれば、ここまでと同じくらいのページが必要なので止めておきますが、千葉大にて定年退職していたらどんなことを書いたのだろうかと思像するだけでも楽しくなります。そしてそこでお会いした院生、教員、事務方の人々は私の人生の宝になっております。その代わりに物性研でお会いした色々な人々にお会いする機会はなかったのでしょうか。66年間も生きながら稚拙な結論ですが、「何事も一生懸命生きていればどのようなことがあっても残るは楽しい思い出だけ」です。そしてそれはとても幸運なことだったということです。

---

<sup>19</sup> 電磁濃縮法の種磁場マグネットは、直径15cm、長さ20cmほどの空間に3-4テスラのパルス磁場を初期磁場として発生させ、これをライナーで直径1cm程に絞理、濃縮する。2つの種磁場コイルは主コイル直近に設置して使用する。それ故、ライナー濃縮速度が上がったことで、より強い衝撃波に対応できるマグネットの開発が必要となり、これに15年以上にわたり多くの労力を割くことになった。