

ダークマター研究棟

New Building for Dark Matter Search

澤田安樹

京都大学低温物質科学研究センター

Research Center for Low Temperature and Materials Sciences, Kyoto University

一昨年の春、水崎前センター長から、ダークマターの実験に熱心に誘われた。ダークマターとは、銀河の運動などから質量を持つ未知の物質が宇宙には23%あると推察される、その未知の物質のことである。因みに宇宙は23%のダークマター以外に73%程度のダークエネルギーから成り、既知のバリオンと原子で全体の4%に過ぎない。京大着任直前の頃、「この実験はダークマターの発見の他、光子量子コンピュータ、金属の表面超伝導の発見で3つのノーベル賞をもらえる可能性がある。」などと言う言葉に騙されたわけではないが、センター長の強引さに免疫のなかった私は、ホイホイと誘いに乗ってしまった。以後は、そんな計画に乗ってなどと忠告される方もおられたが、乗りかかった舟で、関係者の皆さんと頑張った結果、映画のセットのようなプレハブながら、目出度く今年の3月31日、尾池総長とともに落成を祝うことができた。完成してみると、ここで世紀の大発見、いや世紀を超えた大発見、ダークマター・アクシオンを発見したいと言う気持ちになってくる。

化学研究所の松木征史元教授は、特別推進研究などの大型予算を獲得して、ダークマターの有力候補と考えられるアクシオンの検出装置を建設した。アクシオンとは、素粒子の強い相互作用において、電荷やパリティに対する対称性が成り立っていることを説明するために理論的に考えられた粒子である。したがってビッグバ

ン後の粒子の変遷過程で生成された多量のアクシオンが現在も宇宙空間にはあって、今の宇宙の質量欠陥をダークマターのアクシオンが担っていると推察できる。このアクシオンは、物質との相互作用が極めて小さく、直接検出することが困難であると考えられている。しかし強い磁場中にある空洞共振器を通過するとき、アクシオンは高い確率でマイクロ波に変換する。松木教授は、このマイクロ波をリドベルグ原子と呼ばれるイオン化直前まで励起された原子に吸収させ、その原子をイオン化して検出することを原理とするアクシオン検出器を考案し、建設した。しかし、アクシオンが発見されぬまま松木教授が定年退官となり、後継者も化研にいなかったため、化研ではプロジェクトの継続を断念せざるをえなくなったのである。多額の予算と多くの労力をつぎ込んだ装置がスクラップになり、プロジェクトが消滅することを惜しんだ関係者が、極低温・強



図1 ダークマター実験棟。物理棟側から撮影。正面に見えるのは、電源設備で、実験棟の裏はLTMセンターである。

磁場の環境を必要とするこの検出器の後継組織として、LTMセンターに白羽の矢を立てた。アクシオンからマイクロ波への変換効率が磁場強度の2乗に比例するため、強磁場は必須であり、また黒体輻射によるマイクロ波の中にアクシオンによるマイクロ波を埋もれさせないためには、空洞共振器を極低温に冷却することも必須である。

我々も京都大学の研究カラーである未知の大きな難問題に挑戦する基礎研究を、学内共同利用センターであるLTMセンターでぜひ継続・発展させたいと考えたが、専任教員の我々も研究スペースに窮している状況で、新たにアクシオン探索装置を納める場所は全く無かった。途方に暮れていたところ、当時の放射性同位元素総合センター（RI）長であった五十棲教授が、センター隣接地にある農学部のお荷物になりつつあったコバルト60照射施設を廃止して、跡地に実験棟を建設する名案を授けてくださった。問題は、2,400キュリーという恐ろしく強力な放射線源を持つ、コバルト60照射施設を廃止するための2,100万円を、いかにして捻出するかであった。幸い、危険な負の遺産となりつつある照射施設を廃止して、将来の希望ある研究施設を作る、一石二鳥の提案が功を奏して2,600万円の総長裁量経費が採択された。2005年3月にRIセンター、農学部関係者の方々の協力を得て、無事照射施設を廃止したが、総長裁量経費が500万円しか残らず、肝心のダークマター研究棟を建設することが出来なくなってしまった。

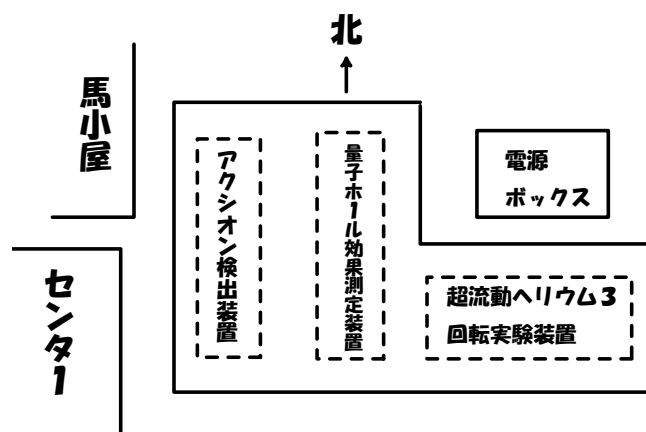


図2 棟内の装置配置図

しかし、関係者の皆さんの資金2,600万円を寄せ集めて、プレハブながら図1にある研究棟を建設することができた。

この研究棟は床面積138m²、コバルト60照射施設の地下室をピットとして利用した構造になっている。このように私の拙宅よりも安い面積単価で実験棟ができたのは、いろいろ無理を聞いてくださった理学部事務の方々のお陰である。この実験棟には、図2にあるようにアクシオン探索装置の他、アクシオン探索装置開発と技術的に密接に関係した量子ホール効果測定装置と超流動ヘリウム3回転実験装置を設置してLTMセンターの共同研究プロジェクトとして推進する。量子ホール効果測定装置は、6mKまで下がる希釈冷凍機に19テスラの超伝導マグネットで磁場をかけ、試料を2軸回転して量子ホール効果測定を行うことができる。また超流動ヘリウム3回転実験装置は、核断熱消磁により液体ヘリウム3を冷却して超流動状態の渦や量子流体力学の研究を行う。

本年4月より装置の設置を始めたが、さすがに最低予算で建設した実験棟の問題が出て来た。真夏になると室内は50度近くになり、秋になると壁のすき間からススキが顔を出し、あちこちでコオロギも鳴き出した。冬になると何が起きるか、今から楽しみであった。しかし幸い齋藤センター長から、断熱工事の補助金が得られたので、今後は外部環境の影響がかなり少なくなると期待される。世紀を超えた大発見をするためには、目を輝かせて装置の組立を行っている若い人の研究意欲が萎まないよう、最低限の環境を何とか確保しなければならない。この冬はストーブをかき集めて何とか寒さを凌ぐことにしようと思っているが、来年の夏までには空調を何とかしたいと考える毎日である。