

京都大学 防災研究所

技術室通信 No.50

Technical information

1996/ 7/29

目 次

技術室便り	1
技官アドレス表	2
阿武山地震観測所の歴史	2
アイスクリームとSEM	4

【技術室便り】

技術室の部屋が完成しました。新館2階の東端から3部屋目(図-参照)に6月中旬から内装工事にかかり6月末日に完成しました、7月に入って11日に真新しい、机・椅子・ロッカー類が搬入されだんだんと部屋らしくなり、16日にはワークステーションを搬入して設置及び設定も終わり、通信用ケーブル設置作業に取りかかりました、22日からは電子メールの送・受信準備作業(ユーザーアカウントの登録・パソコン(端末装置)の通信環境設定)が多河・吉田技官によって連日夜遅くまで作業が進められています。

近日中に技術室も遅まきながら、通信手段として大部分の技官に電子メールを使って連絡する事が出来るようになります。

技官のアドレス表は次のページ掲載してあります。

第1回班長会議において提案し掛長会議で承認された、月に一度の会合を8月から第3金曜日午後1時から技術室で開きます、宇治地区に勤務の技官は是非とも出席して、これからの技術室の運営について、皆さんの意見を聞かせていただきたい。遠隔地で勤務の方は電子メールなり、FAXで送って頂きたい。また、この機会に各班・各掛の話題も提供して下さい。

技術室の電話番号は3024番です。

京都大学技術職員研修会(第16回)は無事に終了しました。

次回(第17回)の施設実習は防災研究所で行われます、関係する部門・センターの教官・技官には、ご協力を宜しく願います。

次回(8月中旬)は、羽野・杉政両技官に願います。

技官アドレス表

省略

阿武山地震観測所の歴史

阿武山観測所 伊藤勝祥

昭和5年、本部構内にあった地球物理学教室の実験室の近くを京都市の市電が通ることになったために、地震学関係の精密観測に支障がでてきた。そこで地震学関係の研究の特殊性を満たす適当な移転先を探したが大学の所在地付近に見出すことは出来なかった。そこで大学の外に建設予定地を求めて、原奨学金を元に当時の大阪府三島郡阿武山（通称美人山）に地震観測所を建設して、第一講座の実験室および研究室の一部を移転することになった。[土地98,369平方メートル、建物（鉄筋コンクリート造り）面積延1,924平方メートル]また、観測計器を製作するために必要な工作機械が同時に設置された。

昭和29年、この観測所は教授定員を持つ理学部附属教育実習施設となった。設立の経緯から分かるように、当施設は、その名の如く地震の観測を行なうと同時に大学の地震研究室として、地震の研究を行なうことがその主たる機能であった。学問の発展にともない、地震学は地球内部物理学という学問分野をつくり出し、それを包含するようになったが、観測所としてだけでなく、地震学の研究室であるという当初からの機能はかわっていない。この観測所の性格の形成と事業遂行に当たっては、創設にあたった志田、及び昭和38年定年退官に至るまでの佐々の両教授が果たした指導的役割は大きい。

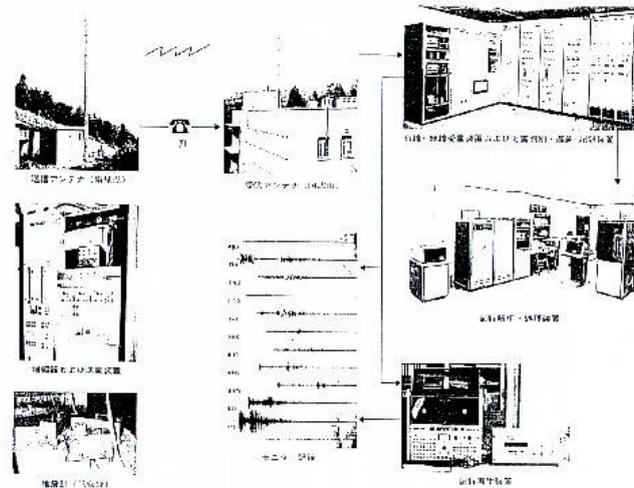
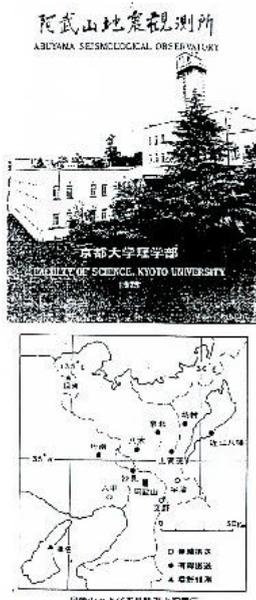
昭和40年（1965）から、地震予知計画が始まり昭和48年には建物の一部に地震予知観測地域センターが新設された。測地学審議会は、これらの大学に設置されていた地域センターを上記観測所の中心として機能できるように、研究組織を持ったものに整備すべきであるとの建議を出した。各大学は建議の主旨にそって小規模の地域センターとした。当時このセンターは助手、技官各一人という小規模のものであった。観測所群の中心としての研究組織をつくるため京都大学理学部には、以前から1研究部門相当の規模をもつ阿武山地震観測所があったため、その定員の大部分を地域センターに移した。昭和54年のことである。ここ20年たらずのうちに設備及び人員の大幅な増加があったが、一方では定員削減もあり、1984年当時の実人員は次の通りであった。地震予知観測センター：教授1人、助教授1人、助手6人、技官3人、事務官1人、臨時職員2人、阿武山地震観測所：助手1人、技官1人 理学部附属の施設として、防災研の関連部門とともに教官は地震学の講義及び課題研究を担当し地球物理学専攻においても地震学及び地球内部物理学分科を構成し、学部学生及び大学院学生の教育と研究指導にあっていた。両施設の役割分担は明確ではないが、阿武山観測所は遠地地震及び長周期地震波の観測を目的にし、地震予知観測地域センターは地震予知に関係した諸現象全般の観測研究を主目標にしていた。

地震データは、震源から見ていろいろな方位と距離にある観測所のデータが揃うほど、また短周期から長周期までの完全な波形データがとれるほど、研究に寄与する。しかしわが国だけでそれをよくすることはできない。かくして地震観測事業の国際的性格が生ま

れる．阿武山地震観測所では特性の異なる各種地震計を稼働させて大地震発生過程の研究を進めるとともに、Seismological Bulletin of ABUYAMA（地震観測報告）を出版し各国の関係機関に配付している．地震の規模が小さいと観測可能な範囲も狭い．一つの大学が責任をもつて観測出来る程度の地域である．範囲が狭くても、良質のデータを十分に獲得するためには、観測点を密に配置しなければならない．金にかかるけど情報量が圧倒的に増える．何故なら小さな地震ほど数多く起っているからである．この無感地震の観測研究は被害地震発生の背景を調べることに相当するもので、地震予知に寄与する可能性が大きく、有感地震が気象庁担当であるのに対して、地震予知計画では大学の担当として位置付けられている．

1. 微小地震観測について

昭和37年、京都大学防災研究所に「本邦地震活動度の地理的分布調査のための観測事業」の経費が文部省から交付された。当施設はその事業を分担することになり、



昭和時代の微小地震観測システム

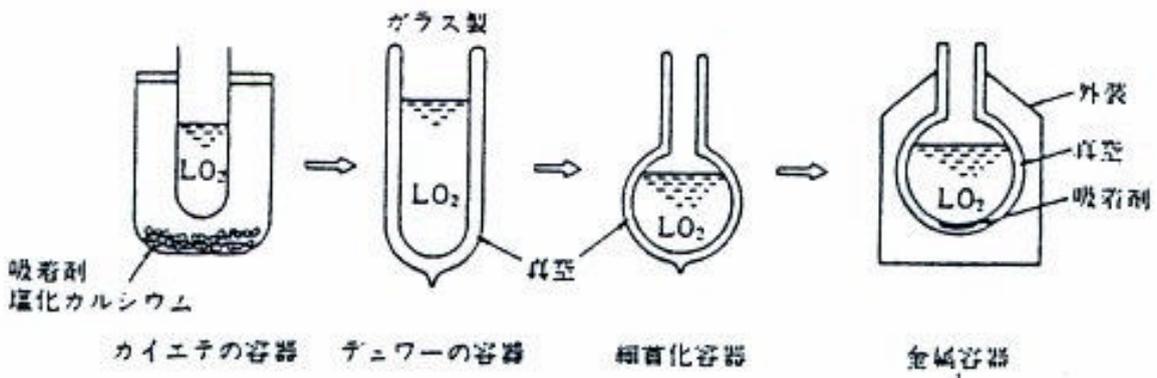
大阪能勢町，京都府八木町，同京北町，京都市上賀茂及び滋賀県甲南町（後に宇治市志津川に移転）に衛星観測点を設置し，微小地震の観測，研究を開始した．さらに，昭和42年，当施設の事業として地震予知計画に基づく微小地震の観測設備が認められ，人員の配置と事業費の交付を受け，新たに兵庫県但東町，同丹南町，同津名町及び神戸市に衛星観測点を設けた．これらの観測システムは上下動一成分の煤掛けドラム方式で一日一回記録紙の取り替えを行う必要があり，この業務を現地の民間人に委託してきた．今日まで多くの研究業績を挙げる事が出来たのは，これらの方々の献身的な援助の賜物である．

昭和49年には，第3次地震予知計画の一環として，これらの観測網のテレメーター化が認められた．この計画に基づき，昭和50年4月から有線搬送観測点7ヶ所（滋賀県坊村町，同近江ノk幡市は新設）及び無線搬送観測点3ヶ所（大阪府交野市は新設，京都府宇治市及び六甲山は移設）の計10ヶ所をテレメーター化し，従来の上下動成分に水平2成分を加えて，直接データを伝送し，阿武山地震観測所で集中記録を行なうことになった．これらのデータはインク書きレコーダでモニターされる一方，データレコーダで集録される，さらに観測網内に起きたマグニチュード1.5以上の地震については電子計算機で自動処理され，30秒以内に発展時，震源位置，マグニチュードなどが表示される．この結果，京阪神地区の地震活動の監視は従来に比べて格段に精密．迅速化されていった．

（続く）

生クリームをボールに入れて、やわらかく線が書ける程度に泡立てる。卵は卵白と卵黄に分ける。卵白はボールに入れ泡立てる。ピンと角が立ち、ボールを逆さにしても落ちないくらいに泡立て砂糖を加え、よく混ぜあわせる。これに卵黄を加えよく混ぜ、ラム酒と泡立てた生クリームとバニラなどで味を整え更によくかき混ぜる。金属性の平たい容器に入れ、冷凍庫で冷やし固める。このように日常生活の中にアイスクリームを作ることが出来る低温が深くかかわっている。

肉屋の冷蔵庫、商店の冷凍食品、アイスクリームを入れてある冷凍庫。液体窒素、液体酸素、LPG、LNG（液化プロパンガス、液化天然ガス）を運ぶトラックを見かける。新聞に高温超伝導の話題、リニアモーターカーは液体ヘリウムで冷やされた磁石が利用されるとか、超低温にかかわる話題は尽きないようだ。



ビールを冷やすのに一般家庭に冷蔵庫がない時代は冷たい水でひやす。タライに水を入れビールビンを立ててその水につける、タオルを半分水に浸しビールビンに被せる、それに扇風機の風をあてる、すると蒸発熱によりビールを冷やすことが出来る。このようなことが3000年前のインドやエジプトでは空気の澄み切った夜、素焼きの壺や皮袋に水を入れ、表面にしみだしてくる水が乾燥した空気中に蒸発していくとき奪う蒸発熱により中身の水の温度が下がり冷たい水を得ることが出来る。濡れたシャツを着ていると体が冷える、濡れタオルで顔を冷やすのも蒸発熱による冷却によるものである。0 よりもかなり低い融点をもつアイスクリームの出現(1550年ごろ)は、氷りと塩(寒剤)を等量混合すると-22.4の低温度を得られることが知られていたのだろう。

16世紀から17世紀の初め人類が得た最低温度をひとつの温度限界とし、暖かさ。冷たさの目安として温度目盛りが作られた。1593年にガリレオにより空気の膨張を利用して気温を測定する温度計を作って以来、1580年水銀寒暖計の基本がイタリアで作られた。1714年オランダのファーレンハイトが寒暖計相互の比較が出来る定点を持ち、一定の温度目盛りを持った水銀温度計を作った。これは人工的に得られる寒剤(氷と塩の混合物)

の最低温度-17.8 を零点とし、多少の違いはあっても一年中ほとんど変わらない人間の体温を一方の定点として。この間を 12 進法にもとずき 96 等分したものが華氏温度 (°F) である。その後 1724 年にセルシウスが氷点と沸点を 100 等分した摂氏温度目盛を作った。熱力学理想温度表示として 1848 年にイギリスのウィリアム、トムソン (後にケルビン) が提案した。

”理想気体の体積は絶対温度に反比例する。”この法則を基にした温度基準、ケルビン温度 (K) を提案した。

気体に熱を加えると、気体の分子運動は激しくなる。体積が一定ならばこの分子運動の激しさは気体の圧力を上げる。温度が低くなると、気体の分子運動が活発でなくなる。さらに温度が低下し絶対零度 (0 K) になると空間を飛び回る気体分子がなくなる。これを”絶対零度“と言う。

アイスクリームの温度はよくわからないが、アイスクリームをデパートで買うと帰宅時間を聞かれ入れてくれるドライアイスは-78.5 (167.5 K)。LNG-163 (110.15 K) 度と日常生活の中に超低温が存在するのである。

ガスの液化の始まりは 1799 年オランダのファンマイムがボイルの法則を実験しているときにアンモニアの液化を発見したのが初めである。

ボイルの法則 圧力一定の条件では理想気体の膨張率又は収縮率は一定で、常に 1 当たり約 1/273 である。温度が-273 では気体の体積は”零”になる。(すなわち真空になることである。真空の中に気体分子が存在するのかな。)

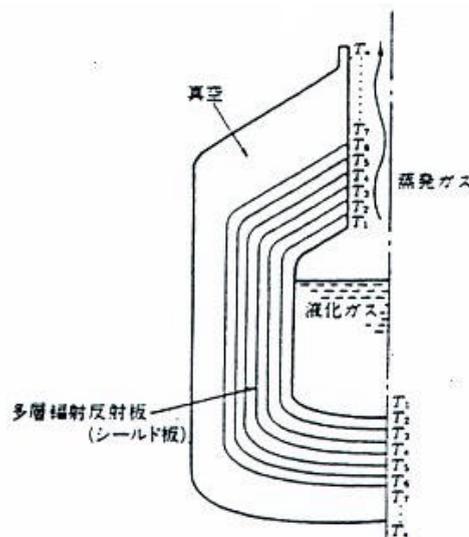
1820 年 ファラデー、ドルトンらが気体は液体が蒸発した蒸気であることを主張し始め、すべての気体は冷却すれば必ず液化するに違いないことを結論とした。

塩素の液化によりガス液化のは炭酸ガス、アンモニア、亜硫酸ガス等と次々にガスの液化に成功したが酸素、水素、窒素、ヘリウムなどは液化には成功しなかった。これらのガスは永久ガスと呼ばれた。

科学実験、各種測定装置に使われる LN 2 は-195.8 度 (77.35 k) 1877 年の大晦日にカイエテにより窒素、酸素が液化。

1898 年イギリスのデュワーにより水素ガスが液化された-253 とゆう極低温を得た。彼が発明したデュワー、2重ガラス製真空ビン(ジャー、魔法瓶)は水素ガスの液化に重要な役割を果たした。カイエテが液体になった酸素を見ようとして用意した容器では見ることが出来なかったようで。デュワーの真空二重ピンで初めて液体酸素、液体水素を保存し、目で見ることが出来るようになった。液体酸素は青い透明な液体であること初めて確認したようである。

1908 年オランダのオンネスらにより最後の永久ガスの He が液化された。温度は 4.2 k (-269.16)。アンモニアガスの液化から、最後のヘリウムガスの液化ま



で110年の歳月を必要とした。

日常生活に液体窒素がなぜ利用されるか、極低温はなぜ必要かを身の回りものから推測することにします。

まず液化天然ガスは、大量貯蔵、輸送に有効に利用されている。常温、常圧のガスに比べて、液化ガスの体積は1/700～1/1000になる。この特色を生かした用途である。

一般に物質を低温にしていくと、気体、液体、固体と状態を変えていく、気体分子は温度に応じた運動エネルギーをもって動きまわる。温度が下がるに従い気体分子の動きも遅くなり、分子どうしの衝突も少なくなり互いに相互作用を及ぼし始める。液体になるとさらに分子どうしの引き合う力がさらに強くなり、互いに拘束しあうようになる。さらに低温にしていくと、分子は身動き出来なくなり、決められた位置に留まり、固体になる。温度が更に下がれば決められた位置で揺れ動く振動、振幅もしだいに小さくなる。このように物質を低温にしていくと電子の流れを阻害する原因となる原子、分子の運動エネルギーが小さくなり、熱雑音がちいさくなる。(熱雑音の低下)

極低温に冷却した板の表面は、ガスを凝縮固化する。また吸着剤などを極低温に冷却すると吸着剤の吸着能力が向上する。真空ポンプと極低温冷却板と併用すると真空度を一段と上げることができる。

地震予知研究センターにSEM(走査型電子顕微鏡)があります。

この装置に液化窒素を供給をしています。LN₂、-195.8(77.35K)このような低温の役目は 温度エネルギーは $E=KT$ (T:(K)絶対温度、k:ボルツマン定数、E:T(K)の粒子の温度エネルギー)すなわち センサーの発生するノイズを抑制するのに極低温まで冷やしノイズを除去する。同時に極低温冷却板でガスを凝縮、固着することにより真空度を増します。この為にLN₂が使用されています。空気中に窒素は4/5(80%ぐらい。)存在します。この窒素(N₂)を液化(LN₂)して運ばれて来ます。これをコンテナで装置のあるところまで運びます。

このコンテナは LN₂-196 外気にあたる周囲温度を20 とすると220 ぐらいの温度差が生じます。

熱は 輻射、対流、物質を伝わる伝導の3種あります。真空で対流による熱伝導を防ぎ、多層輻射反射板で輻射を防ぎ、熱を伝える断面積を出来るだけ小さくして、常温から低温までの距離を長く熱伝導度の低い材料を使用してある。このように熱の伝わりにくいようにつくられています。構造は図に示す。このコンテナからデュワーと呼ばれるタンクにLN₂が転送され、ノイズの抑制と真空度を保つための役目を果たすのです。

超伝導、高温超伝導が新聞、雑誌の記事になっています。

抵抗の温度係数から0Kの抵抗値を求めると0、零にはなりません。

$$R = R_0 (1 + A (t_1 - t_2))$$

A:0.0039(Cu) t₁:-273 t₂:0 とします R = R₀*0.0647になる。

1908年ヘリウムを液化に成功したカマリング オンネスは液体Heを使って、金属の電気抵抗が低温でどのように変化するかを調べる実験に着手した。Hg(水銀)で実験中ある温度で突然(転移)電気抵抗が零になるのを発見した、超伝導の発見である。この現象はスズ、鉛でも現れることを見出した。現在では単体金属30種ほどが超伝導になること

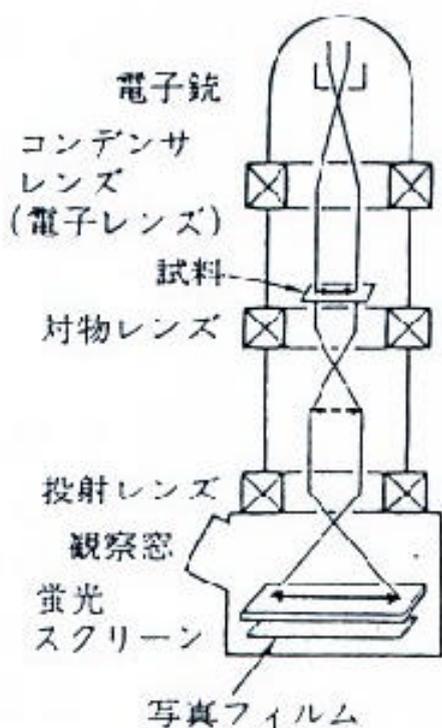
がいられている。1980年代になって100Kを超える銅酸化物の超電導体が発見され、高温超伝導ブームが引き起こされたのです。このように液体Heを使わない超伝導は今後どのような進歩をするかわかりませんが期待したいものです。

電子顕微鏡には2種類のタイプがあります。

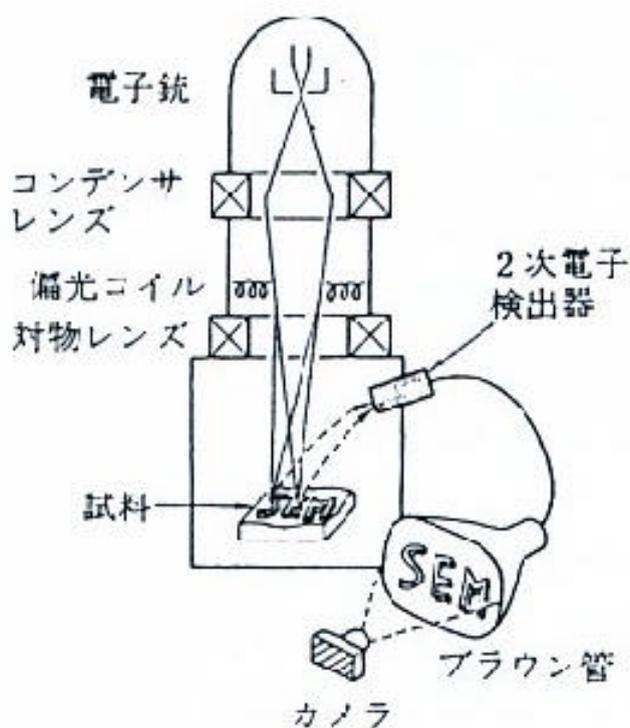
透過型電子顕微鏡 (Transmission Electron Microscope :TEM)
標本を透過した電子線により平面画像を示すもの。

走査型電子顕微鏡 (Scanning Electron Microscope :SEM)
電子線で標本の表面をテレビの走査線のように走査してその標本の表面から発生する2次電子を検出して、その信号をブラウン管に立体画像として描かせるもの。

両タイプ共標本は真空にした標本室にセットされる。



透過型電子顕微鏡のしくみ



走査型電子顕微鏡のしくみ