

研究報告

神岡常温核融合実験こぼればなし

戸塚 洋二

1. はじめに

常温核融合実験(Cold fusion、以下略してCFと書く)のうち、特に中性子計測をkamioカンデ装置でやれば他に類を見ないほどの精度で出来るのではないか、と最初に言ったのは助手の中畑雅行君であった。当時CFはまだ大変盛んで、kamioカンデを使って検証実験をやる意義は十分あると考えた。そこでグループミーティングに諮ったところ、やってよいことになったので、有意な中性子信号を検出したと発表している研究者のうち信頼がおけるとされる研究者を招待することにした。つまり、彼らが最良と思うCF装置を神岡に持ってきていただき、神岡グループが中性子計測を行うことになったのである。

1990年10月にCFの国際会議があったので、その席で誰か神岡でやる勇気のある奴はいないかと言ったところ、ブリガムヤング大学(以下BYU)のSteven E. Jones(以下スティーブ)がロスアラモス国立研(以下LANL)のHoward O. Menlove(以下ハワード)とテキサス農工大学のKevin Wolf(以下ケビン)と一緒に話に乗ることになった。

当時はチタン金属に重水素を吸着させるガス吸着法が大流行で、まずその方式の実験をすることになった。その後でパラジウム陰極による電気分解を行うことになった。

共同実験はkamioカンデを4週間中性子計測に使うことで合意した。



写真1 CF装置の外観。ステンレスパイプの内部にCFサンプルを挿入する。外部の透明な容器は20%濃度の塩化ナトリウム溶液。ここで中性子は減速された後に塩素に吸収され γ 線を放出する。 γ 線はさらに水中でチェレンコフ光を発生し、装置の内面に多数取り付けられている光電子増倍管によって測定された。

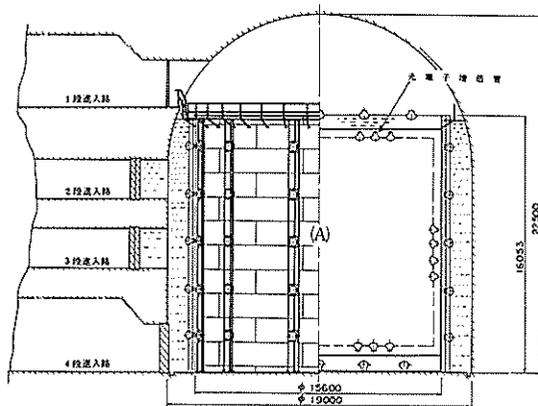


図1 カミオカンデ水チェレンコフ装置。地下1000メートルに設置され、かつ4500トンの純水を使用しているため、装置の中心部分は天然放射能レベルが極端に低い環境になっている。CF装置は中心部分(A)に吊される。

さて、カミオカンデによる中性子計測は次のように行う。CFサンプルの周りを20%濃度の塩化ナトリウム溶液で囲み、そのシステム（以下CF装置という、写真1）をカミオカンデ装置が持つ4500トンの純水の中心にセットする。中性子は減速された後、塩素に吸収される。このとき（ n, γ ）反応によって放出される γ 線をカミオカンデ水チェレンコフ装置によって計測する。

カミオカンデを使う利点は、先ず装置が地下1000メートルにあり、宇宙線の影響が地上の10万分の1以下であること、更にカミオカンデが持つ4500トンの水によってCF装置が完全に遮蔽されているため、世界に類を見ないほど雑音の低い装置であるという点である（図1）。ただし、CF装置がウランなどの中性子放出物質に汚染されていればそれが究極の雑音となる。無論この雑音はカミオカンデの責任ではない。

さて、実験は思わぬ程の時間がかかり、まだ最終結果がでていないので、本稿では論文に多分載らないが「これは」と思った信号の話をしよと思う。実験では信号が何もないうきほど志気が落ちる。現在までに雑音とはなかなか考えられない信号を4回ほど観測した。その都度にわかに志気が上がったものである。本稿ではそのうちの2回の顛末を紹介したい。

2. カップラン (Cup run)

ガス吸着法の一つの実験の時の話である。ハワードがLANLで重水素を十分に吸着したチタンのサンプル（旋盤の切り子のような形状）を作ってきた。それを発泡スチロールのコップに入れて上からなみなみと液体窒素を注ぐ。このような実験を我々はカップランと呼んだ。急激な温度変化によってチタンにストレスがかかるので、これによる重水素同士の異常接近によって核融合が起きるのではないかと考えるのである。実際ハワードたちのデータによれば、液体窒素が蒸発した後、温度が-30度近辺で中性子放出が起こるらしい。

液体窒素の白煙がもうもうとあがる発泡スチロールコップをCF装置に格納し、それを水中9メートル下のカミオカンデの中心に吊す。CFサンプルには温度計がついており、サンプルの温度が常時コンピュータによってモニターされる。データの解析はカミオカンデ装置が余りにも複雑なためオンラインで行うことはできず、ある一定時間の計測（ランという）を終了した時点でコンピュータによる解析を開始し、約2時間で結果がでてくる。

このカップランはCF実験を開始してから既に3か月がたった4月に行われた。その間思わしい信号もなく、だいぶ志気も落ちていたし、こんな原始的な装置でCFなぜ起こるものかと言う気持ちが内心あったので、雑音では説明できないような多くの信号をコンピュータが打ち出したのには本当におどろいてしまった。ハワードはどうだと言わんばかりの得意然とした顔をしていた。

大いに意気が上がって坑内から岡に上がり、外のコンピュータで子細に各イベントをディスプレイによって観察した。一緒に実験に参加しているのは大学院学生の石田君と横山君である。彼らは既に数か月も神岡に滞在し、グループ内でカミオカンデ装置を最もよく知る研究者である。数イベント見終わった時、皆どうも腑に落ちない感じがした。ディスプレイに映った信号パターンが定量的には言えないがチェレンコフ光らしくないのである（図2）。それに光量が中性子によるものとするとは異常に大きなイベントがかなりの割合で観測された。ただし、カミオカンデの情報量は大変多いので、解析結果から光がサンプル近傍の1点からであり、さらにチェレンコフ光のように略ビーム状に放出されたのは間違いない。これは何かおかしいという感じが皆の胸に浮かんだまま翌日を迎えた。

(a)

(b)

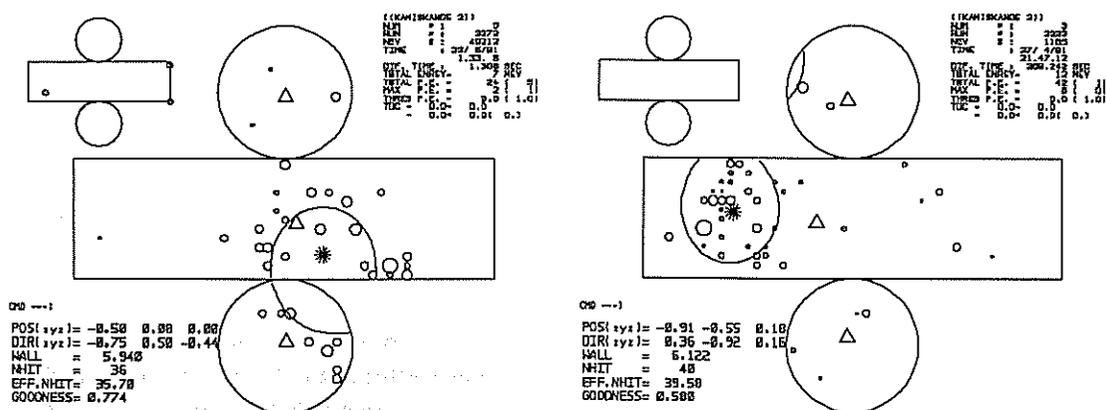


図2 (a) 中性子由来の γ 線によるチェレンコフ光のパターン。この図は円筒形の装置の展開図で、図中の小さな丸は光の粒(フォトン)が装置の壁にある光電子増倍管によってとらえられた信号である。チェレンコフ光は多数のフォトンからできた光であるので、多くの光電子増倍管がフォトンをとらえている。略円形の曲線はチェレンコフ光の予想軌跡で、フォトンがその曲線の近傍に集まらなければならないことを示す。
 (b) カップランで観測された信号の例。フォトンが予想チェレンコフ軌跡の周囲に集まっていない。しかし、フォトンはいろんな方向に広がらずにビーム上に集中して発していることが分かる。また、発光場所も一点であり、さらにCFサンプルから発していることが解析の結果分かる。

再び坑内に入り、今度は重水素を吸っていないチタンをCF装置に挿入し、昨日と同じ測定を繰り返した。これはコントロール実験と呼ばれる。もし重水素がCFの源なら、重水素の入っていないコントロールサンプルから信号があってはならない。数時間後、わくわくしながらコンピュータの打ち出しを待った。なんと言うことだ。信号があるではないか。ハードのがっかりした顔が今でも目に浮かぶ。更に、チタンをすべて取り除き、液体窒素のみで実験を行った。信号あり。これでこの信号はCFとは全く関係のないジャンクであることがはっきりした。ちなみに、信号は液体窒素温度の -200 度近辺でのみ出る。

実験は勢いがつくとなかなか止まらない。観測された疑似チェレンコフ信号は何がどの様に発光しているのかという点が気になって仕方がない。その光が γ 線由来かどうか調べる必要がある。そこでCF装置全体を黒いプラスチックでくるみ再び測定を繰り返す。信号なし。 γ 線は薄いプラスチックシートなどやすやすと透過してしまうので、これから疑似チェレンコフ光はCF装置のどこかが発光してビーム状の光を放出していることになる。CF装置と言っても、塩化ナトリウム溶液とそれを入れるアクリル容器、CFサンプルを格納するステンレスパイプのみである(写真1)。ステンレスパイプ内の液体窒素は

発泡スチロールカップで十分断熱されている。いったいどこで発光しているのだろうか。

残念ながら、カップランの信号強度は太陽ニュートリノ観測の邪魔になるので一応実験をストップして、グループミーティングで報告し他のグループメンバーの意見を聞いた。遺憾なことに、この発光は彼らの興味を引くことにはならず、このままカップランを中止せざるを得なくなったのである(筆者は神岡グループの代表者であるが独裁者ではないことがこれからもよくわかる)。

注意しておくが、カップランで議論している発光量はカミオカンデでようやく見えるほどの極微弱なものである。物質の微弱発光はなかなか興味ある問題である。

3. W3アノード

電気分解によるCF実験では電解液として重水を使うことは無論であるが、他に必要なものは電極である。われわれは電極として陰極にパラジウム、陽極(アノード)にニッケルを使っていた。電気分解実験においても当然、重水の代わりに軽水を使ったコントロール実験が必要である。コントロール実験に信号がでたらそれはCFではない。スティープとケビンはそのため同じロットでつくった新しい電気分解サンプルを送ってきた。このときにはかなり皆の

意気も盛んで、さっそく計測を開始した。数時間後、雑音の10倍以上の強度の信号がでていたことがわかったときのわれわれの落胆ぶりが、読者にはたぶんお分かりにならないと思う。

神岡坑内で観測していた横山君はそれにもめげず異常な信号源を突き止める作業を開始した。この信号は太陽ニュートリノ観測のじゃまになるのでカミオカンデを長く使うわけにはいかない。そこでBYU製でハードの設計になるヘリウム3カウンターを使った。カミオカンデに比べると100倍以上雑音が多いBYUカウンターでもこのときには信号を計測することができた。20数個ある電気分解用試験管を半分づつにわけそれぞれを測定する。信号のある方をさらに半分づつに分割して再度測定する。このようにして数日後にとうとう犯人を突き止めた。それがAnode in Wolf's #3 cell、いわゆるW3アノードである。このアノードはニッケルメッシュのほかに爪の先ほどの小さな金属片が付着していた。これは後でベリリウムであることが分かった。ニッケルとベリリウムを引き剥して計測すると信号がない。1～2日後、もう一度ニッケルとベリリウムをくっつけて測定すると強度は若干下がっているが再び信号がでた。

信号の中には多くのバーストが含まれていた。すべてのバーストは2個の信号からなるいわゆる多重度3のバーストであった。バーストとは1万分の5秒内に複数個の信号があるイベントをいう。中性子が多数同時に放出されたときにバーストが観測される。すぐに思い浮かぶのは、ベリリウムによる(α , n)反応である。このとき440万電子ボルトのエネルギーを持つ γ 線が同時に放出される。 α 線を出す何物かがニッケルメッシュに付着している疑いが強い。もし α 線源がウランの不純物だとすると少なくとも0.05グラム以上のウランが必要で、そんなものがニッケルに付着していないことは目でみてすぐ分かる。

いずれにせよ α 線源を持ってきて確かめる必要がある。アメリカシムにW3アノードのベリリウム片を付着させたり、別の純度の高いベリリウム金属をつけたりして計測を数日間行った。結果は確かに(α , n)反応による γ 線と中性子が原因であると考えてよろしい。ケ빈は α 線の直接測定ができる装置を持っているので、W3アノードを急遽テキサスに送り返した。一週間後、ケ빈から返事がきた。 α 線の信号はなかった。

いったい α 線を1時間に50万個ほど放出する物質は何物でどこに付着していたのだろうか。また10日ほどで α 線の強度がなくなってしまったのはなぜだろうか。この問題はサンプルが一つしかなく、信号も途絶えてしまったのではや実験を繰り返すすべもない。いずれにせよこの信号も全くとはいわないがCFとほとんど関係ないことは明かである(重水素は陰極に引きつけられるのでアノードは関係がない)。しかし、この信号は他の実験でCFの信号と間違われる可能性が大いにあることに注意しなければならない。

可能性は薄いだが、ニッケルメッシュに付着した何物かが空気中に含まれるラドンガスを異常に吸着した、という可能性を捨てきれない。ラドンガスは坑内に多く存在し、その放射性壊変に際して3個の α 線を放出する。坑内の空気は1立方メートルあたり約5000ベクレルのラドンガスを含んでいる。W3アノードが観測された信号を出すのに必要なラドンの量は約50ベクレルである。いったい10リットル中に含まれるラドンガスをすべて爪の先ほどのニッケルメッシュ上に吸着するようなことが本当に起こるのだろうか。

W3アノードも消化不良の状態のままわれわれのノートの中に記録として残るだけとなった。

4. 教育効果

神岡のCF実験には大学院学生の石田君(東大)と横山君(阪大)が参加した。彼らは最初アメリカ側のスティーブやハードとほとんど意志の疎通ができなかった。しかし、その後急速に情報交換が可能となり、アメリカ人と膝詰で議論をし、実験の方向づけまでできるようになった。これは両君にとって得難い経験であったと思う。日本の低学年の生徒が優秀なことは世界的に知られているが、大学院学生もそれに劣らず優秀であることは、ぜひ強調しておかなければならない。スティーブやハードも両君の仕事ぶりには舌を巻いていた。

国際共同実験のよいところはアメリカやヨーロッパ流の議論や思考形態を直接体験できることにある。逆に外国の共同研究者は日本流の過酷な研究方法を学ぶことができる。自然科学研究は現在のところ西欧流の思考で行なうのが効率的によろしい。従って国際共同研究はわれわれ日本側の研究者にとってきわめて有効である。今回のCF共同実験も小さいながらアメリカとの共同実験ができ、特に若者には大変有益であったと自画自賛している。

5. 常温核融合は本当に起こるのか

上にも述べたようにあと2回興味ある信号が観測されている。これらはまだ解析中であって本稿で解説することはできない。しかし、いま云々している信号レベルは当初BYUのスティーブたちが主張しているレベルの100分の1以下である。われわれの専門である宇宙線物理学の基準からいえば、通常言われているCFの中性子発生率を少なくとも100倍の感度でもって否定したという結論になる。

ただしことはそれほど簡単ではない。CFはよく知られているように情けないほど再現性がない。カミオカンデで大きな信号が観測されなかったのは単に統計のいたずらで不運だったと片づけることもできるのである。

しかしハワードがいうように、小さいレベルの信号の発生頻度は大きいレベルの信号の発生頻度より高いことが十分期待される。カミオカンデは圧倒的な感度で小さなレベルの信号を検知することができる。われわれはこの原則に照らしてずるずると実験を継続せざるを得なかったのである。そのため当初

4週間の予定であった実験期間が大幅にずれて1年にもなってしまった。この結果、他のグループメンバーには大変な迷惑をかけてしまった。この機会をかりてお詫びしておく。

自然科学にはもう一つの有用な原則がある。もし測定器を改良して信号対雑音比(SN比)をあげたとする。そのとき信号の信頼度がそれにつれて向上すれば、その信号は真の信号であると考えてよい。残念ながらCFによる中性放出はこの原則に当てはまらず、感度をあげると信号強度はますます下がって行くようである。読者諸氏はこの点をどう思われるだろうか。

6. 謝辞

本実験には梶田、瀧田、大山、山田の神岡グループメンバーが大きな貢献をした。また、東大・理研の永嶺教授も重要なメンバーの一人である。各人の努力に感謝したい。

また本実験は東京大学と理化学研究所による援助、それに科学研究費補助金によって行なわれた。ここに謝辞を表す次第である。(神岡実験推進部)

国際会議

NEAR EARTH OBJECTS探査ワークショップに参加して

山越和雄

11月21~22日京大会館でおこなわれた日米合同会議に参加した。彗星塵のサンプルリターンを目指して、ここ数年毎にワークショップが行なわれてきたが、今回から、NEAR EARTH OBJECTSとして小惑星探査まで含めてNASA(本部)とジェット推進研究所および宇宙研(ISAS)のスタッフと、日本の各大学から惑星間塵の研究者が7人出席した。ワークショップでの発表の多くは、工学的なテーマ(例えば、エアロブレーキング;地球に戻ってきた探査機が速度を落とすために高度120~150kmの大気圏を何度も横切り、探査機内部の温度上昇は50~80°に押さえながら摩擦熱で速度を落とし、最後はスペースシャトルで回収する)であったが、宇宙研のLUNAR-A(月周回衛星から三基の地震計を月面に打ち込み、月震観測から月の内部構造を調べる熱流

量計も内蔵している。1996年春打ち上げ予定)や、サンプルリターンのSOCCER(COMET COMA SAMPLE RETURN)計画の蓋然性が討議された。米国では既にCRAF(COMET RENDEZVOUS ASTEROID FLYBY;5.4年の短周期で帰帰する非常に活発な彗星P/TEMPEL-2と会合し、ダストとガスを収集して地球に帰る計画)の、準備が進められている。打ち上げ予定は1996年、帰還は2005年6月以前。暗黒の小惑星739MandevilleをFLY-BYして調査する。今回は又、NEAR(NEAR EARTH ASTEROIDS RETURN)計画を我が国のSOCCER計画の一種の補完計画として示した。我々、惑星間塵研究者は、単に惑星間空間でのダストの観測ばかりでなく、始原的な微惑星の集まりといわれている小惑星帯、微惑星が飛んでいるといわれている彗星



木星探査機GALILEOが狭い周波数帯域で送ってきた小惑星GASPRAの鮮明な写真。(NASA、JET推進研究所提供) GASPRAは地球から16200km離れており、多くのクレータに覆われている。最大のクレータの直径は約8 km、自転周期は7時間強。探査機GALILEOは故障のため未だ主アンテナが展開されていない。

の、サンプルリターンを是非ともやりたいという希望をかねがね表明していたので、積極的に参加したいと思っている。小惑星の表面から試料を掻き取る機器の開発は遅れているが、彗星塵捕獲については、かねてより試料を傷めない減速捕獲器の開発を進めてきたので、少なくとも5、6種類の互いに捕獲の原理の異なった捕獲器を搭載すべきことを主張した。探査機が彗星の軌道に順行して相対速度を落しながら太陽近辺でダストやガスの放出の激しくなった頃合いを見計らって試料を採取するが、その際、往復の道筋でのダスト計数と、彗星への接触開始時を決めるために簡単なダスト計数器による観測が不可欠であろう。しかし、復路にはもはや、ダスト計数器は可動しないかも知れない。簡単な太陽電池を用いた(直流的に電流を取り出しながら、パルス的には、太陽電池にダストが衝突した際の衝撃のパルスを取り出せる形式の)ダスト計数器の搭載を我々が提案した。ダストの捕獲器については、

- (1)アルミ фоль・スタック法、
- (2)高粘度流体捕獲、
- (3)エアロゾルを用いた低密度固体捕獲、
- (4)不活性ガスを用いたサブ・フェムトグラム・ダスト、の捕獲などが我が国で研究され、用意できる捕獲器がそろっている。

目的とする試料としては、数ミリグラムから 10^{-16} gの範囲のダストの捕獲から、太陽風や彗星ガスを直接に捕獲することが提案された。我が国のHIII型

ロケットを用いた、スペース・ステーション計画の前段階SFU (SPACE FLYING UNIT、1994年打ち上げ予定)にもNASAは関心を持っているが、赤外線観測も含め、6ヶ月という寿命はいかにも短い。ダストの観測と捕獲のテストを今の時点から包摂することは時間的に無理で、今回はLDEF (LONG DURATION EXPOSURE FACILITY)型の回収後の表面検査のやり方をするより仕方なさそうである。

我が国ではちょうど、全国的に惑星間塵の直接探査のグループが結成され、活動の方針として、(1)ダストの化学組成、同位体組成のis situ (現場)分析、(2)試料の捕獲、もちかえり、(3)ダスト加速器の開発と製作、(4)室内実験と機器の校正、の4本柱で活動を開始するところであり、非常に良いタイミングであったと思う。しかし、プロジェクトの準備と承認を取り付けるのに早くて5年、発射から目的天体に到達するまで2~5年、地球への帰還が約5年とはいかにも長い。堅固な研究体制作りが望まれる。なお、次回のこの種の打ち合わせは来年5月に鹿児島で開かれるISTS (INTERNATIONAL SPACE TECHNOLOGY SYMPOSIUM)の後か、または米国ワシントンで開催し、ダスト関係の問題は特にグループに分かれて討議することとなった。今回のWORKSHOPの報告は宇宙研から刊行される。

(一次線部)

委員会報告

○平成3年度第2回共同利用運営委員会

平成3年10月29日(火)

議題

- (1) 諸報告
- (2) 教官人事について
- (3) 平成4年共同利用研究公募について

○宇宙線研究所将来計画検討小委員会

平成3年11月15日(金)

議題

- (1) 宇宙線研究所における研究の現状
- (2) 前検討小委の結論とその後の進展
- (3) 隣接研究分野の将来計画の紹介
天文台(光学・赤外線・電波)、宇宙科学研、高エネルギー研

研究報告出版状況

* ICRR—Report

- (20) ICRR-Report-251-91-20
 “Scale-Breaking and Cosmic-ray Exotic Events”
 A. Ohsawa
- (21) ICRR-Report-252-91-21
 “Indium Loaded Liquid Scintillator for ${}^7\text{Be}$ and pep Solar Neutrino Detection”
 K. Inoue, Y. Suzuki, et al.
- (22) ICRR-Report-253-91-22
 “Energy Spectrum of Primary Cosmic Rays above 10^{17}eV Determined from the Extensive Air Shower Experiment at Akeno”
 M. Nagano, et al.
- (23) ICRR-Report-254-91-23
 “Contribution to 22nd International Cosmic Ray Conference (11-23 August 1991, Dublin, Ireland)”
 Chacaltaya and Pamir Collaboration
- (24) ICRR-Report-255-91-24
 “Search for Strange Quark Matter in Galactic Cosmic Rays”
 M. Aglietta, et al.
- (25) ICRR-Report-256-91-25
 “Recent Status of CANGAROO Project”
 T. Tanimori
 “Plan of Observing Southern VHE γ -Ray Sources with the Imaging Čerenkov Telescope”
 T. Hara
 “Imaging Telescope and CANGAROO, What can be added to VHE Gamma-Ray Astronomy?”
 T. Kifune

- (26) ICRR-Report-257-91-26
 “Breakdown of Feynman Scaling Law and Cosmic-Ray Exotic Events”
 A. Ohsawa and K. Sawayanagi
- (27) ICRR-Report-258-91-27
 “Strange Quark Matter in the Cosmic Radiation”
 T. Saito
- (28) ICRR-Report-259-91-28
 “High Energy Physics”
 T. Yuda

* ICRR—報告

- (7) ICRR報告96-91-7
 “惑星間固体微粒子探査ワークショップ報告書”
 一次線部
- (8) ICRR報告97-91-8
 “高エネルギーガンマ線天文学の現状と将来研究会報告”
 空気シャワー部

宇宙線研セミナー

6. 9月10日(火) 吉森 正人(立教大学理学部)
 太陽フレアにおける高エネルギー現象
7. 10月4日(金) A. Bettini (Padova University, Italy)
 ICARUS PROJECT
8. 11月8日(金) 井上 一(宇宙科学研究所)
 ブラックホール候補及び活動銀河
9. 12月11日(木) 福来 正孝(京都大学基礎物理学研究所)
 重力レンズと宇宙定数

人 事 異 動

発令年月日	氏 名	異 動 内 容	現(旧)官 職
3. 8. 31	白 石 清	秋田短期大学講師	研究員(教諭補佐員)
3. 11. 12	中 畑 雅 行	休職(在外研究)	助手

お知らせ

Announcement

INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON
NEUTRINO ASTROPHYSICS

Takayama/Kamioka, Japan
October 19-22, 1992

The International Symposium on Neutrino Astrophysics will be held at Takayama, a lovely old Japanese city which is often called a "small Kyoto" and which is situated near Kamioka, October 19-22, 1992. A one-day visit to the Kamioka Underground Laboratory will be organized on October 21.

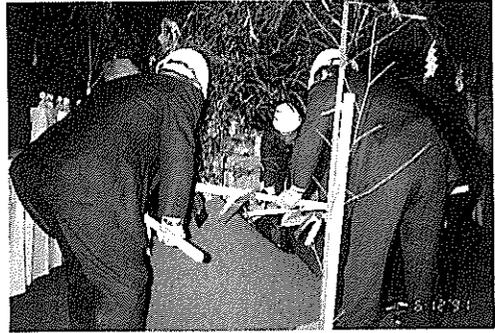
This symposium is sponsored by the University of Tokyo and is intended to cover the recent developments and future directions of neutrino astrophysics. A session of talks on closely related topics will also be included. The following scientific program is tentatively considered. There will also be a poster session.

- The latest results from the solar neutrino experiments
- Possible solutions to the solar neutrino problem and their implication on the forthcoming solar neutrino experiments
- Prospects of the forthcoming solar neutrino experiments
- Radiation from supernovae and compact astrophysical objects
(I) Supernova neutrinos
- Radiation from supernovae and compact astrophysical objects
(II) X-rays, γ -rays, and high-energy neutrinos
- Radiation from supernovae and compact astrophysical objects
(III) Gravitational waves
- Grand unified theories and neutrinos
- Where is dark matter?
- Related topics

Participation in this symposium is by invitation only. The conference proceedings, consisting of the invited papers and contributed papers to the poster session, will be published.

参加希望の方は、宇宙線研中村健蔵まで、問合せ願います。

スーパー神岡起工式



本年度より建設が認められた、スーパー神岡実験(大型水チェレンコフ宇宙素粒子観測装置)の起工式が、建設予定地である神岡鉱山茂住鉱内で行なわれました。(スーパー神岡実験については、ICRRニュースNo.8を参照)起工式には、有馬東大総長代理として、理学部長の久城育夫先生はじめ東大事務局、建設を請け負う三井金属鉱業や神岡鉱業の方々、また、地元の岐阜県や神岡町からも町長さんをはじめ関係者多数が参列しました。



No.11

1992年1月20日

東京大学宇宙線研究所

〒188 東京都田無市緑町3-2-1

TEL (0424) 61-4131

編集委員 永野、鈴木(洋)