

1. はじめに（活動概要）

低温工学協会では、1995年1月17日の早暁に起こった兵庫県南部地震による低温・超電導機器の被災状況を調査する臨時委員会(表1)を発足させ、既に点検調査に当たっていた当協会会員(個人及び会社会員)ならびに関連学協会の支援を得て活動を開始した。

発足した「低温機器被災調査臨時委員会」の活動内容(表2)は、阪神・淡路大震災における低温・超電導機器および関連施設並びに関連高圧ガス設備等の被災調査、二次災害の誘発防止および今後の安全対策、緊急時の行動指針等の提言を行うことである。臨時委員会は1月27日の理事会決議を受けて発足したが、被災した設備装置の点検調査は地震当日から開始しており、二次災害の防止処置や復旧作業が進められていた。このため先行して調査が進められている関連学協会・団体と連絡を取り、多くの情報提供を受けるとともに、まず損傷した機器設備と被災内容の調査を行うことにした。

表1 委員会の構成

学 会	平林 洋美	核融合科学研究所
関西支部	春山 富義	高エネルギー物理学研究所
	荻野 治	三菱電機(株)
	岡崎 治	大宝産業(株)
	西垣 和	神戸商船大学 超伝導科学教室
冷凍部会	西嶋 茂宏	大阪大学 産業科学研究所
	川手 剛雄	(株)神戸製鋼所
	佐藤 明男	金属材料技術研究所
	野口 隆志	池上技術
超電導応用研究会	藤岡 耕治	大同ほくさん(株)
	石郷岡 猛	成蹊大学 工学部
協会運営委員会	石山 敦士	早稲田大学 理工学部
	荻原 宏康	湘南工科大学 電気工学科

表2 委員会活動の概要

1. 被災状況の現地聞き取り調査	2月～3月
2. 調査臨時委員会準備連絡会	3月9日
3. MRI被災状況のアンケート調査	4月～6月
4. 調査臨時委員会関西連絡会	4月17日
5. 第53回低温工学・超電導学会にて特別セッション開催	5月17日
6. 関西支部・冷凍部会共催の技術報告会開催	7月14日
7. アメリカ低温工学会(CEC)にて委員会中間報告	7月
8. NMR被災状況のアンケート調査	7月～9月
9. 第1回調査臨時委員会開催	8月8日
10. 第2回	" 9月21日
11. 第3回	" 11月15日
12. 調査報告書作成	12月～3月

今回の地震は典型的な内陸地震で、震源が淡路島北端の海峡下20kmと地表に近く、これに阪神間の都市直下の活断層が連動したとの説が有力であるが、結果としてマグニチュードは7.2と強大でないにも関わらず、横揺れが600～800galと大きいだけでなく、縦揺れがこれと拮抗して300～500galと極めて大きいのが特徴で震度階7の激震となった。このため関西支部で行った先行被災調査では、海浜の埋立て地、軟らかな地層地域(川の流域、扇状地などの沖積層地)や盛り土造成地などに設置されたタンク塔槽類の不同沈下、配管損傷が見られ、超低温液化ガス貯槽(CE)などの大型超低温装置にも被害が及んでいることが懸念された。特に埋立て地において地盤が液化してコンクリート基礎下が空洞になったり、傾斜して不同沈下を起こしたが、幸いタンク本体には何ら損傷がないことが確認された。また現在実用されている多数の超電導マグネットの中でも、永久電流モード(励磁後、電源を切離した状態)で連続運転される医療用磁気共鳴画像診断装置(MRI)は、マグネットが床上を移動したりアンカボルトが破損したものがあつたが、クエンチ事故(超電導状態から常電導状態に移行する本質的な故障)がなく点検調整でほとんどのシステムが再使用出来ることがわかつた。ただし移動が大きいマグネットやアンカボルトが破損したMRIは修理工事が必要であり、早急な復旧は難しいと見られた。

以上のような伝聞情報および一部選択調査(個別応急訪問調査など中間調査を含む)の結果、阪神・淡路地方全域にわたって故障ないし使用休止している設備が多く、本格的な調査を実施してその実態を把握する必要があると判断された。特に普及台数の多いMRI及びNMR(核磁気共鳴分析装置)の被害が多数発生しており、個別に処置が進んでいるため早急な調査を必要とする。また各方面からの伝聞情報に食い違いが見られるため極力一次情報の収集に努める必要がある。このため低温工学協会だけでは調査活動に限界があるため、他学協会、委員会(表3)との合同調査及び情報提供の要請を行った。

表3 共同調査・情報交換した関連学協会

日本磁気共鳴医学会	日本放射線機器工業会
超低温機器協会	ヘリウム工業会

まず日本磁気共鳴医学会の安全性評価委員会とは震災発生直後から情報交換を行い、アンケート合同調査を実施すること、および関連協会の日本放射線機器工業会が行った被災調査結果の中からMRIについての速報を受けた。また、超低温機器(低温液化ガス、貯槽CE、ローリ車)を製造する事業者団体である超低温機器協会にも委員参加を要請し、被災調査活動に全面的な支援を得た。この協会では兵庫県及び大阪府の全域と京都府の一部を調査対象地域に指定し、会社会員および関連会社に超低温液化ガス貯槽の被災状況を報告することを依頼するとともに、容器充填所にFAXを入れ被災調査と使用前の点検注意を呼びかけ、3月31日までに1398台の報告を受け調査を終了したとのことであつた。ヘリウムの物流については、ヘリウム工業会の調査によると、阪

神間のヘリウム基地は地震の被害は僅少であり、消費先への供給機能は平常と変わりなく維持されているとのことであった。また震災直後から始まった交通渋滞の中を液体ヘリウムを緊急輸送する要求はなかったなどの参考となる情報が得られた。さらに消費先の被災状況については、業界内外の信用上の問題から、情報が針小棒大に伝達あるいは我田引水的に誤用されるとの危惧から、調査情報の提供はなかった。

つぎに震災被害の大きい大学・研究機関の中で低温実験棟が破損して使えなくなった大学について被災調査の全容が報告された。阪神間にはヘリウム液化とガス回収精製を集中的に行う低温センター、各種極低温物理実験室や超電導研究開発センター等に低温機器装置、超電導マグネット利用実験装置など多種多様な設備が設置されている。被災聴取情報では震度5前後の地域でも、装置の移動、転倒が数多くあった。しかしそのほとんどは軽微と言える損傷で済み、使用不能となるような重大故障は報告されていない。このため、ユーザが実際に行った復旧作業について、故障がなくても、防災・安全の面で参考となる問題提起を依頼し、調査結果を分析した。

MR IおよびNMRについての被災調査は個別現地プリ調査を実施した結果、被災地の病院、大学研究機関もライフラインの復旧とともに平常機能を取り戻しつつあり、アンケート調査を行っても復旧作業に影響がないと考えられた。アンケート調査は2段階にわけて行った。最初は病院のMR Iを対象に、3月に入って日本磁気共鳴医学会の安全性評価委員会と合同でアンケート調査を行った。つぎにMR Iのアンケート調査を実施する中で、MR Iは設置していないがNMRは使っており、数多くが転倒し、中にはクエンチを起こしたり、収納クライオスタットが破損しているとの報告があった。このためアンケート調査の第2段としてNMRを使用している各機関に対してアンケートを郵送した。しかしNMRの使用回数の多いユーザでは、復旧修理を急ぐ余り、メーカが持ち帰ったため、外見的な故障しか判らず、調査結果は故障別分析にとどまった。

震災による被災調査の中間報告として、春季低温工学・超電導学会の初日に特別セッション「阪神大震災における低温・超電導機器の状況報告」(表4)を日本磁気共鳴医学会共催で開催した。セッションの前半は関係各機関の代表による調査報告が2時間近く行われた。ついで全体を通じての議論に入り、今回の地震による被災体験、低温・超電導設備機器の安全性、防災上の教訓などについて様々な意見が述べられた。これらの意見は今後の調査活動の指針の一つにするとともに、臨時委員会の検討課題として提議された。また7月にはUSAコロンバスにおいて1995年の低温工学会議/国際低温材料会議(CEC/ICMC)が開催され、日本から " **What Happened to Cryogenic and Superconducting Equipment in the Great Hanshin Earthquake** " を **Cryogenic Facilities & Equipment** のセッションで報告した。その内容は、上記春季学会の特別セッションの報告全体から要点をまとめたもので、臨時委員会の調査活動が注目された。さらに7月14日には低温工学協会関西支部と冷凍部会の共催講演会(表5)を大阪で開催し

「低温装置設備の耐地震性の実施」をテーマに具体的な問題を中心とする技術報告を行った。

本報告は、これら阪神・淡路大震災における低温・超電導機器被災調査臨時委員会の活動をまとめたものである。

表4 第53回低温工学・超電導学会における特別セッション

テーマ：阪神・淡路大震災における低温・超電導機器の状況報告

日時：5月17日（水） 17:15～19:45

会場：低温工学・超電導学会F会場 中央大学駿河台記念館5階

座長：荻野 治・春山 富義

1. 臨時委員会委員長挨拶：平林 洋美

2. 関係各会の報告

・調査の概要と低温機器被災状況

臨時委員会：野口隆志

・医療機器としてのMRIの被災状況

日本磁気共鳴医学会：亀井裕孟

・冷媒貯槽の被災状況

超低温機器協会：岡崎治

・冷媒供給者の復旧対応事情

ヘリウム工業会：野口（代行）

・極低温設備を持つ被災地大学の状況

神戸商船大学：西垣和

3. 全体討論とまとめ

出席者： 97名

共催： 日本磁気共鳴医学会

表5 1995年度第2回関西支部例会
および第4回冷凍部会の共催講演会

テーマ：極低温装置設備の耐地震性の実際

日時：7月14日（金） 13:30～17:00

会場：大阪市立大学 文化交流センター

講演題目と講師

(1) 極低温実験室の震災復旧と教訓

神戸商船大学 西垣 和

(2) MRI超電導マグネットの震災調査報告

池上技術 野口隆志

(3) 低温貯槽の震災調査と耐震設計

超低温機器協会 浅田晴紀

出席者： 33名