

## 磁気テープ 導入事例

# スーパーカミオカンデのデータを未来まで残す！ 世界の資産を守る磁気テープの信頼性と拡張性

### 東京大学宇宙線研究所 (ICRR) 神岡宇宙素粒子研究施設

●代表者: 施設長 中畑 雅行教授 ●設立: 1995年  
●所在地: 岐阜県飛騨市神岡町東茂住 ●URL: <http://www-sk.icrr.u-tokyo.ac.jp/>

1983年設立の神岡地下観測所のカミオカンデで超新星ニュートリノの観測に成功し、小柴 昌俊東京大学特別栄誉教授がノーベル物理学賞受賞。96年スーパーカミオカンデで観測開始。太陽ニュートリノ、大気ニュートリノの観測など功績多数。15年、ニュートリノ振動の発見で梶田 隆章教授がノーベル物理学賞受賞。



写真提供 東京大学宇宙線研究所 神岡宇宙素粒子研究施設

### 磁気テープの活用メリット

**信頼性** 災害等のデータ消失リスクが極めて低い。耐久性や世代間の互換性も高く、失うことができない重要データの長期保管に最適。

**拡張性** ライブラリ<sup>※</sup>の増設や磁気テープの脱着が簡単にでき、データの急増に容易に対応できる。将来的なデータ増大にも安心。

**コスト** 1巻あたりの容量が大きく、他のメディアに比べデータ容量単位のコストが安い。1巻単位で簡単に購入できる。

※磁気テープを使った外部記憶装置

### 東京大学宇宙線研究所 神岡宇宙素粒子研究施設 早戸 良成准教授

スーパーカミオカンデ (SK) や T2K<sup>\*</sup> 実験で利用されるニュートリノ原子核反応シミュレーションプログラム (NEUT) の開発、改良を主導。SK 実験や T2K 実験等の各種データ収集システム開発にも携わり、次世代にあたるハイパーカミオカンデ用システムも研究中。



※茨城県那珂郡東海村の J-PARC 加速器で発射したニュートリノを、295km 離れたスーパーカミオカンデで観測する素粒子実験。

スーパーカミオカンデは、岐阜県飛騨市・神岡鉱山内部にある世界最大の水チェレンコフ宇宙素粒子観測装置。光センサーである約 11,000 本もの光電子増倍管により、宇宙の謎を解く鍵となる素粒子・ニュートリノを観測しています。ノーベル賞も生んだ貴重なデータは、1996年の稼働以来、磁気テープにバックアップされ、さらには長期的に保管され続けています。その重要なシステム開発や改良に携わる東京大学宇宙線研究所の早戸 良成准教授にお話を伺いました。

### 「絶対に無くせない」唯一無二の 観測データだからこそ磁気テープに

「スーパーカミオカンデで検出されるニュートリノは1日わずか20個程度。といってもニュートリノ自体は見えず、電子や水素、酸素原子にぶつかった時に出るかすかな光を検出しています。施設では1秒間に12,000回もデータをとりませんが、そのほとんどは岩盤などの環境にある放射線や光電子増倍管自体からも出るノイズが源なのです」

光センサーである光電子増倍管から取得するのは、「観測時間と電荷量」の2つの数値データだけです。大量のノイズを除く処理を行った後のデータでも2日間で約1TBにのびます。その膨大なデータをさらに解析し、太陽や大気圏から来たニュートリノの証拠を探るのです。近年はよりエネルギーの低いニュートリノの観測を行うため、さらにノイズの割合も増大、保存すべきデータが増え続けています。研究はこのような大量のデータ処理が必須です。過去の天体事象とデータを参照する問い合わせもあり、また過去のデータを新たなソフトウェアで再解析することもあるので、将来にわたり確実にデータを残す必要があるといえます。

「神岡では、設立当初から磁気テープを使っていて、それ以上の信頼性を持つメディアはまだ出てきていません。再現が可能な実験とは異なり、宇宙で起きる現象はその時の観測データが唯一です。後の検証で新発見が出る可能性もあるので、大切に保管しなければなりません。絶対に無くせないデータなので、最終保存に磁気テープを選んでいました」

施設ではさらに、実験解析に用いた大量のシミュレーションデータも磁気テープに保存しています。

### スーパーカミオカンデのデータ運用は 差し替え可能な磁気テープが大きな安心に

スーパーカミオカンデの光電子増倍管で検出されたデータは、坑内のコントロール室で前段処理を行い、次に坑外の研究棟の計算機でデータ解析を行います。主なデータサーバーは9PBの大容量ハードディスク (HDD) で、バックアップ用に約4PBの磁気テープライブラリ (外部記憶装置) があり、HDDから磁気テープへのバックアップを月に数回行います。「バックアップは磁気テープ (LTO) が前提で、ライブラリから磁気テープを取り出せることがシステムの要件です。なぜなら、万一のトラブル時

や、測定感度の向上等に伴うデータの急増でHDDが急激に容量不足になった場合でも、磁気テープを差し替えられれば、HDDから磁気テープに膨大なデータをコピーできるからです。これが私たちにとって大きな安心で、保険のように感じています」



磁気テープを管理するソフトウェアは、IBMのTivoliを使用しています。

「磁気テープの取り出しに対応できることが採用の大きなポイントでした。ライブラリから取り出した棚保管分の磁気テープ内のファイルまでネットワーク上で一元管理できるのがメリットです」

容量拡張が必要な時に、1巻単位で物理的にライブラリに追加して、すぐに使えることも重要だといいます。

「万が一を考えると、磁気テープはHDDの増設に比べて、コスト面も含めてはるかに容易に自由に拡張できます」

### 「大きな震災やシステム移行にも強い」 改めて見直された磁気テープの信頼性

「神岡の研究施設ではシステム更新や移行を常に見据えなければなりません。計算機は5年リースの利用なので、リース更新ごとにシステムを返却します。そのため、磁気テープを抜いて物理的に棚などにオフラインで保管できることもメリットです。

システム更新時は、古いHDDから新しいHDDにファイルコピーを行いますが、万が一、HDDで読めない時には、磁気テープのデータに戻ります」

今回のシステム移行では、HDDにある既存の9PBのファイルを新しいHDDにコピーするだけでも、約3カ月もかかるそうです。一方で、「磁気テープは前世代のものも互換性があるため、移行では単純に磁気テープをそのまま新システムに差し替えるだけで済みます。不安はほとんどありません」

データ保管の考え方について、日本では2011年の東日本大震災で大きな転換がありました。「当時、RAIDでデータを多重化すれば大丈夫、という風潮もありましたが、2011年は突然の停電の後、電源投入時にHDDの故障が検出されるリスクが認識され、磁気テープの信頼性

が見直されたと思います。2000年頃からの10年間ほど、当時はまだ磁気テープ製品のエラーが多く、また良い管理ソフトウェアもなかったため、磁気テープに苦手意識を持つ人もいたようです。しかし、現在エラーは非常に少ないですし、検索性は他のメディアと同等、データの読み出し・書き込みはファイルが大きいとHDDよりも速く、不便は全くありません」

### 安心性・拡張性・コスト面に優れる 磁気テープは世界の資産の保存先に

取り扱うデータについて、「神岡では、そもそも磁気テープが絶対」と早戸先生はいいます。

「スーパーカミオカンデのデータは絶対になくせません。研究所としてというより、世界のサイエンスコミュニティの資産だからです。神岡では、HDDは故障したら交換して使用するのが前提ですが、それと比べて磁気テープが故障する可能性は格段に低いです」

神岡のデータには分析や研究で多くの研究者がアクセスするため、その分HDDは消耗しやすいそうです。一方バックアップデータを保管する磁気テープは、「システムを入れ替えても、そのまま継続して使えます。実際、旧カミオカンデ時代の超新星爆発の際のニュートリノのデータもオープンリールの古い磁気テープに残っています。容量面でもこの規模ではクラウドなどでは難しく、磁気テープ以外ありません」。

磁気テープ利用の理由のポイントを改めて伺うと、「第一に安心です。たとえば停電でシステムのファイルが万一壊れると、復旧したデータの整合性のチェックだけでも約1カ月かかり、その間システムが使えなくなります。そんな時に備えるのが、従来のデータを常に安定して保存してきた磁気テープです」。神岡では、突然の停電でもシステムを安全に終了できるようにUPS(無停電電源装置)も導入しているものの、さらに万全を期す意味でもオフラインで管理できる磁気テープの存在が重要だといいます。

「次に、拡張性です。磁気テープは物理的に着脱可能で、システム的にもデータの急増に簡単に対応できます。最後のポイントはコストです。容量を増やすにもHDDやクラウドなどと比べても容量単価や運用コストで大きく有利になります。予算が厳しくなる今、研究を長く安定して続けるためにも重要ですね」

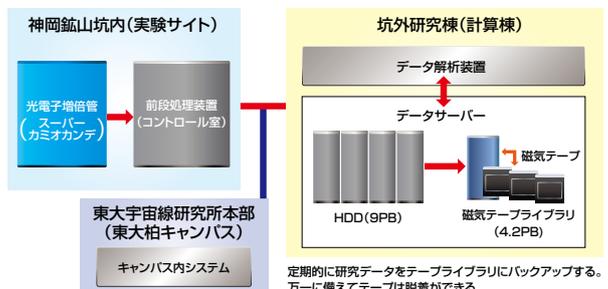
#### 運用形態

磁気テープライブラリ装置に富士通の『FUJITSU Storage ETERNUS LT270 S2テープライブラリ』を使用。『LTO Ultrium7』に研究データを保存している。磁気テープの総格納容量は4.2PB。バックアップ用の管理ソフトウェアには『IBM Tivoli TSM』を使用。

#### 展望

リース切れに伴うシステム更新は5年ごとで、2022年まで現行システムを運用。現時点では次期更新に向けて研究データの運用や保管方法について見直し作業中だが、今後もバックアップおよび長期アーカイブには磁気テープを活用する見通し。

#### ■スーパーカミオカンデのシステム概要



**FUJIFILM**  
富士フイルム株式会社

記録メディア事業部  
〒107-0052 東京都港区赤坂9-7-3 TEL.03-6271-2084 FAX.03-6271-2185

「テープストレージの情報ポータルサイト」  
[www.tape-storage.net](http://www.tape-storage.net)

テープストレージネットで、検索。



●Linear Tape-Open, LTO, LTOロゴ, UltriumおよびUltriumロゴは、Hewlett Packard Enterprise社、IBM社およびQuantum社の米国およびその他の国における登録商標です。 ●仕様は予告なしに変更する場合があります。  
●本資料の記載内容は平成30年12月現在のものです。 ●当資料に掲載されているテキスト・画像等の無断転載はご遠慮ください。