

別紙 4

報告番号	※ 甲 第 号
------	---------

主 論 文 の 要 旨

論文題目 長期安定性に優れた新型原子核乾板の開発

氏 名 西尾 晃

論 文 内 容 の 要 旨

原子核乾板は、銀塩写真技術を用いた三次元の放射線飛跡検出器であり、これまで放射線計測やニュートリノなど素粒子の実験的研究で使用され成果をあげてきた。その一方で写真のデジタル化により製造メーカーが撤退し、原子核乾板の開発から製造までを大学で一貫して担当する時代となり、原子核乾板の特性をその用途に最適化する開発がユーザー自身の手で行われるようになってきた。その結果、宇宙 γ 線を観測する気球実験 GRAINE や宇宙線ミュオンを用いて巨大建造物の内部密度構造を調べる宇宙線イメージングなどの理学研究にとどまらない従来に無い領域の開拓に貢献する時代となってきている。これらの領域では、 -20°C から 50°C にわたる様々な温度環境下での使用が想定され、それに対応出来る耐環境性・長期安定性の高い原子核乾板が必要とされていた。

私は、まず従来型原子核乾板の耐環境性/長期間特性を調べ、 30°C で 14 日程度置かれると、潜像退行によって一度記録された飛跡が消えてしまうことを明らかにした。次に長期間特性を改善するために、長期間特性に影響を与える要因について調べ、ゼラチン、添加薬品、包装材料の 3 つが重要である事を明らかにした。

原子核乾板は主にハロゲン化銀結晶とゼラチンの混合物であり、ゼラチンを少なくする事で結晶の充填密度を高くし飛跡の認識性を上げる方法がとられてきた。結晶体積充填率 55%の従来型原子核乾板と、それにゼラチンを加えた体積充填率 45 及び 30%の原子核乾板について長期間特性を比較し、結晶体積充填率 55%の原子核乾板で顕著に潜像退行及び感度劣化特性が悪化していることを明らかにした。また原子核乾板に添加されている添加薬品についてその効果を調べ、従来型原子核乾板に添加されているベンゼンチオスルホン酸ナトリウム (BTS) が潜像退行を促進していたことを明らかにし、BTS による潜像核の硫化、及び残留した銀核により潜像核が補強された可能性を指摘した。また新たな添加薬品についてその効果を調べ、長期間特性の向上に有用な薬品を見出し、最適な添加量を示した。さらにそれらの機能を大気中光電子分光測定によって明らかにし、潜像退行のメカニズムについてイオン過程と電子過程に分けて論じた。また原子核乾板は、遮光と含水量保持の目的で、アルミラミネート袋の中に入れて真空パックして使用されるが、袋の種類によってフォグ（飛跡と関係のない現像銀粒子でノイズとなる）の増加の仕方が異なり、無添加低密度ポリエチレンを最内層に

用いたアルミラミネート袋ではフォグ増加がほとんど起こらないことを見出した。

以上の結果をもとに、長期安定な原子核乾板を設計し、実測によって 30°C40%RH 環境下で 180 日経過した時点でも感度ならびにフォグが実用可能な値であることを示した。また温度依存性を測定し、アレニウス則に基づく予測を行なった。その結果 10°C及び 20°Cでは 1 年以上、30°Cでは 260 日間の長期にわたり実用可能であることを示した。これは従来型と比べて約 20 倍の期間にわたって観測が可能になったことになる。

開発した原子核乾板は、クフ王のピラミッドの宇宙線イメージングに用いられ、長期にわたり高いミュオン検出効率を実現し、結果として未知の大空洞の発見に貢献した。