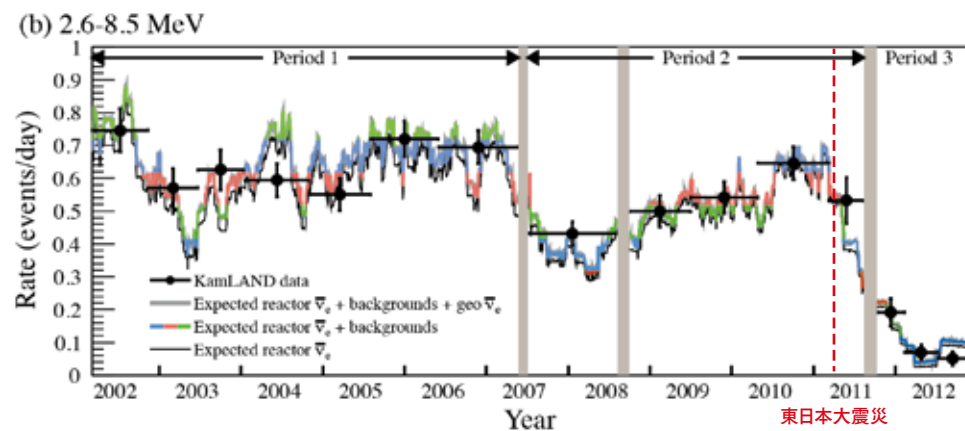


図1 カムランドで観測された「原子炉 反電子ニュートリノ」による信号モニター



カムランドKamLANDはKamioka Liquid Scintillator Anti-Neutrino Detectorの略

出典: 東北大学ニュートリノ科学研究センター

原子炉の運転状況を把握できるカムランド

東北放射線科学センター 理事 石井慶造氏

岐阜県飛騨市神岡町の旧神岡鉱山坑道跡にカムランドという実験装置がある。東北大学ニュートリノ科学研究センターの施設で、2001年11月に鈴木厚人東北大学教授(現岩手県立大学学長)が製作したニュートリノ検出器だ。

東北大学の古賀真之准教授の案内で、山の側面の入口から約2 km奥にあるカムランドに進んだ。山の上から

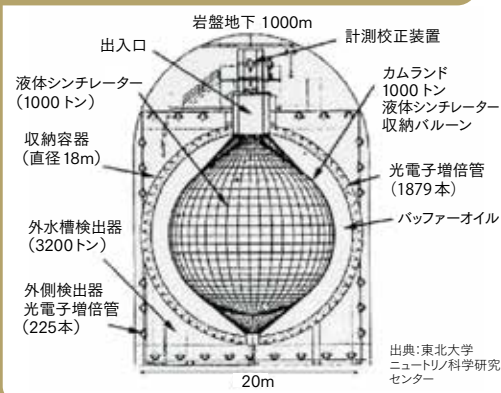


カムランドのトンネル入口で古賀 真之 東北大学准教授(左)と筆者(右)写真:筆者提供

は約1000 m地下になるという。

ニュートリノ検出器とは、カムランドHPによれば「1000トンの液体シンチレーターを蓄え、素粒子反応によって生じる微弱なシンチレーション光を、球形タンク内に張り巡らした1879本の高感度光センサーで捕らえる」とされている【図2】。シンチ

図2 ニュートリノ検出器カムランド 断面イメージ図



出典: 東北大学ニュートリノ科学研究センター

レーターとは、放射線や紫外線などにあたると発光する蛍光体のこと。古賀准教授は、実際に紫外線によって青白く光ることを見せてくれた【図3】。発光した光は光電子増倍管【図4】によって電子信号に変えられる。

ニュートリノとは素粒子の一種で、電子ニュートリノ、ミューニュートリノ、タウニュートリノの3種類があり、それぞれ反粒子(電荷など正負の属性が逆の粒子)があり、粒子と反粒子がぶつかるると消滅する。ニュートリノは質量が非常に小さいが、宇宙全体ではほかの素粒子より桁違いに多く存在する。太陽から放出されたニュートリノは、1 cmあたり1秒あた

り660億個も地球に到達しているという。相互作用が非常に小さく観測はきわめて難しいが天体内部から有用な情報をもたらしてくれる存在である。

このニュートリノを捕らえるため、宇宙線の影響の少ない地下深くにカムランドは建設された。ミッションは反電子ニュートリノの検出。カムランド周辺には、柏崎や敦賀、浜岡など原子力発電所があり、平均して約180 km離れている。原子炉は核分裂反応によって生成された放射性同位元素から電子ニュートリノと、その反粒子である反電子ニュートリノを生成する。カムランドは水素と反電子ニュートリノの反応を利用するため、原子炉からの反電子ニュートリノが観測される。鈴木厚人東北大学教授らは2002年、量子力学的なニュートリノ振動を見事に観測した。これにより反電子ニュートリノが質量を持つことが証明された。

【図1】は、原子炉からの反電子ニュートリノの信号である事象数の予想値(実線)とカムランドの実験値(十字点)を示している。2011年3月11

日、東日本大震災で日本国内のすべての原子炉が停止したが、そのときの原子炉の状況がカムランドで観測されている。ニュートリノを放出する原子炉で生成された放射性同位元素の量が徐々に減少するため、それに伴って反電子ニュートリノの数が減っていることがわかる。このように、カムランドを用いて原子炉が正常に稼働しているかどうか調べることができる。「現在、カムランドでは宇宙の謎の一つ、宇宙誕生のとき物質と反物質(粒子と反粒子)が同じ量だけ生まれたはずなのに、なぜ物質だけ残ったのかを探求していると古賀准教授は熱く話してくれた。謎を解く大きな鍵がニュートリノなのだ。」

図3 液体シンチレーター(サンプル)



写真:筆者撮影

図4 直径51cmの光電子増倍管

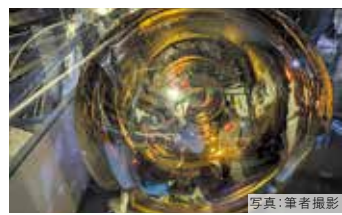


写真:筆者撮影



東北放射線科学センター 理事 石井慶造氏

東北大学大学院理学研究科博士課程 原子核理学専攻博士課程 修了(理学博士)。東北大学工学部教授、東北大学サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター長、東北大学大学院工学研究科生活環境早期復旧技術センター長を歴任。2013年東北大学名誉教授、2016年より現職。PIXE研究協会会長。