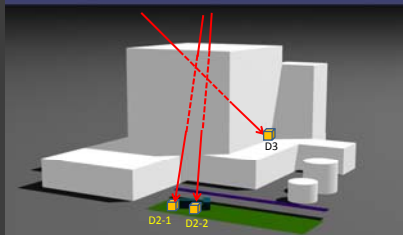




宇宙線ミュー粒子を使った大建造物の内部透視

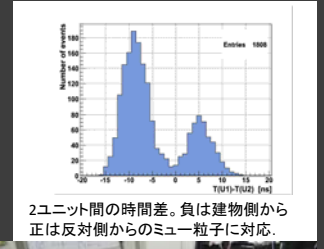
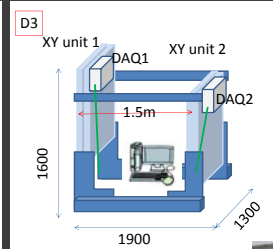
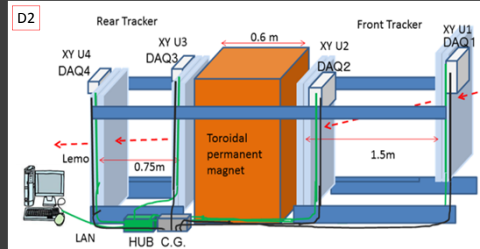
筑波大学
素粒子実験研究室



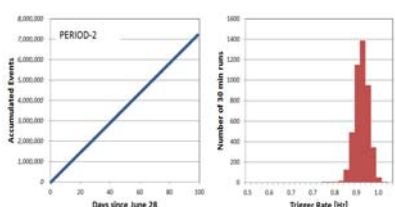
2台の検出器D2,D3を互いに約90度に配置し、また、D2位置をずらすことで立体的に内部構造を探る。主建屋は一边40mの立方体。D2は60-65m、D3は30mの位置に設置

大建造物の透視: 降り注ぐミュー粒子が大建造物を通ると、物質の量に応じて一部が吸収され、観測されるミュー粒子の分布は内部構造を反映したものになる(人体のレントゲン写真と同じ原理)。実際に大建造物として、原電東海第2原子炉に対して実証実験を行った。

宇宙線ミュー粒子: 宇宙から飛来する粒子が大気と衝突し多くの2次粒子が発生する。2次粒子の内、ミュー粒子は透過力が強く、地上で観測される宇宙線の殆どはミュー粒子。



実証実験結果:

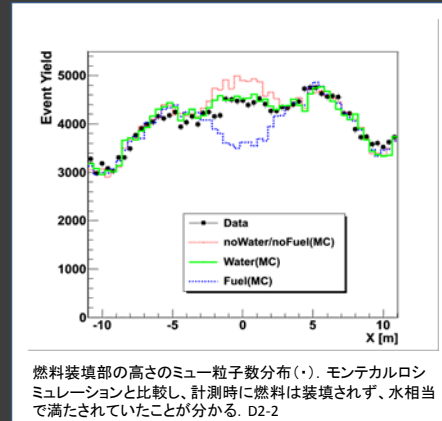
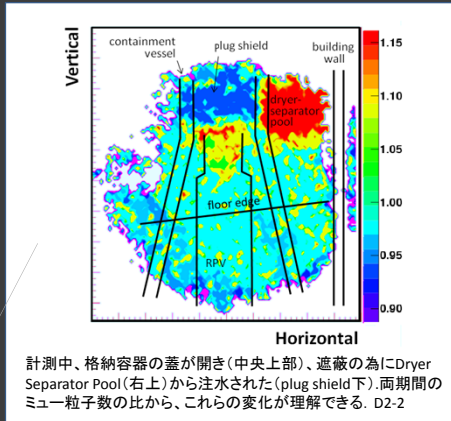
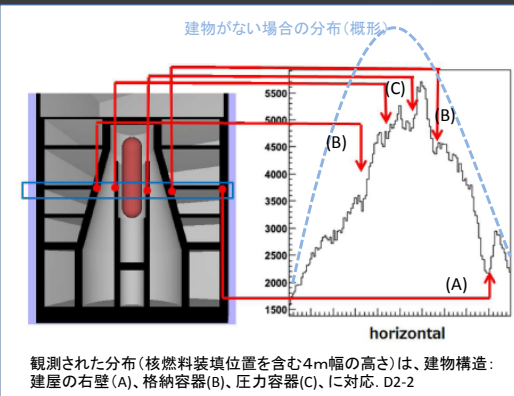


D2で収集したミュー粒子数の累計(左) 30分ごとに計測したミュー粒子のレート(右)

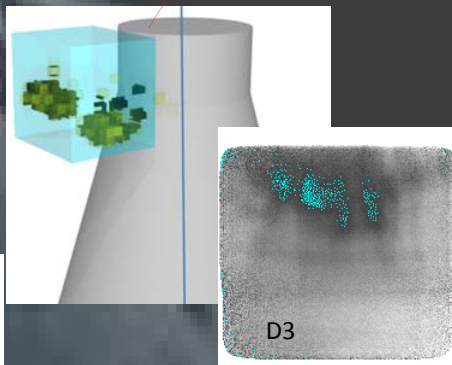
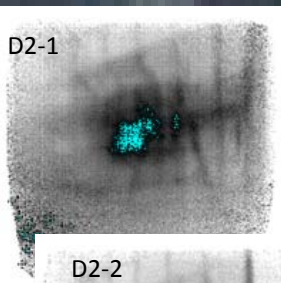
測定装置: 1x1x100 cmのシンチレータ光を波長変換ファイバーで端部に取り出し、multipixel photon counter MPPCで読み出す。100本を1面とし、2面をXYに配置しミュー粒子の通過位置を測定する。XYユニット(右写真)2組で方向を求める。D2ではトロイド磁石を挟んで、前後で方向を測定できる。FPGAに基づくDAQボックスが、ユニット内とユニット間(右上のヒストグラム)の同時性をチェックしデータをPCに送る。



筑波大で調整中のXYユニット



まとめと展望: 2012年3月から2013年12月にかけて炉心から30-60m離れた場所から原子炉内部を透過する検証実験を行い燃料装填部および燃料プール内燃料の透視に成功した。燃料装填部の燃料を透視する場合(D2-2の条件)のシミュレーションで、(4m)³の通常サイズで数日で可能。1m³の場合は、1台の装置では1年を要するが、複数では短縮(4台で3か月)される。特に角度をつけた複数の装置で観測することは3次元的な形状の情報を得るためにも有効である。



3方向からの観測結果(それぞれ3~5か月の観測期間)。黒の濃さ(特に少ない場所は水色)は、ミュー粒子数の少なさに相当し、物質が多い場所と推定できる。3方向すべてで吸収の多い場所は燃料プール内に再構成された(中央の図)

