

出張報告書

理工学研究科
物理学専攻
博士課程前期 1 年
糠塚元気

2012 年 12 月 26 日

出張報告書

所属	理工学研究科物理学専攻 博士課程前期
氏名	糠塚元気
出張先	スイス, CERN
期間	2012/11/18 ~ 2012/12/9

出張目的

CERN-COMPASS 実験 (NA58) では現在液体水素標的を用いたビーム実験を行なっている。実験は基本的に 24 時間通して行われ、データ収集や機器の監視などを行うシフトが組まれている。本出張の目的は、日本グループの一員として実験シフトを担当することである。

COMPASS-GPD プログラムについて

本研究では核子スピンの起源の解明を目的としている。過去の実験から、陽子スピンに対するクォークのスピン寄与が約 30% 程度しかないことがわかっている。残りの 70% についてはグルーオンのスピン、クォークやグルーオンの軌道角運動量が候補として挙げられている。COMPASS 実験では、グルーオンスピンの偏極度やクォークの軌道角運動量に関する情報を収集してきた。

現在は、一般化されたパートン分布 (Generalized Parton Distribution: GPD) の測定を行なっている。GPD はパートン分布とハドロンの形状因子の概念を統一したもので、クォークの全角運動量分布関数と密接に結びついている。GPD には $H, \tilde{H}, E, \tilde{E}$ の 4 種類があり、 H は深仮想コンプトン散乱 (Deeply Virtual Compton Scattering, 以下 DVCS) の反応断面積から求めることができる。DVCS とは、仮想光子と陽子内のクォークが相互作用し、光子を 1 つ放出する反応である。このファインマン図を図 1 に示す。

GPD プログラムでは、DVCS を用いて GPD の H の測定を試みている。

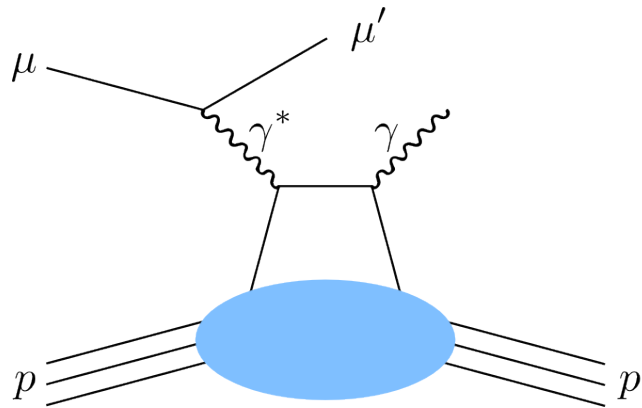


図1 DVCS のファインマン図

出張

本出張における業務内容を週ごとにまとめて報告する。また、日本グループは標的の開発や管理を担当しており、本実験で使用する水素標的用真空容器の準備は山形で行った。これについても簡単に紹介する。

真空容器に関する作業

液体水素は低温であるため、真空容器で断熱する必要がある。一般的な真空容器には金属が使用されるが、より密度の小さい物質を使用することで検出可能なイベントを増やすことができる。本実験では炭素繊維強化プラスチック (CFRP) を用いた真空容器を使用する。ただし CFRP は金属より放出するガスの量が多く、高真空を達成しにくい。そのため、CFRP にナノ銀を塗布し、容器の表面からガス放出を抑える必要がある。私はこの真空容器のナノ銀塗布・性能評価を山形で行った。8月中旬に山形から CERN に発送し、本実験で使用された。

第1週目

CERN で作業をする前に CERN のセキュリティコースを受講する必要がある。また、初めて実験シフトを取る前に、トレーニングとして自身の担当以外のシフトを少なくとも1度取る必要がある。滞在のはじめの1週間でこれらの準備を行った。また、定期的に行われているミーティングに積極的に参加し、実験状況の把握に務めた。

第2週目

私はシフトを8回担当した。主に夜シフト(現地時間の深夜0時～8時)であった。シフトは8時間の3交代制で、リーダーと補助の2人1組で行われた。主な仕事は、データ収集や各検出器の状態の確認・記録、トラブルへの対処である。私は主に検出器の状態の確認・記録を担当した。作業の様子を図2に示す。記録のためにチェックリストが用意されており、これを用いて作業を行った。実際に使用したチェックリストを図3に示す。異常を発見した場合はチェックリストに書き込み、リーダーへの報告、後の担当者へ情報の引継ぎを行った。



図2 シフトの作業の様子。検出器に供給しているガスの流量が正常であるか確認している。

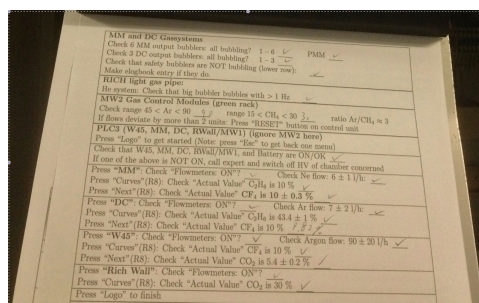


図3 使用したチェックリスト。異常があった場合は、それも記録しリーダーや後の担当者と情報を共有する。

第3週目

液体水素標的の廃棄を行った。実験終了時には様々な作業が行われるが、水素は可燃性物質であり標的セルに残った状態での作業は危険である。よって標的のセルから水素を廃棄し、作業の安全を確保した。

シフト・作業以外に、標的セルから漏れた水素の量の計算を行った。長期間継続される実験の間に、標的の水素は主に標的セルから漏れてしまう。

2008年にも液体水素標的を用いた実験が行われており、当時と現在の状況を比較することができる。これによって、漏れた水素量がどの程度であったかを評価することができ

る。ただし、2008 年の標的は長さが約 50cm であったのに対し、今回使用された標的は長さが約 2.5m であるということを考慮する。漏れた水素量は、実験開始時の標的セルにあった水素の物質質量と実験終了時の物質質量の差として導出した。その結果、本実験での水素の漏れは 2008 年時と同程度であり、標的の安定して維持できたといえる。

謝辞

本出張では、COMPASS のビーム実験に参加した。私は、本実験で使用された真空容器の作成や偏極標的開発について山形で従事しているが、山形のみでの活動では COMPASS 実験全体を見渡すことなく、黙々と目の前の課題をこなしがちである。だが、本出張で自分の研究が巨大な実験の一部として機能することを実際に見て、実験の一部を担ったことで、改めて自らの研究が素粒子・原子核実験に結びついていることを実感した。この貴重な体験を糧にこれからの院生生活を充実させたいと思う。

最後に、本出張の機会を与えて下さった関係者各位、現地での面倒を見て下さった方々に心から感謝いたします。ありがとうございました。