

ダブルショー実験プレスリリース.

ヨーロッパ物理学会高エネルギー物理 @ストックホルム、スウェーデン

2013年7月19日

(<http://eps-hep2013.eu/press/pressReleases/DC0719.html>)

意識:

ダブルショー (DC) はフランスで行われているニュートリノ振動実験であり、「 θ_{13} 」(「シータいちさん」と読む) と呼ばれるニュートリノ混合角を精密に測定する。この国際共同グループは、ブラジル、フランス、ドイツ、日本、ロシア、スペイン、アメリカ合衆国の研究所からなる。

DCは、2011年11月にソウルで行われた低エネルギーニュートリノ国際会議で、 θ_{13} が0でないという兆候を最初に発表した新世代の原子炉ニュートリノ実験である。これに続き、中国のダヤベイ、韓国のレノ実験がこのパラメータをより精密に測定した。ダヤベイ・レノ実験は、複数の検出器を使用し系統誤差を相殺することで精密測定が可能となる。

これらのエキサイティングな最初の結果の発表後、それぞれのグループはより精密な測定を行っている。これらの測定は組み合わせられ、その最終結果は今後何十年もの間最良の値となり、レプトンのCP非保存効果の測定など今後の重要な研究に使用されるだろう。建設中のDCの近距離検出器が2014年中頃に完成した時、DCもダヤベイと同様の精度を出すことができると期待されている。

DCが2013年ヨーロッパ物理学会で発表した内容は、 θ_{13} 測定の値と精度を2つの独立な解析を用いて相互検証した。一つ目の解析は、「ニュートリノ頻度+エネルギー分布」の解析であり、エネルギー分布からバックグラウンドを評価した。二つ目の解析は、原子炉の運転出力の変化を利用した。この解析では、原子炉が停止している時にバックグラウンドを直接測定し、原子炉運転出力とニュートリノ事象数の関係から θ_{13} を測定できる。この方法は、2基の原子炉しか使用しないDCだけ可能な測定である。この2種類の解析によりバックグラウンド量とスペクトルとを決定し、 θ_{13} の測定精度を向上することができた。

さらにDCは、ニュートリノ反応により生じる中性子がガドリニウム (Gd) に吸収された信号と水素 (H) に吸収された信号という独立したニュートリノ事象を用いて θ_{13} を測定した。水素信号は、ガドリニウム信号に比較して信号/バックグラウンド比は20倍悪いが、ニュートリノ事象の数が2倍ある。両者の結果は驚くほど良く一致した。この一致は、両解析方法でも得られた。

最後にGd事象とH事象は独立であるため、ニュートリノ数、検出器の応答や検出効率の誤差などの相関を考慮に入れながら組み合わせて解析し、 θ_{13} の精度を向上した。この方法は、「ニュートリノ頻度+エネルギー分布」解析により $\sin^2 2\theta_{13}=0.109\pm 0.035$ の結果を得、原子炉パワー変化の解析により $\sin^2 2\theta_{13}=0.097\pm 0.035$ の結果を得た。両測定誤差の殆どは、原子炉ニュートリノ量の不定性から来ている。建設中の近距離検出器は、ニュートリノ振動が生じる前の原子炉ニュートリノ量を測定することがで

きる. そのため近距離検出器と遠距離検出器を比較することにより、原子炉ニュートリノ量その他の不定性に依らない θ_{13} の精密測定を行うことができ、最終的に $\sin^2 2\theta_{13}$ を10%の精度で測定することができる.

Double Chooz Experiment Press Release

EPS-HEP @Stockholm Sweden,

19 July, 2013

(<http://eps-hep2013.eu/press/pressReleases/DC0719.html>)

Double Chooz (DC) is a neutrino oscillation experiment based in France and designed to perform high precision measurements of the neutrino mixing angle θ_{13} . The international collaboration consists of institutions from Brazil, France, Germany, Japan, Russia, Spain, and the US.

DC was the first new generation reactor experiment suggesting a positive observation of a non-zero θ_{13} back in November 2011 (LowNu conference, Seoul). That result was followed by a precise measurement of θ_{13} by the Daya Bay and RENO experiments benefiting from the cancellation of the otherwise dominant systematics uncertainties thanks to their multi-detector configuration. All three experiments observe the electron antineutrino interactions via Inverse Beta Decay (IBD) resulting in a positron and a neutron in the final state. After the excitement of the first results, all the collaborations are engaged in more precise measurements which will lead eventually to a combination of the three reactor experiment results. The final value delivered from reactor experiments is likely to remain our best knowledge of θ_{13} for several decades and will be used for the remaining higher precision neutrino oscillations studies such as the measurement of leptonic CP violation. At this point, the most precise measurement is that of the Daya Bay experiment, while competitive precision is expected by DC after completion of the near detector (now under construction) in mid-2014.

The results shown in EPS 2013 by DC complete a campaign of internal validation in which both the precision and the accuracy of the results have been cross-checked by measuring θ_{13} via 2 different independent techniques. The first is a rate+shape analysis which allows the background rates to be constrained in an energy region devoid of IBD events. DC is the only reactor experiment including the shape of the positron energy spectrum in its determination of θ_{13} . This is possible because of its good control of its energy measurement and allows DC to check for possible deviations from the expected shape predicted from oscillations governed by θ_{13} . The second is a reactor rate modulation (RRM) analysis in which the IBD rate is measured during periods of different reactor power ranging from zero power (reactor-OFF) to full power. This analysis allows the measurement of θ_{13} without an a priori knowledge of the background. The RRM method is unique to DC because of its simpler site which includes only two reactors. With these two analyses, the complete background spectral shape and the reactor-OFF data are fully integrated thus constraining the background estimates and improving the precision on θ_{13} .

In addition, DC can measure θ_{13} using two IBD disjoint samples based on whether the neutron captures in gadolinium (Gd) or hydrogen (H). H-IBDs have a signal to background ratio 20 times worse than Gd-IBDs but twice as much signal. Nonetheless a remarkable agreement in the measured θ_{13} has been obtained, demonstrating that the robustness of the results is due to the high precision background knowledge attained by the collaboration. This agreement has been obtained for both analysis techniques and both IBD samples.

Finally, given the fact that H and Gd IBDs are disjoint samples, their corresponding θ_{13} measurements have been combined, considering all correlated terms such as the flux, response and detection systematics, to obtain a more precise measurement of θ_{13} . This has

been done, again, using both the "rate+shape" ($\theta_{13} = 0.109 \pm 0.035$) and "reactor rate modulation" ($\theta_{13} = 0.097 \pm 0.035$) analyses. The uncertainties of both analyses are dominated by the reactor flux uncertainties. The near detector, will provide a measurement of IBD's before any significant oscillations can occur. A comparison of the near and far IBD rate will therefore provide a measurement of θ_{13} largely independent of the reactor flux and other uncertainties, allowing DC to reach a precision of 10% on θ_{13} .