



記載の記事は宇宙線研究所ホームページ (<http://www.icrr.u-tokyo.ac.jp/cat-icrr/>) からでも御覧になれます。

| CONTENTS | | |
|-----------------------------|-------|---|
| T2K 実験によるニュートリノ振動精密測定 | 西村 康宏 | 1 |
| 第3回修士博士研究発表会開催のご報告 | 林田 美里 | 6 |
| 人事異動 | | 9 |
| ICRR-Seminar | | 9 |
| ICRR-Report | | 9 |

研究紹介

T2K 実験によるニュートリノ振動精密測定

西村 康宏

【宇宙線研究所】

はじめに

東海神岡間長基線ニュートリノ振動実験 (T2K) では、茨城県東海村大強度陽子加速器 J-PARC から、岐阜県飛騨市神岡町スーパーカミオカンデ (SK) までの295km 距離飛来中に起こるニュートリノ振動を探る。2010年に観測を開始したT2Kでは、2013年に3種のニュートリノ間で唯一確認されていなかった振動モード、 $\nu_\mu \rightarrow \nu_e$ を発見した (ICRR ニュース No. 86掲載 [1])。これは当初の目標の1つに過ぎず、さらに精密な測定を目指して、ニュートリノに関わる物理を解明していく最中にある。今回は、2014年2月に公表された最新の「 ν_μ 消失」測定結果 [2] と、これからの見通しについて紹介する。

1. ニュートリノ振動

ニュートリノには、一般的にフレーバー (または世代) と呼ばれる電子 (e) 型、ミュー (μ) 型、タウ (τ) 型の3種類 (ν_e, ν_μ, ν_τ) が知られており、それぞれのフレーバー固有状態は質量 (m_1, m_2, m_3) の単位で見た3状態 (ν_1, ν_2, ν_3) が混ざり合った形で表される。ニュートリノはあるフレーバー a から別のフレーバー β へ遷移し、この確率は L/E (L はニュートリノの飛距離、 E はエネルギー) と2つのニュートリノ質量2乗の差 ($\Delta m_{ij}^2 = m_i^2 - m_j^2$) によって決まる。これはニュートリノ振動と呼ばれ、ニュートリノが非常に軽く光速で移動するために、時間遷移が L と E の形で観測される。このフレーバーと質量の混合は、牧・中川・坂田 (MNS) 行列 (U_{MNS}) により $|\nu_a\rangle = \sum_{i=1}^3 U_{MNS\ ai} |\nu_i\rangle$ と表され、混合具合は U_{MNS} により3つの混合角 (θ_{23}, θ_{13} ,

θ_{12}) とレプトン CP 位相 δ_{CP} (CP は荷電空間対称性を表す) から決まる。

$$U_{MNS} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & c_{23} & s_{23} \\ 0 & -s_{23} & c_{23} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} c_{13} & 0 & s_{13}e^{-i\delta_{CP}} \\ 0 & 1 & 0 \\ -s_{13}e^{i\delta_{CP}} & 0 & c_{13} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} c_{12} & s_{12} & 0 \\ -s_{12} & c_{12} & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$c_{ij} = \cos\theta_{ij}, \quad s_{ij} = \sin\theta_{ij}.$$

T2K などのニュートリノ実験では、あるフレーバー間の振動確率と L/E を知ることで、ニュートリノ振動パラメータを求める。観測するニュートリノのフレーバー・エネルギー領域・飛距離によって、振動確率にどの混合パラメータが大きく影響するか異なるため、太陽・大気・原子炉・加速器など種々のニュートリノ源とそれに合わせた検出器で、多方面から混合パラメータを測定している。

2. T2K 実験

T2K 実験について、検出器などの詳細は前掲載記事 [1] に譲るとして、ここでは簡単にまとめる。

T2K 実験では、J-PARC の大強度陽子加速器で生成した ν_μ 量と、SK で観測した $\nu_e \cdot \nu_\mu$ 量を比較して、ニュートリノ振動がもたらすフレーバー変化量を測定できる。J-PARC では、 ν_μ ビームのみを純度よく生成し、そのレートや方向、エネルギーなどを詳細に測定・モニタしている。SK では、ニュートリノから発生したリング型チェレンコフ光の形状差を元に、 ν_e と ν_μ を精度良く識別できる。一方、 ν_τ に関しては、その多くが生成・観測に十分なエネルギーに達しない。しかし、 ν_μ ビームの一部が飛来中に $\nu_\mu \rightarrow \nu_e$ 振動で変化し ν_e として「出現」した量と、他方で $\nu_\mu \rightarrow \nu_\tau$ 振動も合わせて ν_μ の一部が「消失」した量を SK で捉えれば、2つの振動モードを測定できることになる。これまで、T2K では ν_e と ν_μ 事象を分けて、それぞれを多く含むような2つのデータサンプルを選び、それぞれに対してニュートリノ振動の見積もりを行った。 ν_e 出現量は θ_{13} 角や δ_{CP} などの寄与が大きく、 ν_μ 消失量は θ_{23} 角や Δm_{32}^2 などの影響が大きいため、それぞれ別のパラメータを測定できる。

ν_μ が消失する $\nu_\mu \rightarrow \nu_{\mu\text{以外}}$ の振動確率 P は以下で近似される。

$$P(\nu_\mu \rightarrow \nu_{\mu\text{以外}}) \sim \sin^2 (|\Delta m_{32}^2| \cdot L/4E) \\ \times (\cos^4\theta_{13}\sin^2 2\theta_{23} + \sin^2 2\theta_{13}\sin^2\theta_{23})$$

式中には θ_{13} と θ_{23} が含まれ、求めたい角度 θ_{23} は倍角 $2\theta_{23}$ の形でも表されている。 θ_{13} は 8.7° [3] あたりの小さな値を取るため、 $\cos^4\theta_{13}\sin^2 2\theta_{23}$ 項の寄与が大きく、振動確率の大きさは主に $2\theta_{23}$ で決まってくる。

$2\theta_{23}$ は 90° 付近をとることが分かっているが、 $\sin^2 2\theta_{23}$ を見る限りでは $2\theta_{23}$ が 90° 前後で対称に同じ値を取り、つまり θ_{23} が 45° より大きい小さいかは区別できなくなる。そこで、確率は小さいが θ_{23} に感度を持ち、 ν_e 出現項でもある2項目の $\sin^2 2\theta_{13}\sin^2\theta_{23}$ も見えるほど高い精度で測定をしたい。T2K 実験では、多くのニュートリノ数を観測して ν_μ 消失量によるニュートリノ振動解析で θ_{23} と Δm_{32}^2 を精度良く決定することが、 $\nu_\mu \rightarrow \nu_e$ 発見に続く主な目的の1つとなっている。

最近の記事 [1, 4] で紹介されたように、T2K 実験では2010年から2013年6月までのデータを用いて ν_e 出現事象から θ_{13} を有意な大きさと測定し、 $\nu_\mu \rightarrow \nu_e$ 振動の存在を実証した。今回は、同じ期間に取得した 6.6×10^{20} 陽子数相当のニュートリノにより、前回の結果 [5] で用いた 3.0×10^{20} 陽子数と比べて倍に統計量を上げた ν_μ 消失事象の最新解析結果を紹介する。

3. ν_μ 消失事象の最新結果

ニュートリノ振動により ν_μ が失われた量を知るためには、J-PARC 前置検出器で測定した振動前の量から SK で予測される ν_μ の数を SK で観測された ν_μ 数と比較する。SK では T2K ν_μ ビームから、2013年6月までに SK 検出器の有感領域内 30 MeV エネルギー以上で 377 事象のニュートリノを観測した。この中から、エネルギー再構築が可能な ν_μ の荷電カレント準弾性散乱事象を選ぶ。この散乱で、 ν_e の場合は1つの電子、 ν_μ の場合は1つのミューオン (μ) が放出されるが、 ν_μ のみ純度よく集めるため、 μ 型のチェレンコフ光リングが1つ現れる事象を選別した。また、さらに運動量 200 MeV/c 以上と μ 崩壊で現れる電子が1つ以下である事象を選び、非準弾性散乱などを除いて 120 事象が得られた。これは、ニュートリノ振動がない場合に見込まれる 445.98 ± 22.49 事象より有意に少なく、ニュートリノ振動により ν_μ 消失が観測されている。全ニュートリノ観測事象中 2 割程度を占めていた ν_μ の荷電カレント準弾性散乱事象が、選別後の ν_μ 消失事象では 62% の純度まで高められ、元の観測数から 91% と高い効率で残存している。

これら事象のエネルギー分布と尤度関数を用いて、 θ_{23} と Δm_{32}^2 を求める。他のパラメータは、別の実験による測定結果を用いる。ニュートリノ以外の素粒子では世代が大きいほど重い質量を持つが、ニュートリノの場合は質量の順序が $m_3 \gg m_1, m_2$ か $m_3 \ll m_1, m_2$ であるか分かっていない。前者の場合

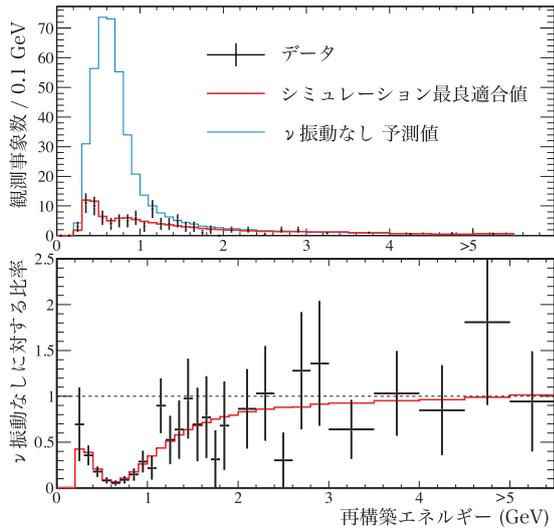


図1：SKで観測された ν_μ のニュートリノエネルギー分布（上図）と消失確率（下図）。黒線はデータを表し、青線はニュートリノ振動がない場合の予測、赤線はある場合の最良適合値を示す。下図は振動なし（青線）で割った ν_μ 残存確率のエネルギー分布を、ニュートリノ振動なしの予測に対するデータ（黒線）と振動あり（赤線）の比。

は質量正常階層、後者は逆階層と呼ばれ、各場合を仮定して別々に解析されている。ここでは、断りがなければ正常階層を仮定した解析を述べる。

θ_{23} と Δm_{32}^2 の最良適合値と信頼区間を求めるため、尤度関数は予測値と観測数を比べ、T2K 系統誤差・別の実験で2012年時点に求められている他の振動パラメータからの制限 [6]・エネルギー分布の予測も取り込んでいる。前回の解析 [5] では系統誤差が13.1%と見積もられたが、今回は8.1%まで削減できた。これは、SKとJ-PARC側検出器での系統誤差見積もり向上など、多くの改善を施した結果である。図1は選出された ν_μ 事象のエネルギー分布（上図）とニュートリノ振動確率（下図）を表し、データ（黒線）はニュートリノ振動による最良予測（赤線）とよく一致している。単なる観測数だけではなく、 ν 振動パラメータに依存するエネルギー分布の形として一致具合を見ることで、高い見積もり精度を実現している。一方で、上図青線はニュートリノ振動がない場合のエネルギー分布であり、 ν_μ 消失が見られる実際の観測との大きな乖離が見られる。下図では、この青線との比を取っている。ここで、大きく下がってニュートリノ振動が最も大きく起こっているエネルギー（下図）が、上図の青線ピークと揃っていることは偶然ではなく、ニュートリノ振動が最も起こる辺りに元のニュートリノエネルギーが集中するよう調整されている。これはT2K

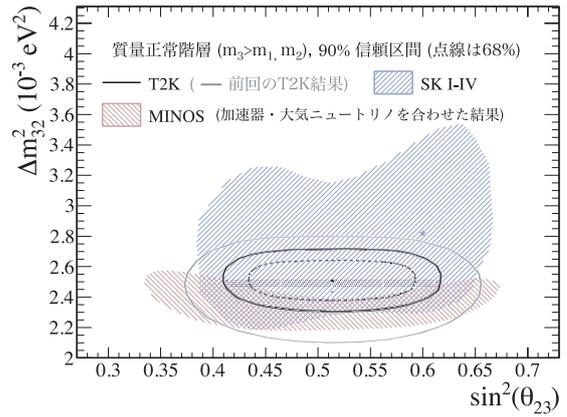


図2：T2K θ_{23} と Δm_{32}^2 信頼区間のSK大気ニュートリノによる測定 [7] (青)とMINOS実験結果 [8] (赤)との比較。

が初めて採用したオフアクシス手法のおかげであり、ビーム中心軸から2.5°ずれた方向にSKが来るようにニュートリノビームラインを建設してエネルギーを調整することで、 ν_μ 消失が有意に見られるように実験は設計されていた。

結果として $\sin^2\theta_{23} = 0.514_{-0.056}^{+0.055}$ 、 $\Delta m_{32}^2 = (2.51 \pm 0.10) \times 10^{-3} \text{eV}^2/c^4$ が得られた。図2はこれら二次元上における、最良適合値を黒点、90%信頼区間を黒線で表している。 θ_{23} の値は、これまで図の青領域で示されるSKの大気ニュートリノ観測で制限されており、灰線で見られるように前回のT2K測定がこれに迫っていた。今回は、T2Kによる加速器を使った人工ニュートリノ測定が、宇宙線起源である大気からのニュートリノ測定精度を上回る初の結果であり、今後測定を継続して精度はさらに向上する。

4. これからのT2K実験解析

ニュートリノ振動確率には全てのパラメータが絡むが、これまで ν_e 出現と ν_μ 消失は、T2Kで独立に取り扱われてきた。これは、主に効く項が限られていたからであり、 θ_{13} と $(\theta_{23}, \Delta m_{32}^2)$ がそれぞれで求められていた。T2K実験が始まるまで、 θ_{13} 角について小さな値を取る以外にはゼロであるのかさえ分かっていなかったが、ここ数年でT2K実験やMINOS実験、進行中の3つの原子炉ニュートリノ実験（Daya Bay, RENO, Double CHOOZ）により、大きさが分かるだけに留まらず、どの混合角にも劣らず精度よく測られるようになった。測定精度が向上すると、これまで無視していた副次成分が影響し、多くのパラメータが効いてくる。図3は、 ν_e 出現事象のみを解析して θ_{13} を見積もった場合の θ_{23} の影響を示している。 $\sin^2\theta_{23}$ が0.4や0.6の場合を仮定すると、0.5の場合より $\sin^2 2\theta_{13}$ のとりうる68%信頼区間

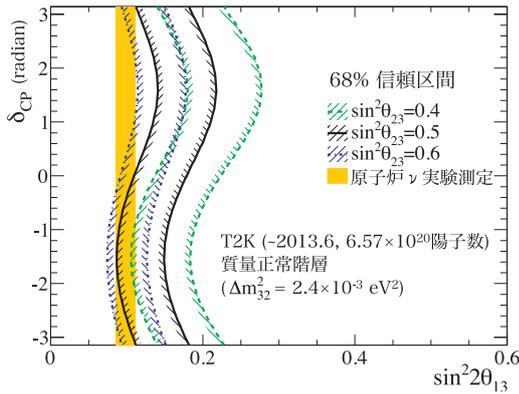


図3：各 δ_{CP} と θ_{23} 値による $\sin^2 2\theta_{13}$ の68%信頼区間。橙色の帯は原子炉ニュートリノ実験による測定値。

がずれてくる。 $\nu_\mu \rightarrow \nu_e$ 振動確率は大まかに $\sin^2 \theta_{23} \sin^2 2\theta_{13}$ に比例するが、今やT2Kによる θ_{13} の測定精度が上がって、 θ_{23} の影響が無視できない。

この影響を排除するため、 ν_e 出現事象の最新結果 [4] ではT2K実験 ν_μ 消失解析で求めた $\theta_{23} \cdot \Delta m^2_{32}$ 測定値・誤差も取り込んだ上で θ_{13} を見積もっている。 ν_μ 消失による精密測定は、 θ_{13} など他パラメータの精度向上にもつながることになる。加えて、T2Kでは ν_e 出現事象と ν_μ 消失事象を同時に用いて、複合的にいくつものニュートリノ振動パラメータを同時に見積もる解析を進めている。

話は変わって、素粒子のうちクォークでは混合行列(MNSに対してCKMと呼ばれる)もCP対称性の破れも精密に測られている。一方で、ニュートリノが属するレプトンのMNS行列はまだ大まかにしか分かっていない。特に、ニュートリノ振動パラメータ精密測定の意義の1つとして、レプトンCP位相(δ_{CP})の測定が挙げられる。提唱されている理論の中には、CP対称性の破れが宇宙創生の仕組みに絡むものがあるが、 δ_{CP} の値はいまだに知られていない。

最新の ν_e 出現事象解析結果 [4] では、これまでの全データに、最近精度良く測られるようになった原子炉ニュートリノ実験による θ_{13} 測定結果を合わせて、図4のように δ_{CP} のとり範囲を見積もった。統計数が半分(3.0×10^{20} 陽子数)であるT2K実験の前結果 [5] から得られた θ_{23} と Δm^2_{32} 測定結果も用いている。図の縦軸が低いほど各 δ_{CP} 値での予測が観測値と良く合い、青線は複数の実験を模擬した中で現測定結果が得られる信頼度90%を見積もっており、黒・赤線はカイ二乗分布を示す。実線同士(正常階層 $m_3 \gg m_1, m_2$ の場合)、もしくは点線同士(逆階層 $m_3 \ll m_1, m_2$ の場合)の交点より下を占める δ_{CP} の領域が90%以上の信頼区間を表す。ここではま

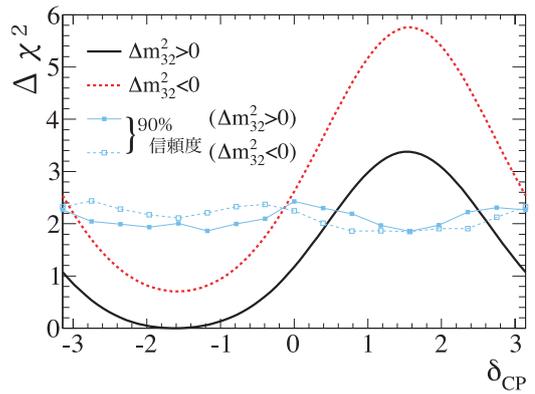


図4： δ_{CP} のカイ二乗分布(黒・赤線)と90%信頼度(青線)

だ測定感度が低く、CP対称性が破れている(つまり、 δ_{CP} が0でない)か、 δ_{CP} がどれほど大きいかは、素粒子物理における今後の探究課題となっている。T2K実験では、 ν_μ だけでなく反粒子である $\bar{\nu}_\mu$ ビームを用いて、 δ_{CP} にも感度がある測定を近いうちに計画している。

5. 今後の見通し

T2K実験では、まだ目標とする統計数の8%に達したばかりであり、これからさらに精度を向上した結果が期待される。図5は、今後目標とする統計数(7.8×10^{21} 陽子数)で予測される θ_{23} と Δm^2_{32} の精度を表し、黒点辺りに真の値・質量正常階層を仮定し、 ν_μ に $\bar{\nu}_\mu$ ビームも合わせて半々で取得した場合の感度見積もりを表す。点線は、質量正常階層(青線)と逆階層(赤線)をそれぞれ想定して解析する場合の90%信頼区間であり、現時点の系統誤差を考慮し、今後データを溜めて達成できる精度改善を示す。実線はデータ量によって決まる統計誤差のみ

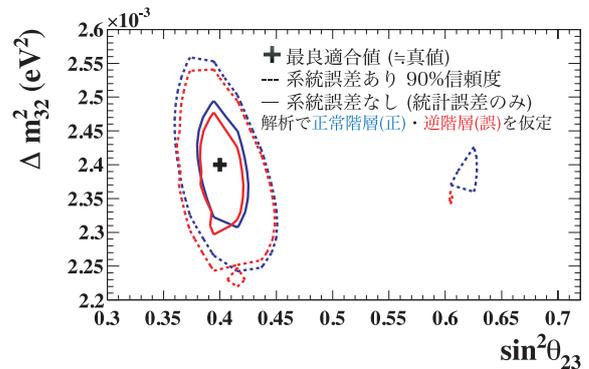


図5：T2Kで見込まれる θ_{23} と Δm^2_{32} 信頼区間の到達予測。実線内は統計誤差のみ、点線内は現在の系統誤差も加えた90%信頼区間を示し、青線は正常階層、赤線は逆階層を仮定して解析した。 $\sin^2 2\theta_{13}=0.1$, $\delta_{CP}=0^\circ$, $\sin^2 \theta_{23}=0.4$, $\Delta m^2_{32}=2.4 \times 10^{-3} \text{eV}^2$, 正常階層を真の値としている。

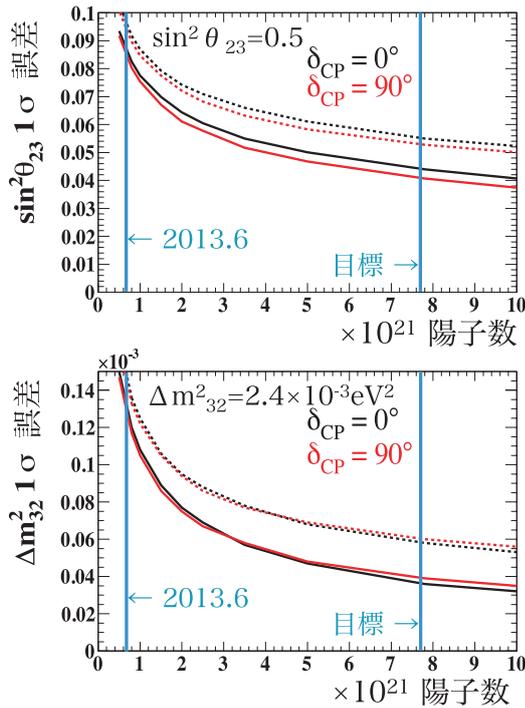


図6：ビーム陽子数ごとの θ_{23} と Δm_{32}^2 の測定精度向上見込み

で、系統誤差を除いた場合であり、今後系統誤差を削減できれば点線からこの実線へ向かって狭められ、精度向上を見込める。現在得られている図2と比較して、取りうる領域をさらに狭められると見込まれる。原子炉ニュートリノ実験で最終的に得られる θ_{13} 精度の見込みを取り込んでおり、 θ_{23} は 45° より大きいかどうかには感度を持っている。

図6は、 θ_{23} と Δm_{32}^2 の精度向上見込みを表し、現在の 6.6×10^{20} 陽子数から一桁多い目標値である 7.8×10^{21} 陽子数まで横軸を右にたどっていくと、縦軸で表される誤差範囲が狭められていく様子が見られる。点線・実線の指すところとニュートリノ・反ニュートリノビーム比率(0.5:0.5)は、図5と同様であり、 δ_{CP} が 0° と 90° の場合を仮定している。測定精度は、今後もデータ統計量を上げるにつれ大きく向上する。

長基線ニュートリノ実験はK2K実験で成功し、KEKからJ-PARCへ加速器とビームライン検出器を新たに始めて始まったT2K実験で高精度な測定を

開始した。さらに、観測装置であるSKから25倍の有感域を持つハイパーカミオカンデへのアップグレード計画が進んでおり、レプトンCP対称性の破れ探索を目指している。ニュートリノ物理は近年ますます盛んになり、測定が続いているDaya Bay実験などの原子炉ニュートリノ実験やT2Kに加え、今後アメリカで始まろうとしているNOvA実験、ハイパーカミオカンデから、今後も続々と新たな結果が得られていく見込みである。まだ知られていないレプトンCP対称性や質量階層性の解明など、今後もニュートリノ物理の進展が期待される。

参考文献

- [1] T2K 実験の現状～電子ニュートリノ出現事象探索～ICRR ニュース NO. 86 (2013. 9. 30).
- [2] Precise Measurement of the Neutrino Mixing Parameter θ_{23} from Muon Neutrino Disappearance in an Off-axis Beam, T2K Collaboration, arXiv: 1403.1532 [hep-ex] (2014).
- [3] Spectral measurement of electron antineutrino oscillation amplitude and frequency at Daya Bay, Daya Bay Collaboration, Phys. Rev. Lett. 112, 061801 (2014).
- [4] Observation of Electron Neutrino Appearance in a Muon Neutrino Beam, T2K Collaboration, Phys. Rev. Lett. 112, 061802 (2014).
- [5] Measurement of Neutrino Oscillation Parameters from Muon Neutrino Disappearance with an Off-Axis Beam, T2K Collaboration, Phys. Rev. Lett. 111, 211803 (2013).
- [6] Review of Particle Physics, Particle Data Group, Phys. Rev. D 86, 010001 (2012).
- [7] Super-Kamiokande Collaboration, 7th Intl. Conf. on Interconnection between Particle Physics & Cosmology, arXiv: 1310.6677 [hep-ex] (2013).
- [8] Combined analysis of ν_μ disappearance and $\nu_\mu \rightarrow \nu_e$ appearance in MINOS using accelerator and atmospheric neutrinos, MINOS Collaboration, arXiv: 1403.0867 [hep-ex] (2014).

報 告

第3回修士博士研究発表会開催のご報告

林 田 美 里

【宇宙線研究所】



2014年2月21日、東京大学宇宙線研究所にて第3回修士博士研究発表会が開催されました。修士博士研究発表会は、宇宙線に関わる多くの研究分野が結集する研究所の院生として、相互に研究内容を知る機会として設置されました。修士博士の学生が一同に会する発表会は、宇宙線研究所独自のイベントで、今年で3回目になります。

冒頭には梶田所長より挨拶があり、「宇宙線研究所の院生は、将来の宇宙線研究を担っていく人材です。本ワークショップでは研究内容を相互に深めることで、自らの研究内容に役立て、またネットワークづくりをする機会としてください」と述べました。修士博士研究発表会は口頭発表会とポスターセッションで構成され、学生自らが運営に携わります。今年も12の口頭プレゼンテーション、9のポスター・プレゼンテーションとたくさんの発表が行われ、教員や学生から熱心なフィードバックを受けました。

発表の後には授賞式が行われ、所長賞が、修士部門では「大気ニュートリノの東西効果及び太陽活動が大気ニュートリノのフラックスに与える影響」を発表した亀谷功氏に、そして博士部門では「Primordial blackhole formation and gravitational wave produc-

tion in a curvaton model (カーバトン模型における原始ブラックホール形成及び重力波生成)」を発表した北嶋直弥氏に贈られました。

所長賞は、プレゼンテーションの技術・構成と、そして物理と結果の内容の面白さを考慮して選定されました。所長賞修士部門を受賞した亀谷氏は、結果が一番わかりやすく出ており、またプレゼンテーションが堂々として元気があったことが評価につながりました。また、所長賞博士部門を受賞した北嶋氏の研究は、通常のブラックホール生成過程ではなかなかできない大質量ブラックホールを説明できる点が評価され、将来の研究へのインパクトが期待されます。

参加した学生にとり、素粒子から宇宙線、重力波、宇宙論におよぶ幅広い宇宙線研究分野での発表会は、研究生生活を過ごす中で相互により刺激となったという声がよく聞かれました。修士博士研究発表会運営委員として活躍した修士1年目の石尾一馬氏は、「もともとガンマ線天文学しかやっていなかったため、ニュートリノ実験のことや観測的宇宙論で銀河を見る、重力波の実験などの発表からそれぞれ得られるものがたくさんありました」と述べました。

現在石尾氏が関わっている国際ガンマ線望遠鏡CTAのデータの転送システム(DAQ)でも、ポスターセッションを通じて神岡の実験でDAQに携わっている人とコミュニケーションが大変役立ったといいます。「同じ修士1年目どうしてもふだんは知らない研究内容を知る機会となり、新しいチャンネルを得ることができました。」

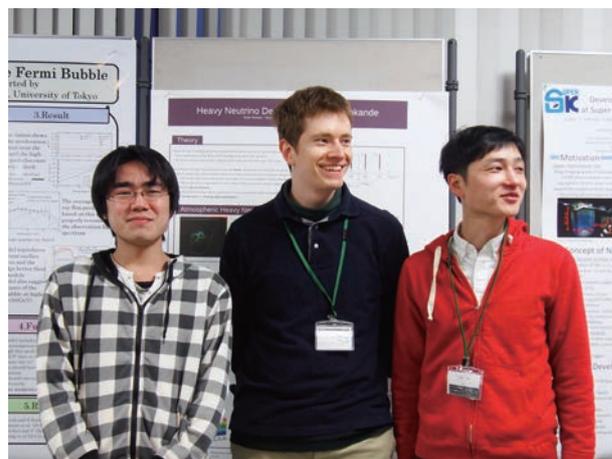
神岡や柏から集まった所の教員は、学生の発表のレベルの高さに感銘を受け、「若い人たちから学ぶことが多かったです(手嶋政廣教授)」「昔の自分を思い出すようで、フレッシュな発表でした(大内正

己准教授)」などのコメントが多く聞かれました。運営委員教員をつとめた三代木伸二准教授は、「年々、研究の内容の深さが増してきて、高いレベルの修士博士論文ばかりで驚きました。学生の2年あるいは5年かけた研究成果をこのようなかたちでまとめることができ、これを契機に次のステップへ励んでいただければと思います」と激励しました。

発表会の後には、学生と教員による恒例の懇親会が行われ、ふだんにはない相互のコミュニケーションを深める中で、多くの発見や研究の進展があり、研究生生活の励みになったようです。



所長賞 博士部門受賞北嶋直弥氏による発表。



研究発表会実行委員(左から):小野謙次氏、ユアン・リチャード氏、石尾一馬氏。



所長賞修士部門を受賞した亀谷功氏は「ここまで成長させてくれた研究室のみなさんに感謝します」とコメントしました。



ポスター発表の様子。

| | | |
|-------------|---|----------------|
| 09:20-09:30 | Greeting | 梶田 隆章教授 |
| 09:30-10:00 | Primordial blackhole formation and gravitational wave production in a curvaton model (カーバトン模型における原始ブラックホール形成及び重力波生成) | 北嶋 直弥 |
| 10:00-10:20 | ねじれ型重力波検出器 TOBA のための懸架システムの開発 | 手嶋 航大 |
| 10:20-10:40 | 重力波検出器 KAGRA のための量子雑音低減技術の開発における光共振器の光学機械的制御 | 中野 雅之 |
| 10:40-11:10 | The Effective Masses of Scalar Fields in the Radiation Dominated Universe (輻射優勢宇宙におけるスカラー場の有効質量) | 竹迫 知博 |
| 11:10-11:50 | Poster 発表 | |
| | Dark Matter Production in Late Time Reheating | 山田 将樹 |
| | Measurement of Rn concentration at SK | 中野 佑樹 |
| | Cooling Time Reduction of KAGRA Using a High-Emissivity Coating | 榊原 裕介 |
| | 中性子連星合体からの放射 | 杜 驍 |
| | The radiation from the Fermi Bubble | 佐々木健斗 |
| | Heavy Neutrino Decay in Super-Kamiokande | Euan Richard |
| | Study of radiation shield vibration in KAGRA cryostat | Dan Chen |
| | Development of New Data Acquisition System at Super-Kamiokande for Nearby Supernova Bursts | 織井 安里 |
| | Ge 検出器を用いた XMASS 実験800kg 検出器材料のスクリーニングとバックグラウンドへの影響の評価 | 中川 克磨 |
| 11:50-13:00 | 昼食 | |
| 13:00-13:20 | 高領域探査とクラスタリング解析で探る初期銀河形成 | 内藤 嘉章 |
| 13:20-13:40 | 赤方偏移6.6と7.3のライマンアルファ輝線銀河を用いた宇宙再電離の研究 | 今野 彰 |
| 13:40-14:10 | Distinguishing Neutrino and Anti-neutrino in Atmospheric Neutrino data from Super-Kamiokande IV | Tristan Irvine |
| 14:10-14:30 | 大気ニュートリノの東西効果及び太陽活動が大気ニュートリノのフラックスに与える影響 | 亀谷 功 |
| 14:30-15:00 | 休憩 | |
| 15:00-15:20 | Proton Decay Searches with Neutron Tagging in Super-Kamiokande (スーパーカミオカンデにおける中性子信号を用いた陽子崩壊探索) | 芳賀 侑斗 |
| 15:20-15:50 | Cosmological implications from supersymmetric axion models -- origin of matter and its fluctuations (超対称性アクシオンモデルにおける物質とその揺らぎの起源) | 川上 悦子 |
| 15:50-16:10 | ニュートリノ質量、暗黒物質、物質・反物質非対称性と 右巻きニュートリノ | 露木 孝尚 |
| 16:10-16:30 | XMASS 実験における検出器材料由来バックグラウンドの研究 | 岡 直哉 |
| 16:30-17:30 | Poster 発表: (表彰者選定会議、賞状準備) | |
| 17:30-17:45 | 授賞式 | |
| 17:45-20:00 | 懇談会 | |

人 事 異 動

| 発 令 日 | 氏 名 | 異動内容 | 職 |
|------------|-----------------|------|-------|
| H26. 2. 21 | MIRZOYAN Razmik | 任期満了 | 特任教授 |
| H26. 2. 28 | 佐 藤 立 子 | 退職 | 事務補佐員 |
| H26. 3. 1 | 佐 藤 立 子 | 新規採用 | 特任専門員 |

(H25.12.2~H26.3.1)

ICRR-Seminar 2013年度

2014年2月18日(火) Razmik Mirzoyan (Max-Planck-Institute for Physics, Munich, Germany)

“Strong Boost of PMT and SiPM Parameters for Astro-Particle Physics Experiments”

ICRR-Report 2013年度

ICRR-Report-665-2013-14

“Lower Bound on the Gravitino Mass $m_{3/2} > O(100)$ TeV in R-Symmetry Breaking New Inflation”

Keisuke Harigaya, Masahiro Ibe, Tsutomu T. Yanagida.

No.88

2014年3月31日

東京大学宇宙線研究所

〒277-8582 千葉県柏市柏の葉5-1-5

TEL (04)7136-5148

編集委員 林田美里