

宇宙線研究所 2013 年外部評価委員会報告書の和訳⁽¹⁾

本委員会（2013 年度東京大学宇宙線研究所外部評価委員会）は、東京大学宇宙線研究所（以下、単に宇宙線研究所とする）の研究・教育・アウトリーチ活動、および共同利用研究の強化に向けた努力に関する評価を行った。評価に関わるヒアリングは 2013 年 1 月 16、17、18 日に渡って東京大学柏キャンパス内の宇宙線研究所において行われたものである。この報告書では“完了”、“進行中”、“将来計画”の各段階にある各プロジェクト・プログラムに対する本委員会の評価をまとめる。そして、予算要求の優先順位付け、各プロジェクト・プログラムに対する資源運営、それらを共同して支える他の研究機関・大学・科学コミュニティとの関係に関する推薦も行う。

1. 報告概要

1a. 研究活動全般に関する概要

前回 2006 年の外部評価以降、宇宙線研究所が主宰または共同主宰した各種プロジェクト・プログラムからは数多くの素晴らしい研究成果が挙げている。本委員会では以下の業績を特に賞賛すべきものであることを記す。

- スーパーカミオカンデはニュートリノ宇宙物理学において引き続き世界を先導している。 θ_{23} 混合角を $0.39 < \sin^2 \theta_{23} < 0.63$ の範囲で決定し、 ν_e 出現の証拠を初めて得た。
- T2K は $\nu_\mu \rightarrow \nu_e$ 振動の兆候を初めて観測した。これは θ_{13} 混合角が非零であることを意味する。それに加え、同研究グループは ν_μ 消失現象の初めての解析結果を発表し、パイ中間子の Off-axis ビームを用いた θ_{23} と Δm_{32}^2 の計測も行った。これは今後の T2K の成功の見込みを更に強めるものである。
- 宇宙線空気シャワー実験およびガンマ線天体物理学に関しては、テレスコープアレイは超高エネルギー宇宙線 (UHECR) のエネルギースペクトルが $4 \cdot 10^{19} \text{eV}$ 以上において急激に減少することを確認した。一方、チベット ASy は数 10 TeV のエネルギー領域において、はくちょう座領域やパルサーに関連づけられるガンマ線を検出した。
- 観測的宇宙論グループは、かつて宇宙線研究所が SDSS に関与したときのように、Hyper Suprime-Cam と ALMA サブミリアレイにより取得されたデータの解析作業に着手したところである。また、理論素粒子物理学、宇宙物理学の研究活動は国際的に広く評価されている。

¹ 外部評価委員会の報告書原文は英語であり、この和訳は便宜のために宇宙線研究所の責任において作成され、外部評価委員会委員長の了解を得て公表するものである。訳文において不明確な点は原本を参照されたい。

本委員会は、この困難な時代に数々の新規プロジェクト・プログラムを成功裡に立ち上げたことに対し、宇宙線研究所とその関連共同研究機関および関連科学コミュニティに賛辞を贈る。最も注目すべきは、神岡鉱山に設置される斬新な重力波検出器（KAGRA）である。また、23m チェレンコフ望遠鏡を建設するための大型科学研究費を獲得したが、これは国際プロジェクト「チェレンコフ望遠鏡アレイ（CTA）」に日本がより大きく貢献する第一歩となる。さらに、神岡鉱山で行われる二つの実験、ダークマター探索をめざす XMASS、過去の超新星からのニュートリノ探索を目指す GADZOOKS! はフルスケールの完成に向けて着実な進展を示している。

今や、宇宙線研究所は科学の広汎な分野に関わる学際的研究機関として認知されている。

本委員会が、進行中・建設中・提案中にある多彩なプロジェクト・プログラム間の検討を進めるにつれ、宇宙線研究所がそのプロジェクト/プログラム運営の歴史において新たな時代を向かえていることが明らかになった。宇宙線研究所はこれまでも、AGASA や CANGAROO、カミオカンデといった大規模な実験における施設建設や運用のように、大学の小規模なグループでは維持することの困難な支援や業務の提供を日本の宇宙線研究コミュニティから委任され、これを遂行してきた。予算面で1千万USD、人的資源では5名の宇宙線研究所スタッフがそれらの典型的な規模である。ここで、高エネルギー研究所(KEK)と東京大学理学部との大規模な共同研究であるカミオカンデは例外である。カミオカンデは幾度かに渡って改良を重ね、今では約110人のメンバーからなる大規模な国際共同研究計画であるスーパーカミオカンデ（Super-K）に至っている。現在 KAGRA が予算面および技術上の複雑さにおいて Super-K を凌駕しつつあるが、これは100人を超える技術者や科学者が必要となることを意味するものである。CTA、XMASS-1.5、そして次期 TA 計画には、おそらくそれぞれ1500-5000万USDの予算が要求されるが、これは科学研究費の上限に近いか、または超えている。ハイパーカミオカンデ（Hyper-K）に至っては5億USDを超える予算が要求されるであろう。これらに必要な予算や人的資源の総計は、宇宙線研究所のこれまでの運営規模を大きく超えるものとなる。それゆえに、宇宙線研究所は提案されているプロジェクトやプログラムに明確な優先基準を設ける必要がある。また予算要求や人員配置に関して戦略的に計画を立てていくことも必要である。

宇宙線研究所が東京大学のメインキャンパス（本郷キャンパス）での大学院プログラムの強化により多くの力を注ぎ込み始めていることは大変喜ばしいことである。学部生を対象とする宇宙線研究所スプリングスクールの開校は賞賛されるべきものであり、これらの努力が既にプラスの結果をもたらしていることを知って、本委員会としては喜ばしく思っている。

本委員会は、宇宙線研究所所長・梶田隆章教授が2012年日本学士院賞を受賞されたことにお祝いを申し上げる。この受賞は、ニュートリノ振動の発見に梶田教授、宇宙線研究所、そしてカミオカンデ/Super-K グループが果たした偉大な貢献を証するものである。

1b. 研究プロジェクト/プログラムの概要

1. ニュートリノと宇宙素粒子

1-1) Super-K

光電子増倍管の壊滅的な破損事故からの復旧以来、共同研究グループは2つの run を終え、1万3千以上の大気ニュートリノイベント、2万8千以上の太陽ニュートリノイベントが新たに加わった。2012年から蓄積された大気ニュートリノの全データを基に、 $\nu_\mu \rightarrow \nu_e$ 振動および $\nu_\mu \rightarrow \nu_\tau$ 振動が以前より遥かに詳細に調べられ、混合角 θ_{23} に対する最も厳密な制約が得られた。エネルギーと天頂角のカバーする範囲が広いことにより、3フレーバーの混合スキームにおけるパラメータの決定が初めて可能となった。また、 θ_{13} 、質量階層性、そしてCPの破れの位相 δ が大気ニュートリノのデータを基に決定できることを立証した。共同研究グループは電子機器やデータ収集システムを刷新し、600万イベント/秒の記録を可能とした。Super-Kはこれからもこの分野における最先端実験施設であり続けるであろう。

1-2) T2K

T2Kは2010年2月に運用を開始し、2011年3月に東日本大震災で東海村研究施設のビームラインが損傷を受けるまでデータを取得してきた。それまでに、陽子シンクロトロンは 3×10^{20} 個の陽子を標的に照射してきた。その照射ビームにより、T2Kは、 $\nu_\mu \rightarrow \nu_e$ の変換に関する最初の証拠を得て θ_{13} がゼロでないことを示したこと、初めての ν_μ 消失の解析を行ったこと、 θ_{23} と Δm_{32}^2 の測定をおこなったことを報告した。これらの研究から、東海村研究施設の陽子シンクロトロンのビーム強度を増強することにより、CPの破れに有意な制限が得られることが示された。

1-3) XMASS

100kgの有効体積をもつプロトタイプ検出器から以下のデータが既に公表されている。まず0.3keVのエネルギー閾値が達成されたことで、XMASSは低質量ダークマター探索においてDAMAと競合できるようになった。太陽アクシオンの上限が40keV以下の質量範囲で求められた。このXMASSが与える制限は、 $<1\text{keV}$ 、10-40keVのアクシオン質量範囲で、CoGeNT、CDMSが得ている制限より厳しい。主要なバックグラウンド源が同定され、提案中の1トン検出器XMASS-1.5へのアップグレードにはこれらの除去がきわめて重要であることがわかった。

1-4) ハイパーカミオカンデ R&D

ハイパーカミオカンデ (Hyper-K) は次世代の長基線ニュートリノ振動実験であり、CP 破れやニュートリノセクターの質量階層性における決定的な情報を取得する目的で設計されている。そのためには、極めて安定したメガワット級の陽子ビームと、スーパーカミオカンデを遥かに凌駕する検出感度を持った巨大検出器による長期にわたる稼働が不可欠である。現状では、宇宙線研究所と KEK がこの計画を洗練すべく共同で議論を進めている。J-PARC の加速器とビームもまた大幅なアップグレードが必要である。

2. 高エネルギー宇宙線

2-1) チェレンコフ望遠鏡アレイ (CTA) R&D

当該グループは CTA の重要なサブシステムである大口径望遠鏡の最初の鏡・カメラのシステムを完成させるために、大型科学研究費を獲得した。研究開発段階は順調に進んでおり、主要コンポーネントの試作も首尾よく行われている。日本 CTA コンソーシアムでは、大口径望遠鏡 4 台を、それぞれ北半球、南半球両サイトに建設することを計画しており、これによって 20-200GeV の範囲における宇宙ガンマ線観測の感度が大きく改善されるだろう。当該グループでは 2016 年までに更に約 4 千万 USD の予算を必要としている。

2-2) チベット AS- γ

はくちょう座領域や既知のパルサーの位置に数 TeV ガンマ線源があることが発見されたことに加えて、数 TeV のエネルギー領域で宇宙線の非等方性が観測された。当該グループは、knee 領域 (3×10^{15} eV) 以上で宇宙線の質量組成がより重くなっているというヒントを見つけている。15 年以上にわたる宇宙線到来方向における太陽の影と非等方性に関するデータは、太陽系内の磁場分布の研究を可能にした。さらに、当該グループでは、ミュオン検出器を増設してガンマ線分別を改善するとともに、100 台のバースト検出器をアレイの中心部に追加設置して、knee 領域での陽子、アルファ粒子、および重原子核の分離性能を改善しつつある。

2-3) テレスコープアレイ

テレスコープアレイは見事な早さで全システムの稼働に入った。 1.6×10^{18} eV 以上の宇宙線スペクトルが公表され、 4×10^{19} eV を超えるイベントのフラックスが急激に減少している明らかな証拠が示された。共同研究グループは低エネルギー領域への拡張 (TALE 計画) の準備をしつつ、近い将来のために 3 つのオプションを検討している。それらは、現在の構成を更に 5 年間稼働させること、地表検出器の面積を 4 倍程度に拡張すること、新規の予算を獲得して蛍光検出器

を増設することである。

2-4) CANGAROO

CANGAROO はいくつかのガンマ線源の検出において成功を取めた。それらのガンマ線源は H. E. S. S. 望遠鏡システムによっても観測されている。

2-5) Ashra

Ashra は光学波長域で様々な突発的現象の検出を行う広角望遠鏡である。ハワイに設置された最初の Ashra 望遠鏡により、装置／検出概念のデモンストレーションを行った。しかし、マンパワーと資源の不足により、プロジェクトの実施に遅れが出た。競合相手が既に結果を公表しているのに対し、プロジェクトの初期目標の達成にはまだほど遠い状況である。

3. 宇宙物理学・重力波

3-1) KAGRA: 大規模建設

当該グループは、低温重力波検出装置 KAGRA を神岡鉱山に建設するための研究費の獲得に成功した。その設計は、当該グループが 2003 年から 2009 年の間 100m 低温レーザー干渉計システム (CLIO) の建設・運用で培ってきた経験に基づいたものとなっている。このプロトタイプでは低温ミラーを用いることで熱雑音をある程度減らせることが示されたが、KAGRA で設定している目標を完遂するには一層の改良を必要としている。KAGRA は地下で運用される世界初の低温重力波検出装置となる。現在、宇宙線研究所を取り巻く国際チームが結成され、複数のワークショップを組織して若手の共同研究者を集めている。

3-2) 観測的宇宙論

観測的宇宙論グループはスローン・デジタル・スカイサーベイ (SDSS) の共同研究において重要な役割を担い、バリオン音響振動、Ia 型超新星とそのホスト銀河、強い重力レンズ効果を受けたクエーサーを含む多くの研究課題に取り組んできた。最近では、ライマン α 線輝線の光学的深さの測定により宇宙の再電離史が研究されている。すばる HSC と ALMA のデータを基にした研究にも着手したところだが、これは SDSS 以降の宇宙線研究所における新たな観測的宇宙論研究のスタートといえる。

3-3) 高エネルギー天体物理学 (理論)

当該グループでは、ミリ秒パルサーやマグネターを含む天文学的粒子加速領域の研究を進め、観測される宇宙線陽電子フラックスへの寄与の見積もりを得ている。

3-4) 理論

当該グループでは素粒子物理学と宇宙論に関する研究を進めており、その成果として、軽元素核の存在比から不安定なグラビティーノの質量限界を求めたこと、CMBの角度パワースペクトルからダークマターの消滅率の限度を決定したこと、アクシオン・ストリングとドメイン・ウォールの崩壊からアクシオン密度限界を求めたことが挙げられる。さらに、当該グループでは、LHCで発見されたヒッグス粒子と整合性のあるSUSYの破れのシナリオの可能性についても研究を進めている。

3-5) 一次宇宙線

木の年輪における ^{14}C や氷床コアにおける ^{10}Be の重要な測定結果は、紀元前5200年におよぼ地球の気候システムに関する更なる理解を進める助けとなった。この研究を主導したメンバーは別大学の教職員として昇任・異動した。

II. 研究プロジェクト/プログラムの個別評価

1. ニュートリノと宇宙素粒子

1-1) Super-K

前回の外部評価は、2001年のPMT破損事故からの設備の完全復旧直後である2006年に行われた。事故からの復旧後、共同研究グループはSK-III実験を完遂し、SK-IVを開始した。それにより1万3千以上の大気ニュートリノイベント（fully および partially contained）や2万8千以上の太陽ニュートリノイベントが得られ、そのデータは、充実したニュートリノデータアーカイブに追加された。それ以降、Super-Kは再び世界のニュートリノ研究における世界最先端の地位を取り戻している。

本委員会では次に挙げる3つの分野における業績を特に重要なものと認める。第一は大気ニュートリノの分野である。2012年までに蓄積された全データを用い、当該グループではそれまでと比べて格段に詳しく $\nu_{\mu} \rightarrow \nu_e$ および $\nu_{\mu} \rightarrow \nu_{\tau}$ 振動に関する研究を進め、混合角 θ_{23} と質量差 Δm_{32}^2 をより高い精度で決定し、また3フレーバーの混合スキームにおける混合パラメータも初めて決定する成果を上げた。最後に上げた業績から、二つ質量階層性の中の縮退を解きレプトンセクターにおけるCPの破れの位相を測定するための道筋が得られた。

第二の貢献は太陽ニュートリノ分野であり、 θ_{12} と Δm_{21}^2 の計測は著しく改善された。そして第三の業績は検出器システムの改良である。共同研究グループは、電荷測定のエレクトロニクス

を QTC (電荷-時間変換) に、データ取得システムを Ethernet ベースのものへと完全に刷新した。これによって 600 万イベント/秒に至る非常に高速なデータ取得が可能となり、今や Super-K は、水素原子による中性子捕獲からの 2.2MeV のガンマ線や、近接の超新星爆発 (例、ベテルギウス) からの 2000 万におよぶニュートリノを記録することができる。

Super-K の将来計画には、過去の超新星からの背景ニュートリノを検出する実験、GADZOOKS! も含まれる。その予備調査は 1 年以内にも完了する予定で、これが成功すれば本プロジェクトに移行される。

将来計画とは独立に、Super-K 実験は、引き続きデータの統計を改善して、質量階層問題の解決、レプトンセクターにおける CP の破れの探索を目指すとともに、銀河内超新星爆発・陽子崩壊を待ち続けている。

今後数年間、Super-K グループは世界のニュートリノ研究を先導し続けるであろう。しかし、近い将来には大きな発見はなされず、過去の解析結果の精緻化に集中することになるであろう。その場合、如何に優秀な大学院生を獲得するか、如何にグループ内の高い士気を維持するか、といった問題が起こるかも知れない。GADZOOKS! はこうした問題を軽減する上で興味深く重要な新規の先導プロジェクトとなるであろう。

1-2) T2K

T2K 実験は 2010 年初頭に控えめなビーム強度でデータ取得を開始し、2011 年初頭にはターゲットへの陽子の照射が 10^{14} 個/秒に到達していた。その後、東日本大震災でビームラインは深刻な打撃を受ける。当該グループではそれまでに蓄積していたデータと、2012 年に新たに取られたデータとを合わせて解析し、混合角 θ_{13} が $0.033 < \sin^2(2\theta_{13}) < 0.188$ の範囲に制約され、 $\theta_{13}=0$ の可能性は 3.2σ で棄却できることを示した。ミューニュートリノ状態から電子ニュートリノ状態への変化、あるいは電子ニュートリノの出現に関するこの観測は世界初である。この実験において次の当面の目標は、主リングからのビーム強度を上げ、データ取得時間を長く取ることによって測定精度を向上させることにある。その目的は、 ν_e 出現確率を 10% 以内で測定することであり、そのためにはターゲットへの 8×10^{21} 陽子の照射を必要とする。長基線ニュートリノ実験においては、ミューニュートリノ消失 (または θ_{23} の決定) と Δm_{32}^2 の測定をそれぞれ 1%、3% の精度で行うことを別の重要目標とする。原子炉を用いたニュートリノ実験や Super-K による大気ニュートリノ実験の結果とこれらの高精度測定を組み合わせることで、T2K (および他の長基線実験) はニュートリノセクターにおける CP の破れと質量階層性に重要な制約を付けることを可能とす

るだろう。これらの結果はまた、宇宙が物質優勢である謎を解く糸口となる可能性もある。達成可能な精度は混合角と CP 破れのパラメータの値に依存し、それにはニュートリノ・反ニュートリノビームか、あるいは異なる基線長による測定を組み合わせることを求められるであろう。T2K 実験の次の 5 年間はまた、次世代の長基線ニュートリノ振動実験に向けた研究開発という側面も持つことになる。

1-3) XMASS

XMASS はダークマター物質を探索する実験であり、装置は神岡鉱山に設置されている。装置は新たな水タンク内に設置された単相の液体キセノン検出器で構成されている。XENON や LUX といった二相検出器と比較すると、自己遮蔽効果を劇的に改善するスケールビリティの点で有利である。その一方、相互作用位置や有効体積の決定は検出限界近くで劣っており、バックグラウンド除去においても幾分見劣りがする。ただし、必要とされる 1 トンの標的質量に向け、どちらの構想が優れているか判断するには時期尚早である。

XMASS 共同開発では 2010 年 10 月に 100kg 検出器 (XMASS-I) を完成し、2012 年 5 月までデータを収集した。このデータを用いて、グループからは 2 本の科学研究論文が公表された。一つは低質量領域における WIMP の上限に関するもので、そのレベルは DAMA で示されたものと同程度であるが、2011 年の CoGeNT で示された結果を除外するまでは至らない程度である。もう一つは太陽アクシオン (アクシオン様粒子) について、1keV 以下の質量範囲において CoGeNT や CDMS で得られていた結果よりファクター 2 倍程度低い上限を与え、10-40keV の間で最も良い制限を与えている。

低バックグラウンド検出器では珍しくないことだが、予期していなかったバックグラウンド源が初期運用で明らかにされた。当面、汚染源をシールドする作業を行っているが、長期的な対策として非放射性材料へ交換する必要がある。研究グループは、改修した検出器により、高質量領域で Xenon 100 と同レベルの上限を与えることを目標として、2013 年より新たな RUN を開始する。

当該グループの将来計画 XMASS 1.5 は 1 トンスケール検出器の設置に向けた研究段階として自然であるとはいえ、そのための適切な予算の確保が難題となる可能性がある。必要経費として見積られる 1300 万 USD は科研費として可能な最大のものである。XMASS1.5 は Xenon や LUX、そして CDMS との厳しい競合になるであろうと思われる。

1-4) Hyper-K R&D

次世代の長基線ニュートリノ振動実験では、ニュートリノセクターにおける CP の破れや質量階層性における決定的な情報の取得を目標とする。この実験を行うにあたっては、極めて安定したメガワット級の陽子ビームと、そしてスーパーカミオカンデを遥かに凌駕する感度を持った巨大検出器が長期にわたって必要となる。ハイパーカミオカンデは、この要求を満たす検出器として提案されてきた。実現すれば、核子崩壊や宇宙残存ニュートリノの研究においても究極の施設となるであろう。現在、Hyper-K の技術開発はかなり進んだ段階にある。宇宙線研究所と KEK は共同で次世代長基線実験に向けプロポーザルを洗練し、また J-PARC でのメガワット級の陽子ビームを実現へ向けて研究をすすめている。後者では加速器の主要部品やニュートリノビームラインの交換を含めた大規模な改良を要し、研究開発を並行して進める必要がある。

$\sin^2 \theta_{13}$ や CP の破れ (δ) の最終的な精度は、ニュートリノフラックスの計測やニュートリノ相互作用断面積における不定性を含めた実験の系統誤差に依存する。それぞれの系統誤差の寄与を独立な実験により 5%以下の精度となるように較正し、全体誤差を 10%まで抑えることが必要である。

2. 高エネルギー宇宙線

1) CTA R&D

CTA は、宇宙物理学・宇宙素粒子物理学・宇宙論の研究における大規模な国際プロジェクトであり、南北半球に一つずつ設置される計二カ所の大気チェレンコフ望遠鏡の巨大アレイを用いた研究である。アレイによって幅広いエネルギー領域 (20GeV から 100TeV) に渡る高エネルギーガンマ線を検出し、点源を数分角まで解像することが可能となる。1000 に及ぶ天体源の発見が期待され、そこには活動銀河核やスターバースト銀河、パルサー (PSR)、パルサー星雲 (PWN)、コンパクト連星、そしてダークマター対消滅信号などが含まれる。こうした宇宙で起きている最も激しい活動は宇宙が供給する全エネルギーにおいてかなりの割合を占める他、宇宙論的進化にも重要な役割を果たしており、そこにユニークな情報を与えるという点が TeV 領域の観測である本プロジェクトの主要な動機となっている。他にも、このプロジェクトは、ダークマター探索、宇宙線発生源の同定、宇宙赤外線背景放射の決定、量子論的時空構造の検出といったユニークな可能性を提供する。

宇宙線研究所が先導する日本の CTA コンソーシアムの主要な任務は、4 基の大口径望遠鏡 (LST) を南北両サイトに建設することである。LST は観測エネルギー領域 (20-200GeV) の下部を担当することになり、約 4500 万 USD の経費を要すると見込まれるが、当該グループでは既に日本

学術振興会/文部科学省からの科研費で 400 万 USD 分を確保している。カメラ組立の設計とプロトタイプ作成は成功のうちに進んでいる。8 枚の六角形分割鏡が製作され、読み出し機器は試作機が完成している。当該グループでは現在ミラーマウントとアクチュエータの設計に取り組んでいる。

計画では、1 台の 23m 口径望遠鏡を完成し、2016 年に建設場所に設置して運用を始めることになっている。挑戦的な計画であるとはいえ、望遠鏡の設計は MAGIC 望遠鏡の建設や運用における経験に基づいたものであることからリスクは低い。しかし、現時点の人員レベルは、最初の鏡、光センサーアレイ、読み出しシステム等を日本から遠く離れた建設地で 2016 年に展開していくにはおそらく充分ではない。さらに大きな挑戦は、4 千万 USD の追加財源を確保し、2016 年までに 4 基の望遠鏡の配置と運用に必要なマンパワーを集めることであろう。この計画の日本の高エネルギー宇宙物理学における重要性を考慮し、本委員会は、計画の中心となる研究者、宇宙線研究所所長、日本の CTA コンソーシアムが実行可能な計画を準備し、予算エージェントとの意見交換を早急に始めることを勧める。

2) チベット AS- γ

日中共同空気シャワーアレイ計画であるチベット AS- γ は、数十 TeV 領域における宇宙線非等方向性・ガンマ線源検出とともに、 3×10^{15} eV 付近の knee 領域の宇宙線のエネルギースペクトルや質量組成を測定することを目的とする。高エネルギー宇宙線による月や太陽の影は、太陽系内の磁場分布図を描くのに使われている。この観測計画によりなされた重要な観測は、Milagro や Fermi ガンマ線源のうち 7 つから少なくとも 35TeV に至るガンマ線放射を見いだしたことである。これらは全て既知のパルサーと空間的に相関している。かに星雲からの放射は 40TeV まで観測されるようになった。高エネルギー天体グループや理論グループで加速過程に取り組んでいる理論研究者にとっても、これらのデータの解釈は興味深いものである。陽子や全ての荷電粒子のエネルギースペクトルからは、宇宙線の平均核質量が knee 領域の前後で増加していることを示唆する測定がなされている。

当該グループの将来への方針は、ミュオン検出器のアレイへの追加とアレイ中心部へのバースト検出器の追加による測定装置の改良にある。ミュオン検出器に関する計画は 12 基の追加であり、内 5 基（4 基が日本から資金供給、1 基が中国から）を現在建設中である。バースト検出器では 400 基の追加が計画されており、そのうち約 4 分の 1 が現在建設中である。ミュオン検出器はガンマ線識別能力を強化し、バースト検出器は陽子と重イオンの区別に役立てられるであろう。

当該グループの長期計画である、 10^4 平方メートルの範囲のミュオン検出器追加、400基のバースト検出器の追加を勧める。KASCADE グループや他に大気中の核カスケードのモデルを研究しているグループとの交流を促進し、改良したハドロン相互作用モデルによるデータ解釈を進めることも更に有用である。

2-3) テレスコープアレイ

テレスコープアレイ (TA) は、AGASA 観測の成果 (GZK が予言したスペクトルの折れ曲がりの非検出) を検証する目的で建設された。AGASA は 10^{20} eV を超えるエネルギーを持つイベントが 11 例検出されたことを主張した。スペクトルの折れ曲がりの不在は、新たな魅惑的な物理がこのエネルギー領域にあることを示唆するものであり、AGASA の結果の検証が宇宙線物理分野においては極めて重要な意味を持っていた。

TA は日米共同計画として、ユタ (米) での建設が見事な迅速さで進められた。地表アレイの占める面積は AGASA の 7 倍であり、さらに 3 基の蛍光検出器を追加したことで、イベントの約 10% は両者のテクニックで “ハイブリッドモード” にて観測されている。蛍光検出法を用いることで、入射宇宙線のエネルギーをその質量組成に依存せずおよそ 10% の精度で決定することができる。TA のリーダーシップは、19 の日本の研究機関からの 140 名の研究者と 17 名の宇宙線研究所所属の研究者を、注目すべき一流の国際プロジェクトへとまとめ上げていった。TA に携わるマンパワーのうち日本は 60% を占めている。

2008 年 5 月から 2011 年 4 月までのほぼ 3 年間の観測を基にしたエネルギースペクトルが公表され、 4×10^{19} eV のあたりでのエネルギースペクトルの急峻化を支持する強力な証拠を示している。この結果は、同様の統計量を持つ HiRes の先行結果や、Auger からのより高い統計量を持つデータによる結果とも合致するものだった。この急峻化が GZK 効果の証拠なのか、あるいは宇宙線源における加速限界を意味するものなのかは依然不明である。また蛍光法によるエネルギー測定は地表アレイで得られるものより 1.27 倍程度小さいことも示された。同様の相違は Auger 共同観測でも言及されていた。27% の相違が見られる根拠は未だわからず、さらなる研究が必要である。

現状では、シャワー最大発達深さ (化学組成) のエネルギー依存性において、テレスコープアレイと Auger の解析結果の間に著しい不一致が見られる。TA と Auger の相違点を理解することは貴重なデータの統一的な解釈を進める上で必須である。World Observatory のような将来計画

の支持に至る前に、この問題の解決が必須である。この2つのグループ間の関係は良好であり、また相違点の理解を図ろうとする強い要望がある。しかし、この問題の解決には、TA が Auger に匹敵する量のデータを取得するまでまたなければならない。

TA と Auger の観測結果の間の相違点は、2つの半球における宇宙線源の違いによる可能性もある。従って我々はTAの設置面積を4倍に拡張するための約500万USDの予算要求を強く支持する。財源が確保できれば、2年間の建設期間の後、2019年までに10680km² sr yrの観測が実現されるであろう。米国からの出資が期待されている新しい蛍光検出器に加えて、日本以外からの財源の確保に努めることも重要である。

プロジェクト拡張のための予算準備期間、研究グループはTAの運用を現状の形で継続することに集中すべきである。新しいエネルギー較正システム(ELS)を活用し、科学的アウトプットを最大限得られるよう努め、TAとAuger観測で共通の天空領域からのスペクトルと到来方向分布に関する比較研究を進めていくことが重要である。

2-4) CANGAROO

CANGAROO 望遠鏡は南半球に設置され、高エネルギーによる南天観測を切り開いた最初のチェレンコフ望遠鏡だった。3.8mの鏡面を持つCANGAROO I 望遠鏡は1992-1998年の間運用され、7m口径(後に10m口径まで拡張された)のCANGAROO IIに引き継がれた。2002年から2011年まで、4基の10m望遠鏡によるステレオシステムからなるCANGAROO IIIの建設・運用が行われた。しかし、CANGAROO I、II双方とも、画像解析における系統誤差の不十分な理解、すなわち単一望遠鏡での画像が壊れたピクセル、あるいはノイズの多いピクセルの影響を受けやすかったことから、残念ながらこれらの望遠鏡の持つポテンシャルを十分に活かすことができなかった。現時点での判断によれば、CANGAROO IIIシステムにおいても、鏡と電子回路に関する理想的とはいえない設計や、最初の10m望遠鏡の早期の劣化という問題があった。そのため2005年以降、望遠鏡は3基しか利用できなかった。CANGAROOにより報告された幾つかの初期の華々しい結果はH. E. S. S.等の別の装置では再現されていない。

最近の数年間において、初期のCANGAROO成果を振り返り、必要とされる場所ではその修正を行うための慎重かつ非常に系統立った努力がなされた。その努力を行い、初期成果に関する開かれた議論と明瞭な文書化を進めてきた宇宙線研究所メンバーに賛辞を送りたい。最新のCANGAROOデータは、一連のガンマ線源に関するH. E. S. S.のデータの確認に活用されていることも付記しておく。予定通り総括論文が公表された後、宇宙線研究所ではこの活動を閉じ、

CANGAROO III の約 100 倍の感度を持つ次世代観測装置である CTA のプランニングおよび建設に集中する時期が来ている。

2-5) Ashra

Ashra 広角望遠鏡は非常に興味深く斬新な技術開発を提示し、また広い範囲への応用の可能性を秘めている。ハワイで運用中の最初の Ashra 望遠鏡は、装置／検出概念のデモンストレーションを行ったといえる。

しかし研究グループが形成されるにいたらず、またほとんどの望遠鏡は完成に至っていない。こうした状況において、宇宙線研究所は Ashra に関して装置開発のハイライトとして評価し、全設備の完成に向けた努力を続けるべきではない。

3. 天体物理学・重力波

3-1) KAGRA: 大型望遠鏡建設

KAGRA は神岡鉱山内に建設中の、3km に渡る地下重力波検出器である。2010 年に、検出器建設に 98 億円（約 1 億 USD）、トンネル掘削に 33 億 4 千万円規模の予算が認められたことで、KAGRA は過去 20 年間の宇宙線研究所の歴史において最大規模のプロジェクトとなった。KAGRA は、コンパクト連星合体、超新星、中性子星や、その他の重力波源候補天体からの重力波現象の検出を目指している。重力波の検出は天体物理学や宇宙素粒子物理学に新たな窓を開くものであり、KAGRA によって宇宙線研究所は当分野で世界を牽引する立場に位置づけられるであろう。最も重要なのは、KAGRA が地球規模の重力波観測ネットワークに加わることで、天空における重力波発生源の位置決定精度を著しく高められることにある。宇宙線研究所と、共同主宰機関である国立天文台と高エネルギー加速器研究機構からの支援を受け、KAGRA は 190 名体制（内約 70%が日本の研究機関や大学から、30%が海外の研究機関や大学からの参加）で国際共同研究を構成している。

現在建設中の他の大規模重力波干渉計（Advanced LIGO と Advanced Virgo）とは違い、KAGRA の設計は 2 つの革新的な挑戦を行っている。一つは地下運用（地震によるノイズを低減するため）であり、もう一つはレーザー光反射鏡の極低温冷却（熱雑音を低減するため）である。KAGRA は二つのステージで完成される。ステージ 1（iKAGRA）では室温鏡とファブリペロー型マイケルソン干渉計を用い、技術検証として 2015 年に短期間の観測運用に入る予定である。ステージ 2（bKAGRA）は最高感度を目指す極低温デュアルリサイクル・ファブリペロー型マイケルソン干渉計で、2017 年に運用開始を予定しており、2018 年までには高感度運用を目指している。目標感度での運用が実現すれば、KAGRA は地球規模の地上型重力波ネットワークにおいて重大な役割

を担うことになる。予備段階のデータを LIGO Science Collaboration や Virgo Collaboration と共有する国際協定は既に締結されている。

当委員会は KAGRA を次の 6 年間における宇宙線研究所の最優先プロジェクトと捉えている。既に、神岡でのトンネル掘削、真空システムにおけるビームチューブ区間の製作、および冷却器の開発において、著しい進捗がなされている。プロジェクトが組織化され、サブシステム・リーダーが任命され、サブシステムの作業が進展している。

本評価委員会の性質上、KAGRA の技術上の詳細な評価は当委員会には求められていない。とは言え、当本委員会は重要な問題を二点見出し、ここに報告する。我々はこれらの問題への取り組みに成功することが KAGRA の実現を成功に導く上で決定的なものとなると感じている。第一は、財源増加の必要性である。詳細な経費は示されていないが、説明に基づいて本委員会では約 10-20 億円 (1 千-2 千万 USD) が追加として必要となると見積もった。第二の重大な問題は人員不足である。大規模な共同研究体制があるとは言え、KAGRA でのマンパワーは技術者を含んで 33 名(常勤相当)しかない。他の重力波プロジェクトと比較すると、この人員レベルは全く不十分であると思える。本委員会では、基礎となる財源やプロジェクトに携わる人員の不足を解消することに力を注ぐことが最優先課題であると強く感じている。従来財源(例えば文科省の科研費プログラム)を獲得していくことに加え、他の大学、特に神岡周辺地域にある地方大学との関係を強化して人員供給の基礎を固めていくことも可能であろう。KEK の参加、およびその技術上の専門性の高さは、これらの不足を埋め合わせてくれるであろう。宇宙線研究所が KEK の高い専門性を更に巻き込み、産業界からの退職技術者による補強を最大限図っていくことを本委員会では勧める。

3-2) 観測的宇宙論

このグループはスローン・デジタル・スカイサーベイ (SDSS) に主要な貢献を果たし、この分野における宇宙線研究所の知名度の強化につながった。日本の SDSS グループの果たした重要な貢献には SDSS の測光システムが含まれる。このシステムを利用することによって、多くの重要な論文が公表されてきた。過去 5 年間、宇宙線研究所の宇宙論グループは、銀河形態、バリオン音響振動、Ia 型超新星とそのホスト銀河、強い重力レンズ効果を受けたクエーサーの研究に寄与してきた。グループのメンバーはレンズ効果を受けた銀河のハロー内のダストによる遠方クエーサーの赤化を測定することで、“見えないバリオン”問題の解決にも関与している。研究の新段階として、すばるやケック望遠鏡によるライマン α 光度の正確な計測から再電離の完了時間 ($z \sim 6.0$) を決定する研究へと進んできている。

すばるや Hyper Supreme-Cam (HSC) に ALMA、HST、その他の望遠鏡による観測プロジェクトにおいて、研究グループの若手スタッフが活発な役割を果たしていると認識する。本委員会は、宇宙線研究所が国立天文台や Kavli-IPMU との緊密な共同体制を組んで HSC の開発研究に関与することを勧める。

3-3) 高エネルギー天体物理学（理論）

新たな理論グループが 3 年前に新設され、宇宙線研究所における実験高エネルギー天体物理学に対する“理論的エンジン”となることを謳っている。メンバー構成はグループリーダーと本年採用予定の常勤助教、および 2 名のポスドク、4 名の大学院生からなる。実験プログラムを支援する理論チームの存在は、宇宙線研究所と同様の規模の研究所において重要な構成要素となっている。当該グループメンバーの研究課題は彼らに期待された役割に関連するもので、宇宙における加速源、宇宙線源候補天体、太陽系プラズマ物理学を含んでいる。より特化した課題として、電波観測技術を用いたダスト粒子の検出、太陽表面で生成されたニュートリノの検出に関する研究にも取り組んでいる。研究対象は理論から特定の実験に直接関連するものにまで及んでいる。例として、GeV から PeV のエネルギー範囲をカバーする宇宙ステーション搭載の電子観測器 CALET の理論サポートが挙げられる。当該グループ独自の活動として、かにパルサーにおける巨大電波パルスと硬 X 線パルス過剰との相関研究がある。

3-4) 理論

理論グループは、素粒子物理学の側面から、宇宙線研究所でなされる研究に関連した理論研究を先導している。当該グループは 2 名の常勤職員、3 名のポスドク、6 名の博士課程および 3 名の修士課程の学生で構成されている。彼らの現在の興味は、宇宙論や天体素粒子および素粒子物理学の諸問題という、素粒子理論グループ一般に共通したものである。最近の業績ではインフレーション超対称性モデルにおける核合成の研究や、超対称性モデルで期待されたものより大きいヒッグス質量が観測されたことの帰結、そして宇宙論的観測に基づきダークマター粒子やアクシオンに対する制約を得たことが含まれる。当該グループでは Kavli-IPMU の研究者と広く共同研究を進めており、これは宇宙線研究所に大きな利益をもたらしている。

本委員会は理論グループの科学上のアウトプットに関するレベルや質の高さに感銘を受けており、宇宙線研究所による継続的支援を勧める。

3-5) 一次宇宙線

いくつかの日本のグループが、低いレベルの放射性同位体の研究のために宇宙線研究所で維持管理されている低バックグラウンド施設を利用している。宇宙線研究所のグループが、年輪や氷床コアに含まれる ^{14}C や ^{10}Be に関する様々な重要な測定を行い、1年の精度をもって気候の長期変動の研究を進めたことを特筆したい。太陽活動とその周期との間の関係や、気候と宇宙線強度変動との間の関係についても重要な研究が行われた。

この活動に従事していた研究員は宇宙線研究所を退職して大学の教職員に異動した。本委員会は、これによって空きが出た職員のポストを高優先度の分野を強化するために使うことを推薦する。しかし一方で、外部の利用者のために、この低バックグラウンド施設を宇宙線研究所が維持・支援していくことも重要である。

III. 予算要求と資源管理に関する評価

宇宙線研究所で扱っている実験・観測研究分野は近年急速に進展し、いくつかの主要な研究目標が明確化されている。これにはレプトンセクターにおける CP 破れの発見、ニュートリノ質量階層の解決、ダークマター粒子の発見・同定、宇宙論的ダークエネルギーの理解、宇宙の爆発現象からの重力波・ニュートリノの検出、そして高エネルギー宇宙線源の同定が挙げられる。前回の宇宙線研究所外部評価以来、これらの興味の尽きない研究テーマに対し様々な取組みが世界規模で提案され、そのための技術や財源面での要求も十分に理解されている。国際的に競合していくには、それぞれのプロジェクトは宇宙線研究所のような中規模の研究機関が持つ資源のかなりの部分を消費してしまうだろう。よって、全てのプロジェクトが強力な国際共同研究体制を求めるが、宇宙線研究所のような中規模の研究機関は主宰・共同主宰に携わるプロジェクトの選択を極度に絞らざるを得ない。

上に述べたような傾向は宇宙線研究所のプロジェクトにも見受けられる。前回の外部評価以降、財源と人的資源が劇的に増大している。歴史的には Super-K が 1 億 USD 規模の経費を要する唯一の巨大プロジェクトだった。他の大半の宇宙線研究所プロジェクトは、いくつかの特化された中小規模の財源(8百万-2千万USD)や数百万USDの科研費に基づいて構成されてきた。Super-K 以外のこれらのプロジェクトに必要なとされた人的資源は宇宙線研究所における数名の常勤職員であったし、必要な専門的技術の大半は宇宙線やその隣接分野のコミュニティにあった。この状況はこれからの KAGRA で最も劇的に変化するであろう。

KAGRA に関しては、本委員会はその実現をもたらした日本の重力波グループと宇宙線研究所の長

期にわたる厳しい準備作業を賞賛したい。巨額の予算は様々な責任を伴うものであり、そのうちのいくつかは宇宙線研究所にとって未経験のものであろう。本委員会は、この報告書作成作業にあたって、LIGO の経験を参照することでこれらの責任を確認した。

Super-K はカミオカンデ後の宇宙線研究所の主力プロジェクトであり、その Super-K を長基線ニュートリノ実験の遠方検出器として十分に活用する点で T2K はごく自然な拡張プロジェクトであったといえる。この二つの実験 (Super-K、T2K) は、今後数年間以上に渡って宇宙線研究所が科学的成果を挙げていくために、最優先され続けなければならないことを、本委員会は強く確信している。KAGRA を成功裡に完成させ、Super-K、T2K、そして KAGRA を運用している間にも、宇宙線研究所が他のいくつかの選択された分野においてその関わりを継続・拡張していくことも疑いない。宇宙線の高精度計測は現代の宇宙論における二つの中心課題、ダークマターとダークエネルギーの研究において非常に重要な意味を持つ。現実的な財源や可能な研究ポスト数の限界に直面したとき、宇宙線研究所はプロジェクトの選択を極度に絞らざるを得ないだろう。宇宙線研究所は日本の宇宙線、天体物理学、そして素粒子物理学のコミュニティによって支援される以上、より幅広く合意を取ることも必要になるであろう。本委員会はこれらの問題にも十分な時間をあて、CRC 将来計画検討小委員会 (伊藤好孝委員長) と宇宙線研究所の将来計画検討委員会 (寺澤敏夫幹事) からのヒアリングも行った。これらの諸点に関する委員会の提言はこの報告書にまとめた。

IV. 大学院教育、大学との関係、および公共アウトリーチ活動の評価

宇宙線研究所が東京大学内や他大学内で学部生に向けた活動をより重視し始めたことを、本委員会では大変喜ばしく思っている。これまでは宇宙線研究所の教員による大学院学生の指導の可能性は外からはわかりにくかった。もし東京大学の本部キャンパス (本郷) に宇宙線研究所のオフィスを設けることができれば、学部生に宇宙線研究所での活動を知ってもらう上で大いに役立つであろう。本委員会はまた、日本国内の学部生を対象とした宇宙・素粒子スプリングスクールが成功し肯定的な結果をもたらしたと聞き、嬉しく思う。そして、神岡に隣接した富山県や柏市において一連の公開講座を開いてきた宇宙線研究所の努力も高く評価している。

宇宙線研究所と東京大学大学院理学系研究科の物理学専攻・天文学専攻、国立天文台 (NAOJ)、Kavli-IPMU、KEK との関係は今後益々重要になるだろう。KAGRA や T2K の成功には、NAOJ や KEK と長期に渡り共同研究を進めていくことが必須であろう。日本の宇宙線コミュニティ (CRC) や共同研究に参加している国際コミュニティとの関係を築くこともまた、KAGRA の成功には決定的に重要であるだろう。

V. 勧告

A. プロジェクト選択

全ての教員は、上司（ここでは宇宙線研究所長）に研究提案が承認されれば日本の学術機関に助成金を申請することが許可されているが、この承認作業は事実上自動的に行われている。いくつかの R/D 研究計画申請については、全て所長との協議がない中で、あるものは予算が下り、あるものは却下されているという状況である。このような中では、分配される財源も、必要とする人的資源にしても不十分であることはほぼ確実である。KAGRA を立ち上げ、他の新規プロジェクトにも乗り出していこうとしている現状において、こうした運営方法はうまく機能しないであろう。

今後 10 年間の研究課題を実行していくにあたり、所長および研究者は極めて積極果敢に予算を獲得し、その資源を可能な限り効率的に管理していかなければならない。宇宙線研究所では 2009 年に科学研究費申請にあたって内部審査機構を設けた。宇宙線研究所がこのような仕組みを更に強化していくことを本委員会は強く求める。優先度の高いプロジェクトの申請様式には、そのプロジェクトが宇宙線研究所内で高い優先度を与えられている理由を記すパラグラフを所長が付記することも検討されたい。所長裁量の財源や職員の配置もこれに応じて進められるべきである。

B. 技術サポート

本委員会では、宇宙線研究所が国外における同等の研究機関と比較して著しく不利な状況にあることに触れておく。日本の大学組織に属することから、宇宙線研究所では高いレベルの技術や専門作業に携わる専門の職種を設置していない。この不足の一部は研究者や学生の懸命な働きで埋め合わせられているが、KAGRA で要求される専門性のレベルは非常に高いものであり、これまでと同様の努力だけでは対応しきれない。この問題を解決するために、所長が文部科学省や東京大学との交渉する必要性も出てくるであろう。それでもなお、宇宙線研究所だけで専門的な技術性を向上していくことは困難であり、共同主宰する研究機関や共同開発にあたる産業界との緊密な協力体制が必要である。

C. 個別プロジェクト/プログラム

本委員会からは繰り返し言及するが、KAGRA が 2017-2018 年に運用可能となるまでの間、宇宙線研究所が最優先すべきは KAGRA を成功裡に実現することである。それと並んで、世界的な科学成果を産み出すため、Super-K と T2K も、世界で最高感度のニュートリノ実験である限り、最優先で継続されるべきである。

さらに本委員会は、宇宙線研究所が高エネルギー宇宙物理学実験や非加速器粒子物理学における複数の世界的プロジェクト/プログラムに関与し続けていくことを推奨する。本委員会はまた、最高レベルの科学的成果をあげる研究者の科学研究の継続を強く勧める。

2つの将来プロジェクト、CTA と Hyper-K に対する研究開発の成果は順調に進んでいる。Hyper-K で要求されている財源と人的資源のレベルが、現在の宇宙線研究所の予算とマンパワーを遥かに上回るものであり、本委員会に与えられた責務を超えた問題であることを理解した。CTA プロジェクトに関しては、現行のCTAのR/D研究を成功させることにより、宇宙線研究所と日本のCTAコンソーシアムが全ての大口径望遠鏡を宇宙線研究所の従来予算規模で建設することが可能になると、本委員会は信じる。KAGRAの予算スケジュールとの調整には努力が必要である。東京大学や共同主宰研究機関、関連する科学コミュニティとの調整も必要となるであろう。

本委員会はまた、チベット γ とテレスコープアレイ計画で提案されている近い将来の装置改良には科学上重要なメリットがあり、それぞれ大型科学研究費によって達成できると考える。宇宙線研究所の所長とスタッフは科学研究費申請において選択性を高め、日本国外の財源機関との協調体制を強め、前章で述べたように最大限の科学的成果を挙げていくことを目指すべきである。

謝辞

2013年外部評価本委員会は、所長の梶田隆章教授、手嶋政廣教授、宇宙線研究所のスタッフと学生、そして名古屋大学の伊藤好孝教授に、この総括にあたって多大な時間と労を費やして下さったことに心より感謝申し上げます。彼らの協力がなければ、評価の過程はより困難となつたであろう。委員会ではこの報告書が宇宙線研究所にとって、予算獲得の戦略を練り上げ、世界レベルの研究プロジェクトを実行するための資源を配分する上で有益なものとなることを望む。

補遺 1: 外部評価本委員会メンバー

Halzen, Francis: ウィスコンシン・マディソン大学・教授

Hofmann, Werner: マックスプランク核物理学研究所（ハイデルベルク）・所長

海部宣男: 放送大学・教授、国立天文台・名誉台長

釜江常好（議長）: スタンフォード大学、東京大学・名誉教授

西村純: 宇宙科学研究所、東京大学・名誉教授

Reitze, David: カリフォルニア工科大学 LIGO 研究所・理事

鈴木厚人: 高エネルギー加速器研究機構・機構長

Watson, Alan: リード大学・教授

補遺 11: 外部評価本委員会日程

2013年1月16日(水)

9:00 宿泊先出発

9:30 宇宙線研究所到着

(コーヒー休憩)

10:00 総括に関する議論(非公開)	レビューアー、所長、書記	(30分)
10:30 宇宙線研究所の紹介	梶田隆章	(20+10分)
11:00 望遠鏡アレイ	佐川宏行	(20+10分)
11:30 CANGAROO	吉越貴紀	(20+10分)
12:00 チベットAS- γ	滝田正人	(20+10分)
12:30 昼食		
14:00 Ashra	佐々木真人	(20+10分)
14:30 CTA R&D	手嶋政廣	(20+10分)
15:00 高エネルギー天体物理学(理論)	寺澤敏夫	(20+10分)
15:30 (コーヒー休憩)		
16:00 重力波	黒田和明	(20+10分)
16:30 観測的宇宙論	大内正己	(20+10分)
17:00 一次宇宙線	宮原ひろ子	(10+5分)
17:15 議論(非公開)	レビューアー	(30分)
18:00 夕食(レビューアー、宇宙線研究所メンバーと、カフェテリアにて)		
20:30 宿泊先到着		

2013年1月17日(木)

9:00 宿泊先出発

9:30 宇宙線研究所到着

(コーヒー休憩)

10:00 Super-K	鈴木洋一郎	(30+10分)
10:40 T2K	早戸良成	(15+10分)
11:05 Hyper-K R&D	塩沢真人	(15+10分)
11:30 XMASS	森山茂栄	(20+10分)
12:00 理論	川崎雅裕	(20+10分)
12:30 昼食(若手研究者とともに、柏総合研究棟6階講演ホールにて)		
14:30 宇宙線本委員会(CRC)からの中間報告	伊藤好孝	(15+5分)
14:50 宇宙線研究所将来計画本委員会からの中間報告	寺澤敏夫	(15+5分)
15:10 議論(非公開)	レビューアー	(30分)
15:40 (コーヒー休憩)		
16:00 プロジェクト(A, B, C, ...) 面談	レビューアー+各プロジェクトリーダー	(90分)
17:30 議論(非公開)	レビューアー	(30分)
18:30 夕食(各部門長と、レストラン木曾路にて)		
20:00 宿泊先到着		

2013年1月18日(金)

9:00 宿泊先出発

9:30 宇宙線研究所到着

(コーヒー休憩)

10:00 議論(非公開)	レビューアー	(60分)
11:00 評価本委員会からの予備報告	レビューアー、所長、書記	(60分)
12:00 昼食		
14:00 宿泊先到着		