23．宇宙線研究所

Ⅰ　宇宙線研究所の研究目的と特徴・・・・・23－２
Ⅱ　分析項目ごとの水準の判断　・・・・・・23－４
　　分析項目Ⅰ　研究活動の状況　・・・・・23－４
　　分析項目Ⅱ　研究成果の状況　・・・・・23－10
Ⅲ　質の向上度の判断　・・・・・・・・・・23－12

Ⅰ　宇宙線研究所の研究目的と特徴

1　宇宙線研究所の研究の基本方針

宇宙線研究所は、全国共同利用研究所として、非加速器素粒子物理学・素粒子天体物理学を含む広い意味の宇宙線物理学及び関連する研究を行う。宇宙粒子線を研究手段として動的な宇宙の解明を目指すとともに、加速器物理の伝統的手段とは異なる方法で素粒子物理の研究を行う。(資料 23 -1：東京大学宇宙線研究所組織図、資料 23 -2 ：東京大学宇宙線研究所規則（抜粋）等)

2　東京大学の中期目標・中期計画との関連

東京大学ではその中期計画の中で、「附置研究所は、研究拠点として研究の直接成果により、また、先端的研究を通した高度研究者の育成により社会に貢献し、学内においては学部・研究科等との連携を強める」と記しており、本研究所でもこの方針に従い、上記の研究の基本方針で記した研究を通して世界の研究者コミュニティに貢献する。また、本学の中期計画で掲げられている「全国共同利用の附置研究所・施設等は、上記に加え、大学法人の枠を越えて全国の関連研究分野の中核として学術研究の推進と卓越した研究者の育成に貢献する」という方針も本研究所の基本方針となっている。

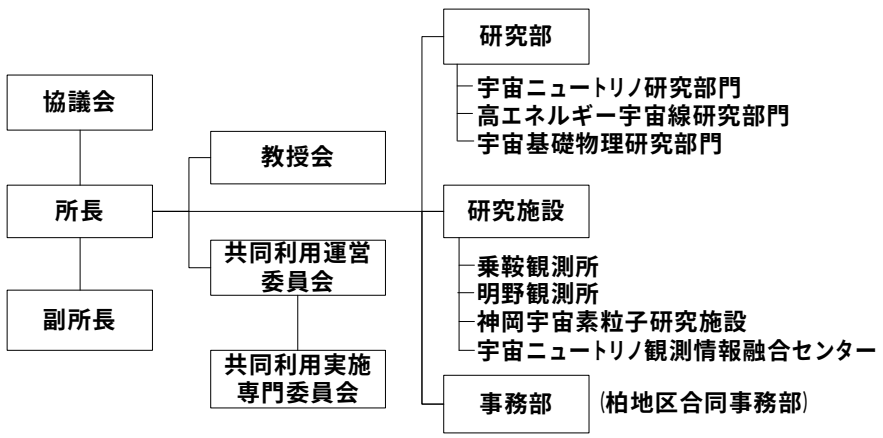
3　達成しようとする基本的な成果

1）長い間の謎である宇宙線の起源の問題に解決の手掛りを探り、宇宙における非熱的現象の研究を行う。また最高エネルギー宇宙線の謎を解明することを目的とした研究を行う。
2）宇宙ニュートリノ研究とニュートリノ振動研究をとおして素粒子物理の研究を行う。また、その他の宇宙物理学・非加速器素粒子物理学における重要課題にも挑む。
3）宇宙での爆発現象などから発生する重力波の検出を目指した開発研究を行う。
4）宇宙論の定量的検証及び多様な天体物理学の定量的研究を行う。
5）広い意味での宇宙線物理学に関わる、小規模ではあるが伝統的な研究を継続するとともに、新しい発想に基づく実験的及び理論的研究を推進する。

［想定する関係者とその期待］

本研究所の想定する関係者とは、世界の宇宙線物理学及び近隣研究分野の研究者並びに全国共同利用の研究者である。またその期待は、学部や研究科では建設や維持が困難である大型研究設備を用いて、上記３で記述した宇宙線に関係する科学的研究成果を得ることである。

（資料 23 -1 ：東京大学宇宙線研究所組織図）



（資料 23 -2 ：東京大学宇宙線研究所規則（抜粋）等）

○東京大学宇宙線研究所規則（抜粋）

東京大学宇宙線研究所規則

（平成16年4月1日東大規則第７５号）

（趣旨）

第１条 この規則は、東京大学基本組織規則その他国立大学法人東京大学の規則に定めあるもののほか、東京大学に附置する宇宙線研究所に関し、その目的、所長の任期、研究部門、付属施設その他、必要な事項について定める。

（目的）

第２条 東京大学宇宙線研究所（以下「研究所」という。）は、非加速器素粒子物理学・素粒子天体物理学を含む広い意味の宇宙線物理学および関連する研究を行うことを目的とする。

（全国共同利用）

第３条 研究所は全国共同利用研究所として、国立大学の教員その他の者で研究所の目的たる研究と同一の研究に従事するものにその施設を利用させることができる。

・・・＜中略＞・・・

（研究部門）

第７条 研究所に、次に掲げる研究部門を置く。

宇宙ニュートリノ研究部門

高エネルギー宇宙線研究部門

○東京大学宇宙線研究所共同利用運営委員会規程（抜粋）

第２条 運営委員会は，共同利用施設の運営について計画案を作成し，これを教授会に提出するものとする。

第３条 運営委員会は，東京大学宇宙線研究所内外の研究者約 14 名をもって構成し，委員の数は内外ほぼ同数とする。

○東京大学宇宙線研究所共同利用研究実施専門委員会内規（抜粋）

第２条 委員会は，研究所の共同利用研究，共同研究を円滑に進めるため，以下の項目について審議し，共同利用運営委員会に報告または提案する。

１．共同利用運営委員会から審議を要請された事項

２．共同利用研究施設や設備の維持，運営に関すること

３．その他共同利用研究に必要な事項

第３条 委員会は，所内委員約６名，所外委員約８名をもって構成する。

Ⅱ　分析項目ごとの水準の判断

分析項目Ⅰ　研究活動の状況

(１)観点ごとの分析

観点　研究活動の実施状況

(観点に係る状況)

本研究所では、全国共同利用の研究所として、以下のような実績を上げている。また、これらの研究の多くは国際共同研究として遂行されている。(資料 23 -3 (１):宇宙線研究所が関わる主な研究プロジェクト(2007 年現在)、資料 23 -3 (２):宇宙線研究所の観測装置・実験一覧)

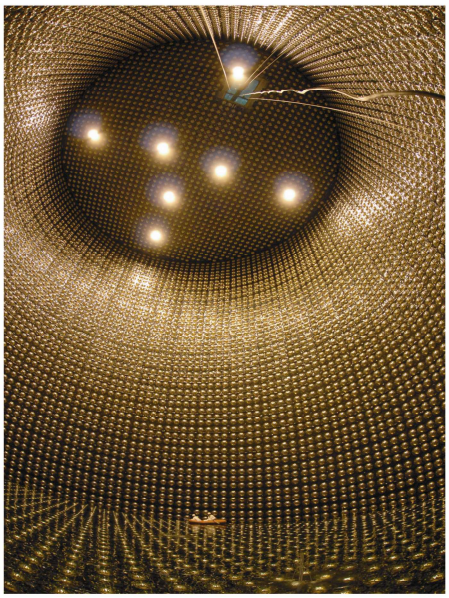
(資料 23 -3 (１):宇宙線研究所が関わる主な研究プロジェクト(2007 年現在))

研究プロジェクト名 (主な研究分野、装置設置場所) 【対応する研究目的】	宇宙線研究所の研究部門	外国人研究者数(日本以外の参加国数)	日本人研究者数(参加研究機関) 注:含宇宙線研	現在の状況	備考
スーパーカミオカンデ (ニュートリノ、岐阜県神岡) 【研究目的Ⅰ-3 -2】	宇宙ニュートリノ	62 人(4 ヵ国)	62 人(16 機関)	再建完了、観測中	○
T2K (ニュートリノ振動、日本(東海及び神岡)) 【研究目的Ⅰ-3 -2】	宇宙ニュートリノ	284 人(11 ヵ国)	66 人(7 機関)	建設中	○
XMASS (暗黒物質、岐阜県神岡) 【研究目的Ⅰ-3 -2】	宇宙ニュートリノ	3 人(1 ヵ国)	29 人(9 機関)	建設中	○
CANGAROO (ガンマ線、オーストラリア) 【研究目的Ⅰ-3 -1】	高エネルギー宇宙線	7 人(1 ヵ国)	46 人(12 機関)	観測中	○
テレスコープアレイ(TA) (最高エネルギー宇宙線、米国・ユタ州) 【研究目的Ⅰ-3 -1】	高エネルギー宇宙線	46 人(2 ヵ国)	70 人(16 機関)	建設終了、観測開始	○
チベット ASγ (高エネルギー宇宙線・ガンマ線、中国・チベット) 【研究目的Ⅰ-3 -1】	高エネルギー宇宙線	49 人(1 ヵ国)	36 人(15 機関)	観測中	○
Ashra (突発天体観測など、米国・ハワイ州) 【研究目的Ⅰ-3 -1】	高エネルギー宇宙線	8 人(1 ヵ国)	24 人(9 機関)	建設中	○
SDSS (観測的宇宙論・宇宙地図作成、米国・ニューメキシコ州) 【研究目的Ⅰ-3 -4】	宇宙基礎物理学	284 人(6 ヵ国)	12 人(4 機関)	観測中	
CLIO (重力波、岐阜県神岡) 【研究目的Ⅰ-3 -3】	宇宙基礎物理学	―	24 人(11 機関)	試験観測開始	

注:備考欄の「○」は本研究所がホスト研究機関となって行う国際研究プロジェクトを示す。

（資料 23 -3（２）：宇宙線研究所の観測装置・実験一覧）

スーパーカミオカンデ
（ニュートリノ研究）



チベット空気シャワー検出器

最高エネルギー宇宙線望遠鏡TA

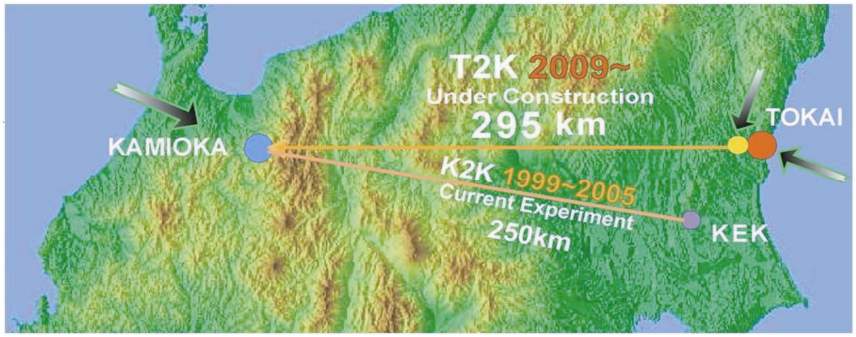
CANGAROO
（ガンマ線望遠鏡）

XMASS
（暗黒物質探索実験）

重力波レーザー干渉計CLIO
（LCGT計画のR&D）

Ashra
（全天高精度素粒子望遠鏡）

T2K（長基線ニュートリ
振動実験、この図では
2004年終了したK2K実験
も含む）



（１）論文や学会での研究成果発表等の状況

本研究所では、研究の最終成果は全て英文で査読付き国際的学術雑誌に報告している。この４年間で査読付き国際的学術雑誌に出版された論文数は 218 件であり、国際的にも質の高い研究が活発に行われている。それとともに、国内外での研究集会での研究成果の報告も頻繁に行い、2007 年度の国際会議等での発表に基づくプロシーディングス論文等は 105 件にも及び、概して研究成果発表件数は高い水準を維持していると言える。2007 年度は国際会議発表件数が多いが、これは宇宙線分野で最も重要な宇宙線国際会議が開催され、その際に多くの成果を報告したことによる（資料 23 -4：研究成果発表数(2004 -2007 年度)）。

（資料 23 -4 ：研究成果発表数(2004 -2007 年度)）

査読付き国際的学術雑誌に出版された論文数

	2004 年度	2005 年度	2006 年度	2007 年度	合計（件）
宇宙ニュートリノ研究部門　（21）	5	9	13	10	37
高エネルギー宇宙線研究部門　（14）	4	7	3	6	20
宇宙基礎物理学研究部門　（9）	35	46	46	34	161
合計　（44）	44	62	62	50	218

国際会議等での発表に基づくプロシーディングス論文等

	2004 年度	2005 年度	2006 年度	2007 年度	合計（件）
宇宙ニュートリノ研究部門　（21）	29	15	9	24	77
高エネルギー宇宙線研究部門　（14）	11	31	8	65	115
宇宙基礎物理学研究部門　（9）	17	9	9	16	51
合計　（44）	57	55	26	105	243

注：括弧内の数字は、各研究部門の 2007 年度の研究スタッフ数を示す。

（２）新しい研究活動の実施状況

本研究所での研究成果は、全て論文として公表しているが、本研究所における研究活動は論文数だけで評価できるものではない。宇宙線研究の多くは、長期間にわたる立案、建設、観測の努力を経て、初めて研究成果として実を結ぶものがほとんどであり、装置の建設及び初期の観測段階は非常に重要な研究活動の期間である。このような研究活動を無視しては長期的な研究の発展はあり得ない。ここでは論文という形で現れた成果以外の研究活動の状況を以下にまとめる（資料 23 -3 (１) ：宇宙線研究所が関わる主な研究プロジェクト（2007 年現在)、P23 -4 参照)。

① テレスコープアレイ(TA)

明野観測所の広域空気シャワー観測装置「AGASA」により、理論限界のエネルギーを超える宇宙線のデータが示唆されたことに基づき、最高エネルギー宇宙線の解明をするための「テレスコープアレイ(TA)」研究計画が、宇宙線研究所将来計画検討委員会において重要研究課題と位置づけられた。「テレスコープアレイ(TA)」は、科学研究費補助金（特定領域研究）により 2003 年度から建設が開始され、2007 年に予定通り観測を開始した（研究目的「Ⅰ -3 -1)」に対応)。

② 大型重力波望遠鏡(LCGT)

重力波天文学の創始と超強重力場での重力の研究を目指し、同上委員会により「まず研究開発を進め、その後重力波の観測に向かうべし」とされた重力波検出に関する研究については、将来の本実験に向け、低温鏡を持つ重力波検出器の実証を目指した検出器「CLIO」を、神岡宇宙素粒子研究施設内に科学研究費補助金（特定領域研究）により 2002 年度から 2005 年度の間に建設し、現在試験観測を続けつつ、検出器の感度の向上を図っている。この開発研究を基に、本格的に重力波を検出するための次期計画「大型重力波望遠鏡(LCGT)」を策定し、外部技術諮問委員会（2005 年 8 月 23 日）による技術評価を受け、概算要求を行っているところである（研究目的「Ⅰ -3 -3)」に対応)。

③ XMASS

宇宙の暗黒物質の探索実験について、2006 年度まで研究開発を進め、2007 年度からは、本実験を行う装置「XMASS」の建設が科学研究費補助金（学術創成研究費）により開始された（研究目的「Ⅰ -3 -2)」に対応)。

④ 全天高精度素粒子望遠鏡「Ashra」

宇宙で突発的に起こる高エネルギー現象の探索などを目指した、全天高精度素粒子望遠鏡「Ashra」の開発研究が2003年度から2005年度の科学技術振興調整費により進められ、広角高精度の望遠鏡を開発し、本観測を目指し、ハワイ島で設置を進めた（研究目的「Ⅰ-３-1)」に対応)。

（３）研究資金の獲得状況

研究を支える研究資金の多くは科学研究費補助金などの外部資金である。特別教育研究経費が2005年度をもって大きく減少しているが､これはスーパーカミオカンデの完全再建の完了に伴うものである。科学研究費補助金等は競争的資金であり、かつ規模の大きい研究計画の開始・終了に伴い年度ごとの変動が大きいが、2004年以降毎年20件程度を安定して獲得している。(資料23-5：外部資金の獲得状況)

(資料23-5：外部資金の獲得状況)

（単位：百万円）

	2004年度	2005年度	2006年度	2007年度	合計
特別教育研究経費	1,202	1,202	686	646	3,736
科研費補助金	497(23)	329(19)	245(20)	251(24)	1,322
科研費補助金以外の政府資金	238(3)	265(5)	16(3)	22(5)	541
寄付金	50(2)	5(3)	2(3)	11(2)	68
合　　計	1,987	1,801	949	930	5,667

注：括弧内は獲得件数を示す。

観点　大学共同利用機関､大学の全国共同利用機能を有する附置研究所及び研究施設においては、共同利用・共同研究の実施状況

(観点に係る状況)

本研究所は、全国共同利用の附置研究所として共同利用研究を重視しているため、本研究所教員であっても、共同利用研究に申請し、認められた上で研究を遂行することが求められている。また、大型計算機システムや観測施設内の設備等を含めて本研究所の管理・保有する全ての研究設備は共同利用に供されている（資料 23-2：東京大学宇宙線研究所規則（抜粋）等、P23-3)。

本研究所では、ここ数年、本研究所研究スタッフ数（44名）を２倍以上上回る件数の共同利用研究が取り組まれ､2007年度には700人を超える共同利用研究員を受け入れた｡(資料23-6：共同利用研究の受入件数と共同利用研究員受入人数)。また、2007年度に採択された共同利用研究の件数は91件であり、うち55件は学外の研究代表者からの申請である（別添資料23-1：2007年度共同利用課題採択一覧、P23－13)。このように本研究所での共同利用研究は活発に行われている。

共同利用研究の一環として行われた研究会及び共同利用研究者に開かれたセミナーは、ほぼ年間５、６回開催され、2007年８月に開催した「宇宙線将来計画シンポジウム」では参加者が100人を超えるなど、今後の宇宙線研究について大きな期待が寄せられていることが分かる。また、特徴的なことは、本研究所の実施する共同利用研究課題の多くはスーパーカミオカンデに代表されるような大型実験装置を大きな研究グループとして共同利用するものの、割合少人数の研究者の科学的興味に基づいて研究課題を共同利用研究として遂行していることである。すなわち、大きい研究グループにあっても、研究者の科学的関心に従って研究が遂行できる仕組みになっている。(資料23-7：共同利用の一環としての研究会実施件数の推移、資料23-8：共同利用研究の一環として行われた研究会（2007年度の例))

なお、広報室を設置して、共同利用研究者及び関連する研究者の間のコミュニケーションを充実させるとともに一般への研究成果の還元を行った(資料23-9:研究所の広報活動

一覧)。

(資料 23 -6 ：共同利用研究の受入件数と共同利用研究員受入人数)

	2004 年度	2005 年度	2006 年度	2007 年度
共同利用研究受入件数　(件)	85	93	91	91
共同利用研究員受入数　(人)	615	513	522	761

(資料 23 -7 ：共同利用の一環としての研究会実施件数の推移)

	2004 年度	2005 年度	2006 年度	2007 年度
共同利用による研究会　(回)	5	6	5	6

(資料 23 -8 ：共同利用研究の一環として行われた研究会（2007 年度の例))

研究会名	開催日	参加者数
宇宙線将来計画シンポジウム	2007 年 8 月 28,29 日(2 日間)	110 人
研究会「新しいニュートリノデータとニュートリノ混合が意味するもの」	2007 年 11 月 2 日	35 人
理論研究会「初期宇宙と素粒子標準模型を超える物理」	2007 年 12 月 10,11 日(2 日間)	43 人
研究会「地球外起源固体微粒子に関する総合研究」	2007 年 12 月 14 日, 2008 年 3 月 28 日	25 人 25 人
宇宙線研究所共同利用研究発表会	2007 年 12 月 14,15 日(2 日間)	65 人
$E_0 \geq 10^{17}$ eV 領域の宇宙線相互作用研究の新実験計画の検討	2007 年 12 月 16 日	8 人
超高エネルギーガンマ線天体研究会「将来への展望」	2008 年 3 月 18 日	50 人

(資料 23 -9 ：研究所の広報活動一覧)

研究所ホームページ	随時更新
研究所要覧	年１回発行
研究所ニュース	概ね年２回発行
Annual Report（英文)	年１回発行
ICRR Report（英文)	随時発行
「ニュートリノ」一般講演会	毎年１回
一般公開	毎年１回
カレンダー作成・配布	毎年１回

(２)分析項目の水準及びその判断理由

(水準)　期待される水準を上回る。

(判断理由)

本研究所における研究活動は、定常的な観測によって科学的成果を出すフェイズのプロジェクトと、次世代の観測を目指して測定器を建設するプロジェクトとが非常に良いバランスで進行している。また、これらのプロジェクトは立案、建設から解析に至るまで国際的な判断基準で行われ、多くのプロジェクトは国際共同研究であり（資料 23 -3 (1)、P23 -４)、また成果の発表は国際会議及び国際的な学術雑誌への論文の出版という形で行われている。特に、これらのプロジェクトの多くは本研究所がホスト研究機関となって行う国際研究プロジェクトである。これらの研究活動を通して国際的にこの分野に貢献をしている。

また、2006 年に外国人３人を含む８人の委員で行われた外部評価委員会の報告にあっても、多くの研究プロジェクトが、成果を出しているものについてはその質の高さで、準備中のものについてはそのポテンシャルの高さにより高く評価されている（資料 23 -10)。な

お、前項の実施状況で述べたように全国共同利用研究・共同利用についても活発であった。これらの理由から、本研究所は世界の関連研究者コミュニティ及び全国の共同利用研究者が本研究所に期待する科学的研究活動の実施水準を上回ると結論できる。

（資料 23-10：2006 年宇宙線研究所外部評価レポートの抜粋（和訳））

「2006 年宇宙線研究所外部評価委員会報告書」の和訳（抜粋）

B．個別のプロジェクトの評価の要約

委員会は Super-Kamiokande と K2K の最近数年間の科学コミュニティに対する貢献を高く評価する。ニュートリノの固有の性質の多くが明確になった。けれども未だに θ_{13} 角あるいは CP 位相 "δ" のように、将来の実験で決定されるべき重要なパラメータがいくつか残っている。

Super-Kamiokande は、中性子検出に高い感度を持つように測定器を改良することで超新星爆発ニュートリノの観測に備えねばならない。また次世代の長基線ニュートリノ実験（T2K）に対する準備をするべきである。委員会は宇宙線研究所がこの目標に向かって進んでいることを知り喜ばしく思う。

ダークマターの固有の性質を理解すること、あるいはそれが何であるか見いだすことは素粒子物理と宇宙論に深遠な影響を与える。原理的には、それがどのようなものであるかについて、我々はどんな偏見も持つべきでない。しかし実際は検出器のデザインにはガイドラインを必要とするので、ニュートラリーノがダークマターであるとする現在の一般的な考えに従うことは容認できる。この考えに沿って設計されている XMASS プロジェクトは良い計画である。委員会はこのプロジェクトのＲ＆Ｄ活動を評価する。そしてプロジェクトを２つの段階に分けることについて妥当であると理解する。

AGASA は最高エネルギー宇宙線のスペクトルでコミュニティの論争の的となった潜在的にエキサイティングなデータを提供した。現在最も高感度の検出器は南 Auger である。それは Telescope Array（TA）より５倍の感度を持っている。委員会は、２つの検出器がスペクトル測定を異なった方法で行うという点で、相補的であることを理解する：TA は電磁成分に感度のあるシンチレータを使い、Auger は主にミューオン成分に感度のある水タンクを使う。委員会は、北半球に特有な現象が TA を独立の実験でとどまるのを許す場合を除いて、TA グループがある段階で国際共同研究に加入する可能性を除外するべきではないと勧告する。

（次のセクションで記述される）意欲的な Ashra 検出器の評価において、委員会の意見は一致しなかった。全天検出器を持っていることは確かに興味をそそる。しかし感度もまた重要な要素である。Ashra は AGN からのγ線の観測はできても他にできることは多くないかもしれない。しかしながら、委員会はかなり順調に進行中のＲ＆Ｄに好印象を受けた。

CANGAROO Ⅰ と Ⅱ は議論の的となったデータを提供し、コミュニティを駆り立てたので努力の価値があった。CANGAROO Ⅲ はまだこの分野に貢献することができうるが、それには鏡のさらなる改善を必要とする。委員会は、さらにプロジェクトを国際化することによって、グループを強化することを勧める。

委員会は Tibet の空気シャワーアレイがアップグレードした後、100 TeV あるいはそれ以上のエネルギーのγ線の観測に大きく寄与するものと認識する。この努力は他のγ線検出器が観測の閾値を下げる重要性を強調しているのと対照的である。委員会は Tibet アレイが一次宇宙線の組成を決定する研究を強調するべきであることも勧告する。これは古典的な問題であるが、未解決の重要な問題である。

委員会は Sloan Digital Sky Survey （SDSS）の極めて生産的な実績を高く評価する。これは最も成功した国際的、学際的なプロジェクトの１つである。委員会はまた福来氏によってリードされた日本の寄与を評価する。多くの重要な科学的な成果のなかで、宇宙論パラメータの決定、特に宇宙定数の値が WMAP の結果と独立に与えられたことは喜ばしい。

天文学の観測の最後のフロンティアは重力波の観測である。委員会は宇宙線研究所によって先導された日本のグループのＲ＆Ｄの努力、特に低温システムに関するものを評価する。委員会の役割は宇宙線研究所の将来計画を調査することではないが、委員会は宇宙線研究所が低温の干渉計システムの建設のために他の研究所との共同研究、あるいは国際的な共同研究への参加を考えることを強く勧める。

注１：本抜粋は、報告書のうち、「個別のプロジェクトの評価の要約」の部分をそのまま抜き出したものである。

注２：本外部評価委員会は平成 18 年 10 月 19、20 日（２日間）に開催された。

注３：外部評価委員名簿

菅原寛孝（総合研究大学院大学、委員長）
バリー C．バリッシュ（カリフォルニア工科大学）
ジェームス W．クローニン（シカゴ大学）
ヴェルナー ホフマン（マックス-プランク核物理研究所）
小平桂一（総合研究大学院大学）
中井浩二（東京理科大学）
鈴木厚人（高エネルギー加速器研究機構）
田中靖郎（マックス-プランク宇宙物理学研究所）

分析項目Ⅱ　研究成果の状況

(１) 観点ごとの分析

観点　研究成果の状況(大学共同利用機関、大学の全国共同利用機能を有する附置研究所及び研究施設においては、共同利用・共同研究の成果の状況を含めること。)

(観点に係る状況)

本研究所における研究は、研究所教員による研究を含め、そのほとんどが共同利用研究として行われており、学術面において数々の重要な成果を上げている。以下に「学部・研究科等を代表する優れた研究業績リスト」に挙げた業績について説明するが、これらのほとんどは共同利用研究の成果であるとともに、研究成果のごく一部を紹介したものにすぎないことを強調しておきたい。例えば 2004 年 4 月以降に出版された論文のうち、被引用回数 100 回を超える論文は、研究業績リストで挙げた論文以外に 11 編に及ぶ。

世界最高感度の宇宙ニュートリノ測定器 Super-Kamiokande は、数々の重要な成果を生み出している。例えば、大気ニュートリノ振動に関する研究は、ニュートリノの質量が有限であることを示す証拠を示した後もニュートリノ振動の詳細な研究を進め、加速器からのニュートリノの測定から得られた結果、及び太陽ニュートリノを用いたニュートリノ振動の研究と合わせて、素粒子理論及び世界各地のニュートリノ実験の進展に与えた影響は甚大である。この功績により、戸塚洋二元宇宙線研究所長が 2007 年ベンジャミンフランクリンメダルを受賞した。(研究目的「Ⅰ -3 -2)」に対応)

日中協力でチベット高原に設置した空気シャワー検出器による高エネルギー宇宙線の測定は、高地の特性を活かしたユニークな高精度の実験である。例えば、到来方向の異方性の測定は、16 年間にわたる観測に基づき、世界最高の統計量に基づいた成果である。これは宇宙線が銀河磁場とともに回転していることを示し、太陽圏及び銀河系の動的環境の解明につながる重要な結果である。(研究目的「Ⅰ -3 -1)」に対応)

南半球では、日豪協力の下、世界最初の解像型チェレンコフ望遠鏡 CANGAROO による天体からの高エネルギーガンマ線の観測をし、この分野のパイオニアとして、複数のガンマ線天体を発見することに成功している。例えば、銀河中心からのガンマ線の観測は、中心ブラックホール周囲の高エネルギー現象の直接的な証拠であるとともに、その放射の起源が暗黒物質由来である可能性を示唆し、大きな反響を呼んだ。(研究目的「Ⅰ -3 -1)」に対応)

理論的研究は、素粒子物理から宇宙物理にわたる広い領域で融合的に活発に行われている。例えば、宇宙初期に長寿命で重い粒子が存在した場合に、ハドロンへの崩壊によりビッグバンにおける元素合成に与える影響について論じた研究は、種々の理論において予想される各種粒子の特性に一般的な制限を課すもので、広く引用される重要な論文である。(研究目的「Ⅰ -3 -5)」に対応)

SDSS プロジェクトにおいては、ここで蓄積された世界最大の宇宙地図データベースから宇宙の進化や大規模構造及び銀河についての知見を得て、宇宙の発展と宇宙構造形成の標準理論の確立に貢献した。(研究目的「Ⅰ -3 -4)」に対応)

大型低温重力波望遠鏡の建設を目指し、基礎技術の開発を行っているが、その実証のため建設された中規模の干渉計 TAMA300 と米国 LIGO 干渉計との同時観測からは、重力波バースト及び２重中性子星合体の発生頻度に対する上限値を与えることに成功した。(研究目的「Ⅰ -3 -3)」に対応)

(２)分析項目の水準及びその判断理由

(水準)　期待される水準を大きく上回る。

(判断理由)

宇宙線の研究は、20 世紀初頭から長期にわたって素粒子物理学及び天体物理学の発展に大きく寄与してきた研究分野であるが、加速器の発達により素粒子物理学の研究においてはその主役を奪われていた。Super-Kamiokande による宇宙ニュートリノの研究は、加速器を用いない素粒子物理学として新たな研究の切り口を創り出し、数々の重要な成果を上げてきた。この研究は加速器からのニュートリノを観測することによってさらなる進展を見せた。

また、観測装置の高精度化・高感度化により、宇宙線の起源の謎という長年にわたる天体物理学上の大きな問題の解明に多くの手掛かりが得られるようになった。本研究所は、これら多岐にわたる大学共同･国際共同研究のホスト機関あるいは主要な参加機関として、大型装置の建設を通じて研究の進展を担い、前項に紹介したような数多くの優れた成果を通じ、学問の発展に多くの重要な貢献を行ってきた。このことは、平成 18 年秋に行われた外部評価委員会において高い評価を得たことでも明らかである（資料 23-10、P23-9）。世界に類を見ない宇宙線研究に特化した研究所として、これらの成果は、世界の研究者コミュニティ及び全国の共同利用研究者が本研究所に期待する科学的研究成果の水準を大きく上回るものである。

Ⅲ　質の向上度の判断

①事例１「高い研究水準の維持」(分析項目Ⅱ)

（質の向上があったと判断する取組）

スーパーカミオカンデ、CANGAROO、チベット ASγ、SDSS のいずれのプロジェクトも相当数の外国人研究者を擁する大規模な国際共同研究であり、これまで国際的に卓越した研究成果（選定された研究業績リスト参照のこと）をあげ続けている中で、新しい研究設備の整備が進んでいることから､法人化以降､質的に高い水準を維持していると判断される。すなわち、新しい研究設備の整備により、TA 計画ではこの 10 年来謎とされてきた最高エネルギー宇宙線の起源に迫ることが可能となり、2007 年に試験観測を行って 2008 年から本格観測に入ることが可能となった。同様に XMASS 計画では、暗黒物質に関する新たな知見が得られると期待され、2007 年に実験装置の建設が開始された。また、2007 年には大型重力波望遠鏡の基礎となる CLIO 干渉計による試験観測がなされた。これらはいずれも法人化開始時点では存在しなかった研究設備であり、次期中期計画における成果につながるものである。