

21世紀COEプログラム 平成15年度採択拠点事業結果報告書

機 関 名	京都大学		学長名	尾池 和夫	拠点番号	G15
1. 申請分野	F<医学系> G <数学、物理学、地球科学> H<機械、土木、建築、その他工学> I<社会科学> J<学際、複合、新領域>					
2. 拠点のプログラム名称 (英訳名)	物理学の多様性と普遍性の探求拠点 (Center for Diversity and Universality in Physics) —素核・物性・宇宙を統合して推進する研究と教育—					
研究分野及びキーワード	<研究分野: 物理学>(素粒子物理)(核物理)(X線・γ線天文学)(超伝導)(非平衡)					
3. 専攻等名	理学研究科(物理学・宇宙物理学専攻、附属天文台)、基礎物理学研究所、化学研究所、国際融合創造センター(平成19年9月30日改廃)					
4. 事業推進担当者	計19名					
ふりがなくローマ字 氏 名	所属部局(専攻等)・職名	現在の専門 学 位	役割分担 (事業実施期間中の拠点形成計画における分担事項)			
(拠点リーダー) KOYAMA Katsuji 小山 勝二 (62)	理学研究科(物理学・宇宙物理学専攻)・教授	宇宙線物理・理博(京大)	<総括> 宇宙線源・宇宙プラズマ(基3,4)			
(サブリーダー) NISHIKAWA Kouichiro 西川 公一郎 (59)	理学研究科(物理学・宇宙物理学専攻)・教授	高エネルギー物理 Ph.D. (ノースウェスト大)	<主に素核> ニュートリノ振動 (基1,教3) (17.3.31 辞退)			
KUGO Taichi 九後 太一 (59)	基礎物理学研究所・教授	素粒子論・理博(京大)	素粒子大統一理論 (基1,情2)			
KAWAI Hikaru 川合 光 (52)	理学研究科(物理学・宇宙物理学専攻)・教授	素粒子論・理博(東大)	超弦理論・時空創成 (基1,情1)			
IMAI Kenichi 今井 憲一 (61)	理学研究科(物理学・宇宙物理学専攻)・教授	原子核物理・理博(京大)	核子スピン構造 (基2,教4)			
HORIUCHI Hisashi 堀内 昶 (65)	理学研究科(物理学・宇宙物理学専攻)・教授	原子核物理・理博(京大)	原子核構造・反応論 (基2,教5) (H17.3.31 辞退)			
NODA Akira 野田 章 (59)	化学研究所・教授	加速器物理・理博(京大)	加速器、極限状態物理(基2,教5)			
SASAO Noboru 笹尾 登 (60)	理学研究科(物理学・宇宙物理学専攻)・教授	高エネルギー物理 Ph.D.(イェール大)	高輝度ミュオン源 (基1,情3)			
(サブリーダー) YOHIAKAWA Kenichi 吉川 研一 (59)	理学研究科(物理学・宇宙物理学専攻)・教授	生命物理学・工博(京大)	<主に物性> 非平衡開放・非線形系(基4,情2)			
ONUKI Akira 小貫 明 (60)	理学研究科(物理学・宇宙物理学専攻)・教授	統計物理学・理博(東大)	相転移ダイナミクス(基4,教1)			
YAO Makoto 八尾 誠 (55)	理学研究科(物理学・宇宙物理学専攻)・教授 H18.4.1着任	不規則系物理学・理博(京大)	非平衡現象・可視化技術(基4,6)			
TANAKA Kouichiro 田中耕一郎 (45)	理学研究科(物理学・宇宙物理学専攻)・教授	光物性学・理博(京大)	光と物質の高度量子制御(基5,6)			
MIZUSAKI Takao 水崎 隆雄	理学研究科(物理学・宇宙物理学専攻)・教授	低温物理学・Ph.D. (ラトガース大)	超低温・量子凝縮系(基5,教3) (H17.3.31 辞退)			
MAENO Yoshiteru 前野 悦輝 (51)	理学研究科(物理学・宇宙物理学専攻)・教授 (H18.3.31まで国際融合創造センター所属)	低温物理学・Ph.D. (カフォルニア大)	超伝導・新量子凝縮(基5,教3)			
(サブリーダー) TANIMORI Toru 谷森 達 (51)	理学研究科(物理学・宇宙物理学専攻)・教授	高エネルギー宇宙物理・理博 (東大)	<主に宇宙> γ線天体、可視化技術(基3,6)			
NAKAMURA Takashi 中村 卓史 (57)	理学研究科(物理学・宇宙物理学専攻)・教授	天体核物理・理博(京大)	重力波、γ線バースト(基3,教2)			
Mineshige Shin 嶺重 慎 (50)	基礎物理学研究所・教授	宇宙物理学・理博(東大)	ブラックホール現象論(基3,4)			
SHIBATA Kazunari 柴田 一成 (53)	理学研究科(附属天文台)・教授	宇宙プラズマ・理博(京大)	宇宙非平衡プラズマ(基4,6)			
TURU Takeshi 鶴 剛 (43)	理学研究科(物理学・宇宙物理学専攻)・准教授	X線天文学・理博(東大)	X線検出技術・観測(基3,教1)			
5. 交付経費(単位:千円) 千円未満は切り捨てる () : 間接経費						
年 度(平成)	15	16	17	18	19	合 計
交付金額(千円)	160,000	155,000	152,000	159,650 (15,965)	161,000 (16,100)	787,650

6. 拠点形成の目的

極小の素粒子・原子核（素核）、生命も含むマクロ物質そして極大の宇宙、自然はこのように多様な諸階層からなる。系の大きさ（時間、空間的）と構成粒子の量的違いが質的違いを生み、諸階層固有の物理法則、概念や研究方法が展開されてきた。しかし根底には、階層（分野）を超えた普遍法則と概念がある。多様な現象から普遍法則を帰納（類推）し、普遍法則から多様な現象を演繹する。これが物理学の本質である。

普遍性と多様性の共存は、自然科学の新分野や境界領域の創成の根源でもある。理論物理学では、光子の交換から生ずる電磁力の類推から湯川秀樹は中間子を予言し核力の本質を解明した。そこから朝永、坂田など日本の素粒子論が発展し、本専攻が誇る素粒子論に引き継がれ、小林・益川理論が生まれた。

湯川の分野や階層を超えた発想は天体核物理学や生物物理学などの新しい学問領域をも開拓した。前者は林忠四郎により本専攻で開花し、星の進化論のメッカになり、後者は生物物理学の新専攻に引き継がれ、大発展した。福井謙一の化学反応理論や、非線形現象研究は本専攻での基礎研究が契機になっており、京大を世界的研究センターにさせた。

物性物理の超伝導、素粒子の標準理論、原子核や極限天体（中性子星）構造論、宇宙創成の理論などの多様な研究では相転移という共通の概念が、互いに競争、影響を及ぼしあい、時に研究のブレイクスルーすら与えたのである。実験物理学の例では、素核と物性の研究手法を宇宙に適用し、ニュートリノ天文学やX線天文学など新たな宇宙物理学が生まれた（共に、2002年のノーベル物理学賞）。これは分野横断型研究の重要性を実証したものであり、本専攻でも基幹研究分野にしている。

このように独創的な基礎物理学研究、その新展開や新分野開拓には素核・物性・宇宙物理学が統合し、協力する研究・教育環境が特に重要である。本拠点は、基礎物理学全般をカバーし多様な研究を展開しつつ、分野横断協力と相互触発を促し、新分野や境界分野を開拓、推進する。さらにこれら統合的研究から物理学の普遍的法則を探求する。

本拠点は、基礎物理学全般をカバーし多様な研究を展開しつつ、分野横断協力と相互触発を促し、新分野や境界分野を開拓、推進する。さらにこれら統合的研究から物理学の普遍的法則を探求する。主専攻と基研のActivityを融合・統合することにより、さらに高いレベルのCOEを作ること、並びに基研が担ってきた新

分野や分野横断研究と国内外共同研究の牽引車的役割を、実験物理学と教育にも敷衍させ、主専攻と一丸になって新しいレベルのCOEを作ることである。これらは国際的にも格段にユニークで高い競争力をもつ研究と研究者養成（教育）の拠点といえる。具体的には

- 1) 我々が培ってきた個別分野の独創性高い研究の一層の深化を目指し、多様な自然の根幹にせまること、それを軸に分野横断研究や新分野創成へと研究の地平をひろげ、普遍的な物理法則と概念を構築する。
- 2) 先端的課題研究や国内・国際協同研究を強力に進める。そのための人材と予算の重点サポートを行う。また研究の活性化、研究交流促進のため、任期制の拡大を目指しPDF制を大巾に導入する。国際会議、研究集会を主催し、先端研究の情報受発信の世界基地にする。
- 3) 大学院生（若手）を1), 2)の研究環境に主体的に参加させ、基礎物理学の未来を背負う若手、とりわけ高い国際性と国際競争力を身につけた若手研究者集団
- 4) 基礎物理学の普遍性を発展させ、他分野へ有形、無形の波及効果を促す。実用的な科学技術やその基礎を供するだけでなく、人類共有の文化と知の創成拠点をつくる。国際文化都市京都の魅力を十分に生かし基研が支えた共同研究、特に国際共同研究や情報受発信機能を主専攻と一丸となって、理論物理学のみならず、実験物理学や教育面まで拡大し、国際的にも格段にユニークで高い競争力をもつ研究と研究者養成（教育）の拠点にする。

7. 研究実施計画

- 1) ニュートリノ振動と大統一理論から究極理論へ
(素粒子: 西川、九後、川合、笹尾) K2Kニュートリノ振動実験を推進し、さらに建設中の大強度陽子加速器(J-PARC)を用いてニュートリノ混合と質量の精密測定、ニュートリノ振動、荷電・パリティ (CP) 非保存の探索、巨大ニュートリノ測定器を利用した陽子崩壊の探索を推進し、大強度ミューオン発生技術の開発でミューオン-電子変換の可能性を探る。これらの実験を軸に、標準模型を超える新たな体系の発見、即ち自然界の物質と力の統一的描像(大統一理論)を樹立し、現在の宇宙を作った物質-反物質の非対称性の起源を解明する。究極理論と考えられるストリング理論をさらに発展させ、現実の4次元時空の創成・起源解明に挑む。
- 2) 核子スピン異常とクォーク・グルーオン動力学 (原子核: 今井、堀内、野田) クォークが核子のスピンの一部のみ担う「核子スピン異常」の解明のため、RHIC国際協力実験(偏極陽子-陽子衝突プロジェクト)を中心になって推進する。核子内のクォーク・グルーオン動力学を解明する。
- 3) 最高・最大エネルギー、最遠方天体の探査研究 (宇宙: 小山、中村、谷森、嶺重、鶴) X線衛星Astro-E2とTeVガンマ線望遠鏡CANGAROO計画をすすめ、宇宙最高エネルギー(宇宙線)源の同定、加速機構を解明する。宇宙最大エネルギー爆発、最遠方天体(ガンマ線バースト、活動銀河、銀河核、新ブラックホールなど)の起源、機構解明にせまる。宇宙観測の最後の窓を開発する。即ち、重力波プロジェクトを理論面からささえ、観測天体と現象を予測する。偏極硬X線とMeVガンマ線撮像技術を開発し、X線偏光や π 中間子崩壊によるガンマ線(MeV)を検出し、ブラックホール最近傍の時空構造に迫る。
- 4) 非平衡開放系のダイナミクス (宇宙・物性: 小山、柴田、嶺重、吉川、小貫) 非平衡開放系は宇宙、物性共通に存在する。非定常性が著しい磁場が支配的な系(太陽表面、星形成領域、ブラックホール近傍)や化学反応が支配する天体形成や天体活動等の動的現象に非平衡開放系の概念で切り込み、実験室での非平衡開放系(生命など)の研究と協力し、この分野の飛躍的發展を図る。
- 5) 新量子凝縮相の物理と光・物質の高度量子状態制御 (物性・素核: 前野、水崎、堀内、田中) 世界で初めてスピン三重項超伝導を確認した実績を活かし、

超伝導の新現象・新凝縮機構の開拓と解明を目指す。また液体ヘリウム、中性子星、原子核物質など多階層にまたがる超流体の物理法則の統一理解を進める。さらに新たな量子凝縮相の実現と、非平衡開放系での相転移ダイナミクスの研究との連携により、相転移研究の新領域を展開する。固体の光誘起相転移、量子揺らぎ制御、気体原子ボーズ凝縮体生成など、巨視的物質の超精密光制御の成果を発展させ、「マクロな物質系と光の量子相関ネットワーク」を構築し、量子情報処理から究極的物理計測による素粒子の基本的対称性の検証まで幅広い基礎研究を進める。

- 6) 極限状態の可視化技術の開発 (全領域: 谷森、田中、柴田、嶺重、今井) 素粒子、宇宙初期、ブラックホールから、ボーズ凝縮体の相転移現象、生体物質の動的構造、ナノ電子構造などの極限状態をX線、 γ 線、ニュートリノ、テラヘルツ波、磁気共鳴映像法(MRI)など広範囲で実験・理論両面からの可視化技術を開発する。これは研究を支える基盤技術だけでなく、広い応用性と実用性をもつ。

研究支援・交流・情報発信に関して

- 1) 国際研究集会: 滞在型の国際研究集会、ワークショップ、国際シンポジウム等を、毎年開催し、研究成果受発信機能を果たすとともに、研究者の国際性向上と国際競争力を涵養する。
- 2) 研究評価と支援: 研究発表を毎年行い、成果評価をおこなう。それに基づき、研究の再改編や、研究費、人的資源(ポスト、PDF、TA、RA)を重点配分し、緊急かつ重要な課題にダイナミックな支援をする。
- 3) 人的交流: 教官公募制を堅持し世界に開放する。既に部分的には実行しているが任期制の大幅拡大を目指し、全国公募のPDFの大幅導入も行う。こうして国内外の研究所・大学との相互交流の拠点にする。
- 4) 各種測定装置開発(透過型X線CCD・MeVガンマ線カメラの開発、ニュートリノ散乱3D測定装置の開発等)、各種実験(K2K、偏極陽子-陽子衝突実験、光制御ボーズ凝縮体の生成実験等)、及び理論研究(ストリング理論の定式化、ガンマ線バーストなどの極限天体の理論、非平衡磁気プラズマのダイナミクスの解明、スピン三重項超伝導の機構等)の諸事業を継続・発展させ、名実ともにCOEとしてふさわしい研究を行う。

8. 教育実施計画

本拠点は高等教育（学部）の使命を自覚し、大学、企業、その他多様な機関での科学技術の研究者のみならず、深い科学的造詣を備えたジャーナリスト、アナリスト、行政官など、科学技術立国を担う多様な人材の育成のため、専門性と、広い見地で事象を俯瞰する総合能力の養成教育をする。また国や地域社会での科学教育、啓蒙活動に積極的に寄与し、国民の知的関心、リテラシー向上に貢献する。大学院教育では、独立した研究者に必須な研究遂行能力の修得を目標にする。未開の課題を設定する創造力、問題解決に必要な分析力、研究のプロセスを組み立て、結果を論理的に記述、表現する論理能力である。さらに研究への集中力、持続力、実行力などの総合能力も育成する。このため、物理学・宇宙物理学専攻のみでなく協力講座の教育資源、特に基礎物理学研究所のもつ国内外研究教育との交流機能を最大限有効活用する。最先端研究者やグループ中で揉まれることにより専門分野に閉じず、他分野や境界分野への対応能力も養う

1) 大幅で開かれたPDF制度の導入：独創的ですがすぐれた基礎物理学研究は若い時期に集中している。研究に専念できる有能な若手を支援するため、既にPDF制度を試行し、多くの有能な候補者がいることが分かった。そこで本拠点は、自由な研究を認める大幅なPDF制度を導入する。採用は世界に公募し、分野に捕らわれない広い視野で選考する。また本拠点の基幹プログラムの人的支援と高度な物理学研究課題による実践的な研究者育成も兼ねたプロジェクト志向型PDFも導入する。全てのPDFには適時、評価をおこない、各人に最適化した研究費や研究環境等の援助で最大限の研究、教育成果を引き出す。

2) 若手主体研究推進：専門分野と分野の枠を超えた先駆的研究を担い、主導する独立した若手研究者養成のため、院生やPDFの個人・共同研究を内部公募し、複数（3-4/年）厳選し立ち上げ、遂行する。

3) 国際性養成プログラム：基礎物理学は国際性が高く、常に国際協力や国際競争に晒される学問である。従って国際競争力ある若手の養成を目指し、英語をベースにした論理構築、記述、説明、発表、討論などの能力を養成する。恒常的な情報交換、発信は国際協力の遂行、国際競争力の向上、国際社会での正当かつ公正な評価を得るのに必須であり、これが国際的に通用

する研究者の養成につながる。

そこで、

a) 博士課程の在学中に最低1回は国際会議で英語での口頭発表させ、海外渡航援助をおこなう。年1回以上、国際シンポジウムを主催する。組織委員や口頭発表に若手も積極的に起用し、海外研究者との英語による交渉、研究の論理的な分析、英語による記述、説明能力の実践教育を行う。若手の恒常的な情報交換、発信で若手の国際的知名度を向上させ、研究拠点との相互訪問を拡大させる。

b) 上記国際シンポジウムには海外から優秀な院生を招待して発表の機会を与え、若手研究者間の相互啓発をさせる。また来日する世界トップレベルの研究者に長期滞在をお願いし、特別講義やセミナーなどで若手教育にも貢献してもらおう。世界的研究者が与える有形無形の教育効果は大変大きい。海外講師、客員教授を招き、かれらの講義に単位を認める。英語による講義、セミナーも導入する。博士論文は英文とし、内容はWeb等で容易に世界の目にとまるようにする。

c) 多くの国際共同実験の機会を最大限生かし、若手研究者の相互参加を奨励、支援する。共同実験は寝食を共にする程緊密であるが故に、実験物理学若手の最適な国際性養成の実践教育として捉える。

4) Teaching Assistant (TA)、Research Assistant (RA)：TAとRAを大幅に導入し、その活動を適時評価しつつ恒常的な活性化を促す。これは学部学生への少人数教育のみならず、後輩への指導で院生自身の物理学の正確で深い習得につながる。また後輩との交流は人間性の涵養、広がりある人間を育て、専門研究者のみならず、広く、深い科学技術に造詣をもつ社会人や教師、ジャーナリスト、アナリスト、行政官などの専門家の養成にとっても有意義なものになる。

5) 社会・学校教育への寄与（教5：小山、柴田、野田）科学技術立国を担う多様な人材の再開発、国民の知的関心、リテラシー向上、理科教育の改善のため、市民講座や講演会を物理学会、天文学会、その他の関係団体と協力しつつ適時開催する（例えば、既に附属天文台で実行している定期講演会を、他大学や公共の科学センターと共催などして充実、発展させる）。中高校の理科教員の研修、意見交換や相互啓発の場を設ける。教科書、雑誌や、新聞などへの科学記事の執筆を奨励、サポートする。

9. 研究教育拠点形成活動実績

①目的の達成状況

1)世界最高水準の研究教育拠点形成計画全体の目的達成度

物理学の多様性と普遍性の探求を目的とした本研究教育拠点の目標は十分に達成した。

1: 卓越した研究者群をより有機的に統合(研究・教育面で)させ人的・予算的・組織的な重点支援を行うことで、基盤分野での高いActivityをさらに向上させ、日本の基礎物理学の研究を名実共に支え、世界をリードするCOEに発展させた。本拠点では教官人事は完全に全国公募制を採用しており、任期制(基研)も導入し研究・人事交流で全国の先駆となり、常に新たな血をいれることを心がけてきた。

2: 研究交流の実績を、国内に閉じず広く世界にまで広げ、国際協力が常態の基礎物理学に必須の高い国際性と国際競争力ある研究の拠点に発展することである。高い研究活動に裏打ちされた実践的教育を通して、将来を担う国際的な若手研究者の養成をした。

3: 専門性を極めるのみでなく、専門、分野の枠を越えた先駆的研究を担い、あるいは主導する独立した若手研究者が育ち、全国、さらに世界への人材供給源として、基礎物理学の発展と新展開につなげた。

2)人材育成面での成果と拠点形成への寄与

若手主体研究による自主性の向上、博士課程での国際会議英語発表の定着、世界トップレベルの研究者の招聘と彼等への英語レポート制度の定着、外国人講師の導入、英語による講義の拡充(全て単位を認定する)、国際共同実験の実施とそれを活用した国際性向上などで、国内、海外でも活躍する卓越した若手研究者の恒常的供給源として欠かせない存在になる。

3)研究活動面での新たな分野の創成や、学術的知見等

1: 長基線実験でニュートリノ振動を検証し、結果を再現する大統一理論やストリング理論の新展開を目指す。前者は国際協同実験だが、本拠点からはプロジェクト代表者を出し、主要なパートを担うなど中心的役割をはたす。後者は素粒子究極理論の樹立を目指すものであり、基礎物理学の中心的課題である。

2: 大強度加速器で宇宙創成時の極限状態を再現し、素・核と宇宙を結ぶ壮大なシナリオの樹立をめざす。これは本拠点の特徴の一つ、統合型研究の指折りの学術的成果になろう。また統合研究では物質や生命体構

造解析の新展開が期待でき、可視化技術の進展とあわせ、広い汎用性と高い実用性につながる。

3: 硬X線、MeVガンマ線、重力波天文学など新分野の宇宙物理学が創設される。ガンマ線バースト源、最高エネルギー宇宙線源、ブラックホール、重力波の発など、それら構造と機構の解明が期待される。これは人類の想像を越える極限宇宙の認識と理解である。

4: 多粒子系の新量子凝縮(スピン3重項)の発見、法則が解明される。ソフトマター、生命現象の非線形現象のダイナミクス解明が進む。これらは新素材や物質新機能の発見であり、高い実用的価値もある。

4)事業推進担当者相互の有機的連携

研究面では、非平衡開放系は宇宙、物性共通に存在する。非定常性が著しい磁場が支配的な系(太陽表面、星形成領域、ブラックホール近傍)や化学反応が支配する天体形成や天体活動等の動的現象に非平衡開放系の概念で切り込み、実験室での非平衡開放系(生命など)の研究と有機的な連携がうまれた。また他部局も包含する宇宙科学の総合的研究の機運がたかまり、本学に宇宙総合学研究ユニットが創設された(ユニット長は本COEリーダー)。

教育その他の運営に関しては、初めて教室横断型の委員会、実施組織が形成され、大学院入試の統一化、セミナー、談話会の統合化がおこなわれた

5)国際競争力ある大学づくりへの貢献度

期間中に国際学会約40回を開催、出席者総数6400名(うち外国人1700名)など、国際的な発信力ある専攻になった。また期間中に学士院賞、1人、紫綬褒章2人、仁科記念賞2人、朝日賞1人を受けるなどの多くの研究者が高く評価された。

6)国内外に向けた情報発信

以下の事業を通して、情報発信をおこなった。

「宇宙と物質の神秘に迫る-物理科学最前線-」
後援: 京都新聞社、物理教育学会、天文教育及研究会、京都市教育委員会、京都府教育委員会
第1回「目で見えない宇宙の探求」参加者150名
第2回「量子の世界」参加者420名
第3回「極限状態を見る」参加者150名
第4回 市民講座「非平衡の世界」参加者270名
第5回「物理科学のこれから」参加者230名

公開講演会「限りない未知への挑戦」-高校生
のための物理-

公開講演会「相転移とはなんだろう？-宇宙・
物質のなりたち-

記念講演会「21COEの夢と現（うつつ）」
特別講演会「科学の光と影-スペースシャト
ル・コロンビアに学ぶ」

公開講演会「楽しむ科学教室～科学は感動の世界～」5回の 市民講座「宇宙と物質の神秘に迫
る ～物理科学最前線～」を開催し、アウリー
チ活動をおこなった。

一般向け教養書

小山勝二、嶺重慎（編集）

ブラックホールと高エネルギー現象、日本
評論社、初版 2007/6/20

小山勝二、川合光、佐々木節、前野悦輝、太田
耕司、量子の世界、京都大学学術出版会、
2006/12/15

奥田治之、祖父江義明、小山勝二

天の川の真実、誠文堂新光社、初版
2006/6/2

小山勝二、舞原俊憲、中村卓史、柴田一成
見えないもので宇宙を観る、京都大学学術出版
会、初版 2006/2/15

吉川研一 共著、

光と物理学』第10章：光で操るミクロの世界ー
レーザーが創り出す非平衡散逸系、京都大学学
術出版会 175-191（2007）

宇宙と生命の起源』第11章：生命・物理現象と
多様性、岩波ジュニア新書（2004）

報道発表

青学大と京大 炭素ケイ素で超伝導発見 ホ
ウ素混ぜ、材料を合成（日経産業新聞、10月19
日（10面））

宇宙と物質の神秘 最新の学説を紹介 30日
京大（京都新聞、朝刊9月4日）

新型ブラックホールを「すぎく」衛星が発見
毎日新聞、朝日新聞、NHK放送、西日本新聞、
時事通信、中国新聞、共同通信、他

「ぬれの科学」新素材開発に道（日経産業新聞、
7月8日）

京大理学部物理学教室 宇宙線研究室 暗黒
物質探索実験紹介記事（朝日1月12日夕刊、朝
日（関西）1
月19日夕刊）

X線天文衛星「すぎく」で宇宙の謎解きに挑む
（赤旗1月24日）

天の川中心で300年前大爆発（赤旗12月7日朝刊、
産経新聞12月7日朝刊）

「すぎく」超新星に迫る-明月記にも登場明る
さ史上最高（京都新聞12月7日朝刊、NHKニュ
ース12月6日

、京都新聞電子版12月7日、読売新聞大阪12月7
日朝刊、読売新聞東京12月9日夕刊）

おおぐま座銀河の”帽子”1万個爆発（東京新
聞12月7日朝刊、京都新聞12月7日朝刊、共同通
信12月6日、読売新聞東京12月7日朝刊、読売新
聞大阪12月7日

夕刊、朝日新聞電子版12月8日、朝日新聞大阪
12月8日夕刊、朝日新聞大阪12月10日朝刊）

11月11日の市民講座の案内（京都新聞10月26
日朝刊）

8月1日の3.8m望遠鏡計画発表（京都新聞8月2
日朝刊）（朝日新聞8月2日朝刊）ほか毎日、
読売、日経、産経。

定家記した超新星 1000年後の姿と「すぎく」
毎日新聞（2006/4/16）、京都新聞（2006/4/19）、
朝日新聞（2006/5/1）

川合光教授「紙上特別講義」物質の根源をめぐ
る理論--朝日新聞掲載（2006/4/9）

エックス線天文衛星「すぎく」半年で成果
続々：読売新聞（4月3日）

第三回市民講座、「宇宙の神秘」を解説：京
都新聞（11月15日）、京都新聞電子版（11/15）
三角格子上のスピンの新しい無秩序量子状態
の発見：京都新聞（9月9日 28面）、読売新聞
（9月9日 2面）朝日新聞夕刊（2005/8/26、9/2）

超巨大ブラックホールからのガスの流れ、
KBS及びNHKで放送、朝日新聞（8月5日夕刊 13
面）、京都新聞（8月5日 30面）、産経新聞（8
月5日 31面）、日刊工業新聞（8月5日 29面）、
日経新聞（8月5日 34面）、毎日新聞（8月5日 2
面）及び読売新聞（8月10日 28面）。

偏光で陽子数に変化. がん治療装置小型化へ光
明：京都新聞（2005/7/6）、日経産業新聞
（2005/7/6）、産経新聞（2005/7/7）、電気新
聞（2005/7/7）

口径3メートル望遠鏡計画 京大など岡山
で：朝日新聞（2005/5/11）

超巨大ブラックホールの隠された活動性--可

視光フレアの発見--：NHKニュー(2005/03/28)
太陽表面をスーパーコンピューターで再現：京
都新聞(2005/3/24).
COE講演会の案内と様子：京都新聞(2005/2/16),
毎日新聞(2005/2/16)、京都新聞(2005/2/3),
朝日新聞(2005/2/2)
第2回市民講演会、宇宙や超伝導、最先端科学
解説：京都新聞(2004/10/26)
太陽の様子映して調べた：京都新(2004/8/17)
来い重力波：朝日新聞(2004/8/7)
ニュートリノの質量 存在の確率 99.99%：毎
日新聞(2004/6/22)
本格的な人口細胞を作成(吉川教授)：京都新聞
(2004/1/9)
第1回市民講演会、ブラックホールに思いは
せ：京都新聞(2003/12/7)
発生前からフレア観測：朝日新聞(2003/10/11)
X線などで宇宙を解明(宇宙線研究室)：毎日
新聞(2003/7/2)
謎の宇宙大爆発キャッチ：毎日新(2003/6/19)

7) 拠点形成費等補助金の使途について(拠点形 成のため効果的に使用されたか)

全般に極めて効果的に使用された。とりわけ
TA, RA, 国際会議開催、PDF、院生、PDの国際会
議派遣など、研究者養成と国際化に有効であっ
た。

②今後の展望

基礎物理学であるが故に他分野へ有形、無形の波及効
果が今後期待できる。物性物理学ではスピン3重項超
伝導物質、低次元物質、レーザー冷却研究は新特性の
素材開発や加工技術につながる。

素核、宇宙の実験には最先端技術開発が必須であり、
X線CCD、放射線撮像素子、その他可視化技術や加速
器技術は医療や物質構造診断の最先端技術につな
がる。このように本拠点は先端技術開発と応用でも社会
貢献できる。

実用性のみに限らず、基礎物理学の成果や概念は人類
共有の貴重な文化財である。本拠点は物理学会、天文
学会と協力し、公開市民講演会、講座などを行い、基
礎物理学の意義や価値、研究成果を広く社会に還元し、
国民の知的探究心に応えるとともに、科学技術立国に
ふさわしい自然科学への高いリテラシーをもつ市民
や精神風土の醸成にも貢献し、個性輝く大学(研究
科・専攻、研究所)として寄与する。この方向性を絶

やすことなく、より強力に進めたい。

③その他(世界的な研究教育拠点の形成が学内 外に与えた影響度)

本COE内の連携が契機になり、部局も横断する
研究有機体宇宙総合学ユニットが創設さ
れたことは特筆に値する(ユニット長は本COE
リーダー)。

21世紀COEプログラム 平成15年度採択拠点事業結果報告書

機 関 名	京都大学	拠点番号	G15
拠点のプログラム名称	物理学の多様性と普遍性の探求拠点 - 素核・物性・宇宙を統合して推進する研究と教育 -		
1. 研究活動実績			
この拠点形成計画に関連した主な発表論文名・著書名【公表】			
<ul style="list-style-type: none"> ・事業推進担当者(拠点リーダーを含む)が事業実施期間中に既に発表したこの拠点形成計画に関連した主な論文等〔著書、公刊論文、学術雑誌、その他当該プログラムにおいて公刊したもの〕) ・本拠点形成計画の成果で、ディスカッション・ペーパー、Web等の形式で公開されているものなど速報性のあるもの 著者名(全員)、論文名、著書名、学会誌名、巻(号)、最初と最後の頁、発表年(西暦)の順に記入 波下線() : 拠点からコピーが提出されている論文 下線() : 拠点を形成する専攻等に所属し、拠点の研究活動に参加している博士課程後期学生 			
<p>・ <u>Koyama, Katsuji, Tsunemi, Hiroshi, Dotani, Tadayasu, Bautz, Mark W., Hayashida, Kiyoshi, Tsuru, Takeshi Go, Matsumoto, Hironori, Ogawara, Yoshiaki, Ricker, George R., Doty, John, and 36 coauthors,</u> <u>X-Ray Imaging Spectrometer (XIS) on Board Suzaku, PASJ, 59S, 23-33, 2007</u> ・ <u>T.G. Tsuru, S. Takagi, H. Matsumoto, T. Inui, K. Koyama, H. Tsunemi, K. Hayashida, E. Miyata, T. Dotani, M. Ozaki, H. Awaki, S. Kitamoto and T. Kohmura,</u> <u>The development of a back-illuminated supportless CCD for SXI onboard the NeXT satellite, Nucl. Instr. and Meth. A, 541 392 – 397, (2005)</u> ・ <u>Y. Sumino, N. Magome, T. Hamada, K. Yoshikawa,</u> <u>Self Running Droplet: Emergence of Regular Motion from Nonequilibrium Noise,</u> <u>Phys. Rev. Lett., 94 068301 (2005)</u> ・ <u>I, Isobe, H., Miyagoshi, T., Shibata, K., and Yokoyama, T.,</u> <u>Filamentary Structure on the Sun from the Magnetic Rayleigh-Taylor instability,</u> <u>Nature, 434, 478-481 (2005)</u> ・ <u>M. Yamashita, A. Matsubara, R. Ishiguro, Y. Sasaki, Y. Kataoka, M. Kubota, O. Ishikawa, Yu. B. Bunkov, T. Takagi, T. Ohmi and T. Mizusaki,</u> <u>Pinning of Texture and Vortex of Rotating B-like Phase of Superfluid ³He Confined in 98 % Aerogel, Phys. Rev. Lett. 94, 75301-1-4 (2005)</u> ・ <u>Makoto Kobayashi, T. Kugo and Tatsuya Tokunaga</u> <u>Electric Dipole Moments of Dyon and 'Electron', Prog. Theor. Phys. 118 (2007), 921 – 934.</u> ・ <u>Hideki Hirori, Masaya Nagai, and Koichiro Tanaka,</u> <u>Destructive interference effect on surface plasmon resonance in terahertz attenuated total reflection, Optics Express 13, 10801-10814 (2006).</u> ・ <u>Kiki VIERDAYANTI, Shin MINESHIGE, Ken EBISAWA and Toshihiro KAWAGUCHI</u> <u>Do Ultraluminous X-Ray Sources Really Contain Intermediate-Mass Black Holes?</u> <u>Publ. Astron. Soc. Japan25,915-923, 2006 October 25</u> ・ <u>H. Kawai and T. Suyama</u> <u>Some Implications of Perturbative Approach to AdS/CFT Correspondence, Nucl. Phys B789 (2008) 209-224</u> ・ <u>A Adare, K. Imai, Y. Fukao, N. Saito, K. Tanida et al. 2007</u> <u>Inclusive cross section and double helicity asymmetry for pi0 production in p+p collisions</u></p>			

- at $\sqrt{s}=200\text{GeV}$: Implications for the polarized gluon distribution in the proton.
 Phys. Rev. D76, 051106(1-7) (2007)
- K. Miuchi, K. Hattori, S. Kabuki, H. Kubo, S. Kurosawa, H. Nishimura, Y. Okada, A. Takada, T. Tanimori, K. Tsuchiya, K. Ueno, H. Sekiya, A. Takeda ,
 Direction-sensitive dark matter search results in a surface laboratory, Phys. Lett. B65, 4 58-64, (2007)
 - J. Nix, J. K. Ahn, Y. Akune, V. Baranov, M. Doroshenko, Y. Fujioka, Y. B. Hsiung, T. Inagaki, S. Ishibashi, N. Ishihara, H. Ishii, E. Iwai, T. Iwata, S. Kobayashi, T. K. Komatsubara, A. S. Kurilin, E. Kuzmin, A. Lednev, H. S. Lee, S. Y. Lee, G. Y. Lim, T. Matsumura, A. Moiseenko, H. Morii, T. Morimoto, T. Nakano, T. Nomura, M. Nomachi, H. Okuno, K. Omata, G. N. Perdue, S. Perov, S. Podolsky, S. Porokhovoy, K. Sakashita, N. Sasao, H. Sato, T. Sato, M. Sekimoto, T. Shinkawa, Y. Sugaya, A. Sugiyama, T. Sumida, Y. Tajima, Z. Tsamalaidze, T. Tsukamoto, Y. Wah, H. Watanabe, M. Yamaga, T. Yamanaka, H. Y. Yoshida, and Y. Yoshimura,
 First search for $KL \rightarrow \pi^0 \pi^0$,
 Phys. Rev. D 76, 011101-011105 (R) (2007)
 - M. H. Ahn, E. Aliu, S. Andringa, S. Aoki, Y. Aoyama, J. Argyriades, K. Asakura, R. et al.
 Measurement of neutrino oscillation by the K2K experiment, Physical Review D 74, 072003 (2006).
 - Y. Funaki, A. Tohsaki, H. Horiuchi, P. Schuck and G. Ropke
 Resonance states in ^{12}C and α -particle condensation, Eur. Phys. J. A 24 321-342 (2005)
 - T. Shirai, M. Ikegami, S. Fujimoto, H. Souda, M. Tanabe, H. Tongu, A. Noda, K. Noda, T. Fujimoto, S. Iwata, S. Shibuya, A. Smirnov, I. Meshkov, H. Fadil, and M. Grieser,
 One dimensional beam ordering of protons in a storage ring, Phys. Rev. Lett. 98, 204801 (2007).
H. Murakawa, K. Ishida, K. Kitagawa, Y. Ihara, Z. Q. Mao and Y. Maeno,
 Ru-101 Knight Shift Measurement of Superconducting Sr_2RuO_4 under Small Magnetic Field Parallel to the RuO_2 Plane, *J. Phys. Soc. Japan.* **76** (2), 024716-1-12 (Feb. 2007)
 - H. Kajikawa, S. Takahashi, M. Iwakoshi, T. Hoshino and M. Yao,
 Sound Velocity and Attenuation in the Semiconductor-Metal Transition Region of Fluid Selenium,
J. Phys. Soc. Jpn. 76 (2007) 14604-1-11.
 - Ryo Yamazaki , Daisuke Yonetoku and Takashi Nakamura,
An off-axis jet model for GRB980425 and low-energy Gamma Ray Bursts, *Astrophys. J. Letters* 594 L79-L82 (2003)
 - Akira Onuki,
 Dynamic van der Waals theory, Phys. Rev. E 75 (2007) 036304

国際会議等の開催状況【公表】

(事業実施期間中に開催した主な国際会議等の開催時期・場所、会議等の名称、参加人数(うち外国人参加者数)、主な招待講演者(3名程度))

- Stellar-Mass, Intermediate Mass, and Supermassive Black Holes H15:10/28-10/31
京都市国際交流会館183人(69人) Ramesh Narayan・I. F. Mirabel・Richard Mushotzky
- The 8th International Conference on Clustering Aspects of Nuclear Structure and Dynamics
H15:11/24-11/29 奈良県新公会堂 194人(67人) Y.Akaishi・H.Akimune・A.Arima
- 湯川国際セミナー(YKIS2004)「強相関電子系の物理」 H16:11/1-11/19
京都大学基礎物理学研究所 170人(65人) T. M. Rice・D. Agterberg・D.K. Morr
- The 14th worksho on General Relatively and Gravitation H16:11/29-12/3
京都大学基礎物理学研究所 R.Sari・F.A. Rasio・M.Ando
- 湯川国際セミナー2005:アインシュタインの遺産とその新しい展開 H17:6.27-7.29
京都大学基礎物理学研究所 70人(47人) Inoue Kaiki・Marco Bruni・David Wands
- Nanobeam 2005-微細ビーム形成によるコライダー物理とその他の応用の可能性の追求
H17:10.17-10.21 京都大学科学研究所 104人(41人) Seryi・G.Blair・D. Urner
- 第6回Solar B 科学会議
H17:11.8-11.11 京都市国際交流会館 140人(75人) V.Hansteen・R. Stein・A. Title
- Noncommutative geometry and space-time in physics H18:11/11-15
西宮市夙川公民館 京都大学基礎物理学研究所 85人(32人) G. Amelino-Camelia・A.P. Balachandran・R. Brandenberger
- 第13回小角散乱国際会議(SAS2006) & Satellite meeting of SAS2006 H18 7/9-7/15
京都国際会館・京大会館 511人(276人) Jean-Paul Simon・Thomas Cirving・Roland P May/
サテライト:D. Richter・Moonhor Ree・P. Fouquet
- The Extreme Universe Probed with Thermal and Non-Thermal Radiations - The First Suzaku
Conference in the millennium of SN1006- H18:12/4-12/8 京都テルサ 398人(183人)
Rashid Sunyaev・Guenther Hasinger・Chris Done
- 第17回SPIN物理国際会議 H18:10/2-10/7 京都大学百周年時計台記念館 308人(178人)
John Ellis・Jens Erler・Yuri Shatunov
- New Frontiers in QCD - Exotic Hadrons and Hadronic Matter (YKIS06) H18 11/20-12/8
京都大学基礎物理学研究所 191人(71人) R. L. Jaffe・Helmut Satz・Wolfram WEISE
- 量子流体・量子固体に関する国際シンポジウム(QFS2006) H18:8/1-8/6
京都大学百周年時計台記念館 255人(123人) S. Van Sciver・R. Hulet・J. Sauls
- International workshop on "Nuclear Structure: New Pictures in the Extended Isospin Space
H19:6/11-6/14 京都大学基礎物理学研究所 120人(43人) Nigel Orr・Thomas Neff・Achim Richter
- International CAWSES Symposium H19:10/23-10/27
京都大学百周年時計台記念館 180人(41人) S. K. Avery・M. Geller・E. N. Parker
- 湯川国際セミナー(YKIS2007)「低次元系の多体相関効果とナノ構造の物理」 Interaction and
nanostructural effects in low-dimensional systems 19:11/5-11/30
京都大学百周年時計台記念館 180名(41人) Ian Affleck・Frederick Haldane・Dieter
Vollhardt

2. 教育活動実績【公表】

博士課程等若手研究者の人材育成プログラムなど特色ある教育取組等についての、各取組の対象（選抜するものであればその方法を含む）、実施時期、具体的内容

ティーチングアシスタント(TA)の導入

平成16年度からティーチングアシスタント(TA, 教務補佐員)を採用し、理論演習、講義、課題演習(学部3年生対象)、課題研究(学部4年生対象)の補助にあてた。このTAシステムの導入は京都大学物理教室の21COEプロジェクトに固有の試みであり、その効果については検証が必要であると判断し、複数回の綿密な調査を行った。その結果、TA制度が学部教育に良い影響を与えただけではなく、TAとして働いた京都大学物理専攻の大学院生にとっても大変大きな教育的な効果をあげた、海外での国際会議派遣、論文投稿料の補助、成果論文

厳正な審査の下に「海外での国際会議への派遣」と「本COEの研究成果としての学術論文に対する投稿料の補助」を行った。前者は、主として大学院生やポスドクなどの若手研究者に対して、国際的な研究の動向を直接体験させることで、将来的に、国際的なレベルの研究者に育成することを目的として行った。後者は、研究活動の重要な基盤である学術論文の公表に対する支援であり、投稿料の補助を行うことで、研究に専念できる環境をつくり、研究活動の恒常化を促した。

海外での国際会議への派遣

D1以上の大学院生とポスドク研究員を含めたCOE構成員が、「比較的大きな規模の国際会議での口頭発表」を原則として、海外での国際会議への派遣を行い、それに要する必要最低限度の、渡航費用、滞在費、および参加費に対する補助を行った。申請者には、申請者自身の研究発表の内容や形式(招待講演・口頭発表・ポスター発表)以外にも、国際会議の詳細なデータ(会議名・主催機関・国名・場所・開催期間・参加者数などの規模・組織委員会メンバー・プログラム・Proceedingsの有無)を申請書類として提出させ、厳正な審査を行った上で派遣を承認した。海外に派遣されたCOE構成員は、帰国後に・帰国後すぐに、明確な文書として「国際会議成果報告書」を提出すること。・帰国後、公開の「成果報告会」において、発表と質疑応答を含む、各々30分間程度の成果報告を行うこと。・成果報告会では、発表者は、自分の専門分野の研究の動向についての解説も含め、国際会議で発表した研究の内容を、専門外の研究者にも分かるように行うこと。・どの程度研究交流ができたかなど、国際会議で得られた成果を具体的に示すこと。の報告を義務つけた。

派遣された大学院生には「国際会議での研究発表は初めて」という者も多く、若手研究者の多くにとっては、世界レベルの研究のフロンティアに触れる、非常に貴重な経験であり、彼等の研究の将来的な発展にも大きく役立ったと思われる。成果報告会は、院生・ポスドクを含む全てのCOE構成員に連絡・告知した上で、COEスタッフメンバー、および、様々な研究室のスタッフやポスドク・院生等が出席する「公開の報告会」という形式で行った。成果報告会では、発表者が、自身の専門分野の動向も含めた研究内容の説明を、専門外の研究者にも分かるように行うことで、専門分野の枠を越えて「自分の研究の学術的意味」を広い視野から考える機会を与えた。また、成果報告会自身が、特定の専門分野の枠を越えた交流の場として、特に、専門的な研究に特化しがちな若手研究者の多くにとって、意味のある貴重な場であったと言える。

COE 研究員

第1 回目のPDF 10名、6名、以後、平成19年前期まで年2回の採用を行い、常時10数名が在籍し、のべ32名が採用された。これに加えて、理学部リサーチフェローとして採用されたのべ11名。PDF の研究成果は毎年、成果発表会で口頭発表し、同時に研究成果報告書を提出してそれをNews Letter に掲載公表するものとした。研究成果の評価は、成果発表会での発表にもとづいて行われた。

21世紀COEプログラム委員会における事後評価結果

(総括評価)

設定された目的は十分達成された

(コメント)

拠点形成計画全体については、広範囲の専門分野を含み、普遍法則という物理学の基本を発展させる国際的研究教育拠点であり、分野横断的研究、新分野創生、国内外の協同研究、若手・大学院生の主体的な研究などで活発な研究教育活動が行われており、評価できる。

人材育成面については、自主性の向上、国際会議での発表や国際共同実験による国際性の向上など、自立した研究者育成が図られており、評価できる。

研究活動面については、海外から多くの研究者が参加する国際会議などが活発に行われ、COEに相応しい研究活動と情報の交流が行われており、評価できる。今後の持続的な努力により、ニュートリノ、ダークマター、素粒子・核・宇宙を結ぶ壮大なシナリオ樹立など、具体的な新しい成果を含め、新分野の創成や分野横断の学術的知見を期待する。

補助事業終了後の持続的展開については、大学としての支援体制整備により、持続的な展開及び今後の成果を期待する。