

科学研究費補助金研究成果報告書

平成25年6月2日現在

機関番号： 14401
 研究種目： 特定領域研究
 研究期間： 2006 ～ 2012
 課題番号： 18071007
 研究課題名（和文） フレーバー物理の新展開（総括班）

研究課題名（英文） New Developments of Flavor Physics (Coordinating Group)

研究代表者
 山中 卓 (Yamanaka, Taku)
 大阪大学・大学院理学研究科・教授
 研究者番号： 20243157

研究成果の概要（和文）：クォークとレプトン両者のフレーバー混合の過程を世界最先端の加速器・測定技術を用いて精密測定するとともに、実験と理論の両面から総合的・有機的に研究するために、特定領域研究「フレーバー物理の新展開」を推進した。この特定領域研究に「総括班」を設けて様々な活動を行うことにより、研究計画間の連携を深め、フレーバー物理の分野を発展させ、幅広く成果や知識を還元させた。

研究成果の概要（英文）：Grant-in-Aid for Scientific Research on Priority Areas: “New Developments of Flavor Physics” was executed to study the quark and lepton flavor mixings from both the experimental and theoretical sides. The experiments used the world’s best accelerator facilities and detector techniques to make high sensitivity and high precision measurements. Coordinating Group was formed to enhance communication between experimental and theoretical groups, to advance the flavor physics field, and to feed back the newest knowledge to the general public.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006 年度	4,600,000	0	4,600,000
2007 年度	4,600,000	0	4,600,000
2008 年度	4,600,000	0	4,600,000
2009 年度	4,600,000	0	4,600,000
2010 年度	4,600,000	0	4,600,000
2011 年度	4,600,000	0	4,600,000
総計	27,600,000	0	27,600,000

研究分野：素粒子物理学実験

科研費の分野・細目：物理学・素粒子・原子核・宇宙線・宇宙物理

キーワード：ニュートリノ混合、クォーク混合、現象論的素粒子論

1. 研究開始当初の背景

20世紀の素粒子物理学の最大の成果は、自然界の3つの基本相互作用である電磁力、強い力、

弱い力をゲージ対称性に基づいて統一的に理解したことである。一方、万物の究極の構成粒子と考えられるクォークとレプトンに関する種

類や質量などの理解は、未だ得られていない。

当時は、クォークやレプトンのフレーバーに関する研究が独立に行われており、その間の密接な情報交換や連携はなかった。

2. 研究の目的

上のことを踏まえ、特定領域研究「フレーバー物理の新展開」を発足した。この特定領域研究は、クォークとレプトン両者のフレーバー混合の過程を世界最先端の加速器・測定技術を用いて精密測定するとともに、実験と理論の両面から総合的・有機的に研究することによって、クォークとレプトンの統一的な描像を得る事である。

本報告書の対象は、この特定領域研究の「総括班」である。総括班の目的は、この特定領域の研究計画の間の連携を深め、フレーバー物理の分野を発展させ、幅広く成果や知識を還元させることである。

3. 研究の方法

本特定領域研究は、6つの計画研究(実験5+理論1)と公募研究とからなる。実験の5つの計画研究(A1-5)は、現存する国内外の粒子ファクトリー加速器(Kファクトリー、Bファクトリー、トップファクトリー、ニュートリノファクトリー)を使って「フレーバー物理の新展開」を推進した。理論研究(A6)は実験データをもとに、どのような事象に注目すべきか、現在の測定値からどのような理論的考察ができるかなどについて、独創的研究を推進した。

本報告書で報告する「総括班」は、特定領域の研究会を毎年開催して、計画研究間の情報交換と連携を深め、公募研究をサポートすることによって、フレーバー物理の分野の裾野を広げ、国際会議の開催や発表をサポートすることによって成果を世界に発信し、公開講座などを開いて、フレーバー物理や素粒子について一般市民に対するアウトリーチ活動を行った。

4. 研究成果

- (1) 研究会の開催: 総括班は、各計画研究の間の情報交換と連携を深めるために、以下の特定領域「フレーバー物理の新展開」研究会を毎年開催した。

- ① 研究会 2007: 2007年3月16, 17日, 京都市左京区。参加者48名、発表件数21件。
- ② 研究会 2008: 2008年2月21, 22日, 宮城県仙台市作並。参加者50名、発表件数22件。
- ③ 研究会 2009: 2009年3月9, 10日, 愛知県額田郡幸田町。参加者60名、発表件数22件。
- ④ 研究会 2010: 2010年2月22-24日, 茨城県東茨城郡大洗町。参加者80名、発表件数39件。
- ⑤ 研究会 2011: 2011年7月1-3日, 三重県三重郡菰野町。参加者65名、発表件数35件。
- ⑥ 研究会 2012: 2012年7月6-8日, 奈良県吉野吉野町。参加者58名、発表件数24件。

参加者も発表者も学部生から教授まで幅広く、自由に質問や議論を行った。2010年からは、大学院生が座長を務めて大学生だけが発表を行う若手セッションを開いた。若手セッションでの発表件数は2010年が17件、2011年が16件であった。また、2009年には米国 Fermilab から本研究とは関係のない2名の研究者を招聘し、Fermilabでのニュートリノプログラムや研究所の将来計画について発表してもらうとともに、本研究全体の外部評価をして頂いた。

また、研究会では研究計画の代表者と事務局で集まり、研究の進展や予算の状況、運営の方針などについて情報交換と議論を行い、研究計画間の連携を強めた。

- (2) 会議の共催: また、フレーバー物理の領域を発展させるために次の会議を共催した。
 - ① CKM2006 – The 4th Workshop on the CKM Unitarity Triangle, 2006年12月12-16日, 名古屋大学。
<http://ckm2006.hepl.phys.nagoya-u.ac.jp/>
 - ② PD07 – International Workshop on New Photon-Detectors, 2007年6月27-29日, 神戸大学。
<http://www-conf.kek.jp/PD07/>

- ③ 研究会「SuperKEKBが拓く物理」, 2007年11月12日, 秋葉原ダイビル。
<http://superb.kek.jp/skekb-ja/>
- ④ 3rd International Workshop on Nuclear Emulsion Techniques, 2008年1月24-25日, 名古屋大学。
<http://flab.phys.nagoya-u.ac.jp/workshop/2008/>
- ⑤ KAON09 - 2009 Kaon International Conference, 2009年6月9-12日, つくば国際会議場。
<http://kaon09.kek.jp/>
- ⑥ PD09 - International Workshop on New Photon-Detectors, 2009年6月24-26日, 信州大学。
<http://www-conf.kek.jp/PD09/>
- ⑦ CPV from B Factories to Tevatron and LHCb, 2010年9月1-2日, 東北大学。
<http://www.tuhep.phys.tohoku.ac.jp/bmix2010/>

(3) 旅費の援助: その他、国内外で開かれた国際会議や学会などで成果発表する学生やスタッフのために、旅費の援助を行った。

(4) 情報公開: 本特定領域の意義や成果を研究者や国民に広く知ってもらうために、総括班の予算を用いて人を雇って本特定領域のホームページを一新し、研究項目の説明、状況報告、講演会や研究会などをまとめた。

URL アドレスは <http://osksn2.hep.sci.osaka-u.ac.jp/~flavor/>。

(5) 一般向け講演会: さらに、一般の人々に広くフレーバー物理を知ってもらうために、特定領域の研究者が以下の講演会や講座などで講演を行った。リストは「5. 主な発表論文等の [その他] を参照のこと。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計2件)

- [1] 野村 正, “J-PARC Flavor Program”, Flavor Physics and CP Violation 2011 (招待講演), 2011年5月27日, Kibbutz Maale Hachamisha (イスラエル).
- [2] 小林 隆, “Near and far future at J-PARC neutrino beam”, 2nd International Workshop towards the Giant Liquid Argon Charge Imaging Experiment (GLA2011) (招待講演), 2011年6月7日, Jyväskylä (フィンランド).

[図書] (計4件)

- [1] 山中 卓, “K中間子”、「素粒子物理学ハンドブック」、山田作衛、相原博昭、岡田安弘、坂井典祐、西川公一郎編、朝倉書店(2010)、ISBN978-4-254-13100-0, pp. 343-354.
- [2] 日笠健一, “電弱統一理論”、「素粒子物理学ハンドブック」、山田作衛他編(朝倉書店, 2010), pp. 170-191.
- [3] 中村光廣, 「宇宙史を物理学で読み解く」-素粒子から物質・生命まで-, 中野敏行 著、福井康雄監修、2010年5月、名古屋大学出版会, pp.52-72.
- [4] K. Hikasa, “Weak Interaction” in *Encyclopedia of Applied High Energy and Particle Physics*, edited by R. Stock (WILEY-VCH, Weinheim, Germany, 2009), pp. 147-168.

[その他]

1. ホームページ: <http://osksn2.hep.sci.osaka-u.ac.jp/~flavor/>

2. アウトリーチ活動:

- ① 小林隆、KEK 公開講座 J-PARC で探るニュートリノの世界
2011年12月3日(土), 高エネルギー加速器研究機構(KEK) 小林ホール
<http://kouza.kek.jp/index.html>
「謎の素粒子ニュートリノ日本縦断300km - T2K 実験 -」

- ② 日笠健一、東北大学祭 2010 研究公開講演
2010 年 10 月 31 日 (日), 仙台市 東北大学川内キャンパス
<http://www.festa-tohoku.org/kenkyu.html>
「極微の宇宙のシンメトリー」
- ③ 金信弘、科学講演
2009 年 11 月 07 日 (土), 静岡県立沼津東高等学校
「ビッグバン宇宙の極初期を高エネルギー粒子加速器で探る－質量起源のヒッグス粒子を探して－」
- ④ 棚橋誠治、第 17 回名古屋大学理学懇話会
2009 年 6 月 13 日 (土), 名古屋大学野依記念学術交流館カンファレンスホール
<http://www.sci.nagoya-u.ac.jp/kouhou/16/ura.html>
「余剰次元への扉を開く」
- ⑤ 棚橋誠治、第 8 回三省堂サイエンスカフェ in 名古屋
2009 年 2 月 14 日 (土), 三省堂書店名古屋テルミナ店
<http://www.books-sanseido.co.jp/event/sc/history/8in.html>
「素粒子における対称性と新たな次元」
- ⑥ 日笠健一、東北大学サイエンスカフェ第 46 回
2009 年 4 月 24 日 (金), 仙台市 せんだいメディアテーク
<http://cafe.tohoku.ac.jp/event/no46/index.html>
「極微のシンメトリー－素粒子の世界：ノーベル賞と残された謎」
- ⑦ 棚橋誠治、愛知県図書館企画講演 小林・益川の理論とは？
2008 年 12 月 14 日 (日), 愛知県図書館 5 階大会議室
<http://www.aichi-pref-library.jp/tenji1.html>
「小林・益川の理論とは？」
- ⑧ 日笠健一、GCOE 市民講座ノーベル賞がわかる－小林・益川と南部の理論
2008 年 12 月 13 日 (土), 仙台市 仙台国際センター
<http://www.scienceweb.tohoku.ac.jp/publicj/?p=300>
「素粒子と対称性」
- ⑨ 金信弘、平成 20 年度 K E K 公開講座加速器科学の新展開
2008 年 10 月 25 日 (土), 筑波大学春日キャンパス
<http://www.kek.jp/koukaikouza/2008/>
「質量起源のヒッグス粒子を探して」
- ⑩ 棚橋誠治、ノーベル賞受賞記念特別講演会 小林・益川の理論とは？
2008 年 10 月 10 日 (金), 名古屋大学野依記念学術交流館カンファレンスホール
http://www.hepl.phys.nagoya-u.ac.jp/tau_center/KM_seminar.html
「小林・益川理論の解説 小林益川理論と実験的証明」
- ⑪ 日笠健一、財団法人高エネルギー加速器科学研究奨励会第 24 回特別講演会
2008 年 10 月 10 日 (金), 東京都千代田区 アルカディア市ヶ谷
「LHC が拓く究極の物理」

6. 研究組織

(1) 研究代表者

山中 卓 (Yamanaka, Taku)
大阪大学・大学院理学研究科・教授
研究者番号：20243157

(2) 研究分担者

大島 隆義 (OSHIMA, Takayoshi)
名古屋大学・大学院理学研究科・特任教授
研究者番号：00134651

金 信弘 (KIM, Shinhong)
筑波大学・数理物質科学研究科・教授
研究者番号：50161609

西川 公一郎 (NISHIKAWA, Koichiro)
高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所・教授
研究者番号：60198439

丹羽 公雄 (NIWA, Kimio)
名古屋大学・大学院理学研究科・名誉教授
研究者番号：80115617
(2009年度まで)

中村 光廣 (NAKAMURA, Mitsuhiro)
名古屋大学・素粒子宇宙起源研究機構・准教授
研究者番号：90183889
(2010年度から)

日笠 健一 (HIKASA, Kenichi)
東北大学・大学院理学研究科・教授
研究者番号：20208739

中家 剛 (NAKAYA, Tsuyoshi)
京都大学・大学院理学研究科・教授
研究者番号：50314175