



東北大学 GCOE プログラム

物質階層を紡ぐ科学フロンティアの新展開

Weaving Science Web beyond Particle-Matter Hierarchy

vol.5 September 2009

Scienceweb

特集

ハイパー原子核の世界に魅せられて… …5

連載

新規採用された助教へのインタビュー…15

第四回 物理学専攻 小池武志 物理学専攻 根村英克

“物質階層を紡ぐ科学フロンティアの新展開” ニュース…2

平成 21 年度 セミナー一覧 (4 月～ 8 月) …4

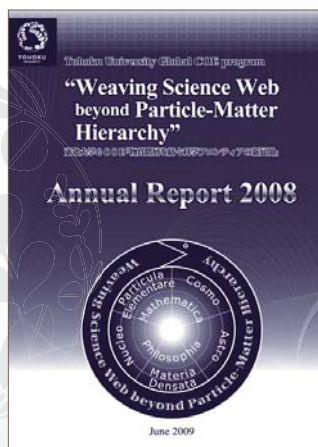
卓越した研究拠点から 新たな融合科学の構築を目指して—

2009年 5月
GCOEセミナーを記録しています

Scienceweb GCOEでは、2009年度4月からのGCOE講義を映像として記録しています。

2009年 6月
平成20年度の年次報告 出版

平成20年度のScienceweb GCOEの活動内容をまとめた年次報告が出版されました。



2009年 6月13日～14日
「お部屋の中で星空散策
～プラネタリウム製作&天体教室～」

日時：6月 13日 14日 13:30～16:00
会場：日本科学未来館
講師：小貫 良行 助教（東北大学 理学研究科）



→講演中の小貫助教（東北大学）

2009年9月29日
講演会「キュリー家とジョリオ＝キュリー 放射能から核物理学まで」

日時：2009年9月29日 16:00～17:30
会場：東北大学理学部大講義
講師：Professor Dr. Hélène Langevin-Joliot
（パリ大学原子核研究所）※講演通訳付き
主催：東北大学理学研究科
共催：女性研究者育成支援推進室
問い合わせ先：理学研究科広報室 022-795-6708

要旨：
講師のエレーヌ ランジュバン＝ジョリオは、ピエール＆マリ キュリーの孫娘で、フレデリック＆イレーヌ ジュリオ・キュリーの娘である。1898年のピエール＆マリ キュリーによるラジウムの発見、1934年のフレデリック＆イレーヌ ジュリオ・キュリーの人工放射能の発見と偉大な発見に女性がかかわっていたことは科学界・一般社会を驚かせた。放射能研究は天体物理学、生物学、医学において新しい展望を開き、原子核物理においては核分裂と連鎖反応の発見が核エネルギーの可能性を開いた。こうした優れた発見を当時の科学の流れに照らして紹介し、彼らキュリー一家にまつわる仕事と人柄について語る。

講演会 主催 東北大学理学研究科
キュリー家とジョリオ＝キュリー家
放射能から核物理学まで
 Professor Dr. Hélène Langevin-Joliot
 (パリ大学原子核研究所)

会場：東北大学 理学部大講義
 日時：2009年9月29日(火)16:00～17:30

- ・挨拶 花輪公雄(理学研究科長・理学部長)
- ・講師紹介 坂井光夫(東京大学名誉教授)
- ・講演 通訳付き

要旨：ピエール＆マリ キュリーの孫娘であり、フレデリック＆イレーヌ ジョリオ＝キュリーの娘である物理学者ランジュバン＝ジョリオ博士が、彼らの研究の中でも、もっとも優れた発見を当時の科学の流れに照らして紹介することで、彼らの仕事と人柄について語る。
 1898年のピエール＆マリ キュリーによるラジウムの発見は、科学界だけでなく一般社会をも驚かせた。それは、この発見に女性がかかわっていたこと、ラジウムから発する放射線が驚異的に強いものであったことによる。1940年までラジウムは放射線研究と原子核物理学の主要な役割を果たしてきた。また、ガン治療のためにも使われてきた。また、1934年フレデリック＆イレーヌ ジョリオ＝キュリーは人工放射能を発見した。彼らの発見は天体物理学、生物学、そして医療において新しい展望を開き、また、原子核物理学においては核分裂と連鎖反応の発見が核エネルギーの可能性を開いた。

共催：GCOE「物質階層を紡ぐ科学フロンティアの新展開」
<http://www.scienceweb.tohoku.ac.jp/>
 女性研究者育成支援推進室
<http://www.morihime.tohoku.ac.jp/>

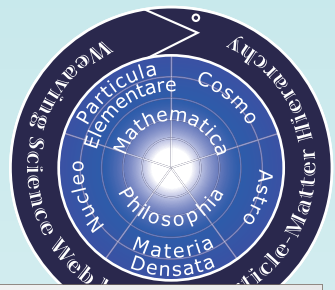
問い合わせ先：
 理学研究科広報室
 Tel: 022-795-6708

UPCOMING EVENTS

NEWS

EVENTS

東北大学 GCOE プログラム「物質階層を紡ぐ科学フロンティアの新展開」が行った活動の中から、2009年4月から8月までの主なものをピックアップしました。
 この他にも多数のセミナーやイベントが開催されるなど、活発な活動が行われました。
 活動の詳細は Scienceweb GCOE ウェブサイトに掲載されていますので、ぜひご覧ください。
<http://www.scienceweb.tohoku.ac.jp/>



2009年 6月 3日～4日 第一回素粒子天文「観測的宇宙論の進展2009」 融合研究会



日時：6月3日 10:20～17:30
 6月4日 10:20～15:30
 会場：青葉山キャンパス
 理学部総合棟743号室

←講演中の小松准教授（テキサス大学）

- ・重力波について
 伊藤 洋介 助教（東北大学 理学研究科）
- ・重力レンズについて
 住 貴宏 助教（名古屋大学 太陽地球環境研究所）
- ・宇宙ガンマ線について
 戸谷 友則 准教授（京都大学 理学研究科）
- ・Some unsolved problems in cosmic structure formation
 吉田 直 特任准教授（東京大学 数物連携宇宙研究機構）
- ・non-Gaussianityについて
 小松 英一郎 准教授（テキサス大学テキサス宇宙論センター）

EVENTS

2009年 8月22日 講演と討論の会「学問・芸術と社会」

日時：8月22日 13:30～18:00
 場所：工学部 青葉記念会館 5階501号室
 共催：学術文化同友会「アルスの会」



■第一部 講演
 司会：田村裕和教授（東北大学 理学研究科）

- ・趣旨説明
 中井 浩二 氏（アルスの会代表幹事）
 井上邦雄教授（東北大学 理学研究科）
- ・カントと学問・芸術
 石川 文康 教授（東北学院大学 教養学部）
- ・知の統合はいかにして可能か
 野家 伸也 教授（東北工業大学 人間科学部）

■第二部 パネル討論会
 テーマ「アルスへの回帰」
 司会：横山広美（アルスの会幹事）

- パネリスト：
- 伊達宗行名誉教授（大阪大学）
 - 野家啓一教授（東北大学 文学研究科）
 - 石川文康教授
 - 野家伸也教授
 - 中井浩二氏

EVENTS

2009年9月30日 中学・高校生向け特別講義「キュリー家およびジョリオ・キュリー家と科学」

日時：2009年9月30日 13:30～15:00
 会場：川内キャンパス・マルチメディアホール
 主催：科学者の卵養成講座
 参加資格：どなたでも参加できます。特に中学生、高校生は歓迎です。
 ※定員に達した場合は参加を受付できない場合があります。
 あらかじめご了承ください。

参加のお申込み先：
 東北大学大学院 生命科学研究所 教務係内
 「科学者の卵 養成講座」実行委員会
 022-217-5706
 E-mail: lif-kyom@bureau.tohoku.ac.jp

問い合わせ先：理学研究科広報室 (tel) 022-795-6708

特別講義 科学者の卵養成講座
 対象：中・高校生(参加無料)
 2009.9/30 (wed) 東北大学川内キャンパス・マルチメディアホール
 13:30～15:00 (開演時)
 キュリー一家およびジョリオ・キュリー一家と科学
 エレン・ラング・ラングの科学者
 17時30分～18時30分
 主催：東北大学 生命科学研究所 教務係内
 022-217-5706
<http://www.ige.tohoku.ac.jp/mirai/>

研究分野を超えた連携研究の 促進を目指して——

本 GCOE では、学生のためのセミナー・講義を数多く開催しています。
国内外から各分野の最先端の研究に携わる講師を招き、
専門分野の枠にとらわれず活発な議論を行うなど、
新たな融合科学の創成をうながし、
社会のイノベーションに寄与する人材の輩出を推進するべく、
積極的な活動を行っています。

写真は平成 21 年 6 月 17 日 ”量子時計で検証する物理基礎定数” 講演中の
Dr. Tanja Mehlstaubler / QUEST at Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Germany



“原子を利用したニュートリノ質量分光”

日時：7月29日 16:00~17:30
講師：笹尾 登 教授 / 岡山大学

“Quark-Gluon Plasma at BNL-RHIC”

日時：7月3日 17:00
講師：小沢 恭一郎 氏 / 東京大学大学院理学系研究科

“半導体ナノスピントロニクスのマテリアルデザインと実証”

日時：6月23日 16:20~17:50
講師：吉田博氏 / 大阪大学

“A Ly-alpha Narrow Band Survey at z=7.7 with WIRCam/CFHT”

“赤外線広視野カメラとCFHT望遠鏡を用いたL α 輝線による宇宙再電離時代z=7.7における銀河探査”

日時：6月18日 13:30~15:00
講師：Dr. Pascale Hibon / Korean Institute for Advanced Study

“Test of fundamental physics with optical clocks”

“量子時計で検証する物理基礎定数”

日時：6月17日 16:00~17:30
講師：Dr. Tanja Mehlstaubler / QUEST (Quantum Engineering and Space and Time Physics) at Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Germany

“XMASS実験とその準備状況”

日時：6月11日 15:00~16:30
講師：森山 茂栄 准教授 / 東京大学宇宙線研究所

“Critical-like behavior associated with glass transnition”

日時：6月9日 14:40~16:10
講師：田中 肇 教授 / 東京大学生産技術研究所

“Density dependent relativistic Hartree-Fock theory and the applications”

題目：(大学院講義室 I) 日時：6月2日 16:00
講師：Wenhui Long 氏 / 北京大学 / 東北大学

“Neck linker docking coordinates the kinetics of kinesin's heads”

日時：5月29日 13:30
講師：Imre Derényi 氏 / Department of Biological Physics, Eötvös University, Hungary

“対称性の破れに起因する内包化合物クラスレートの特異な物性：Why glass-like though crystalline?”

日時：5月28日 16:30
講師：中山 恒義 氏 / (財)豊田理化学研究所, 北海道大学名誉教授

“Electronic properties of pristine and doped graphene layers from angle-resolved photoemission spectroscopy”

日時：5月19日 13:15~14:30
講師：Alexander Grüneis 氏 / University of Vienna, Austria and Leibniz Institute for Solid State and Materials Research, Dresden, Germany

“Quantum transport in Si two-dimensional systems”

日時：5月14日 16:00~17:30
講師：高品 圭 氏 / NTT物性科学基礎研究所

“The GSI Oscillation”

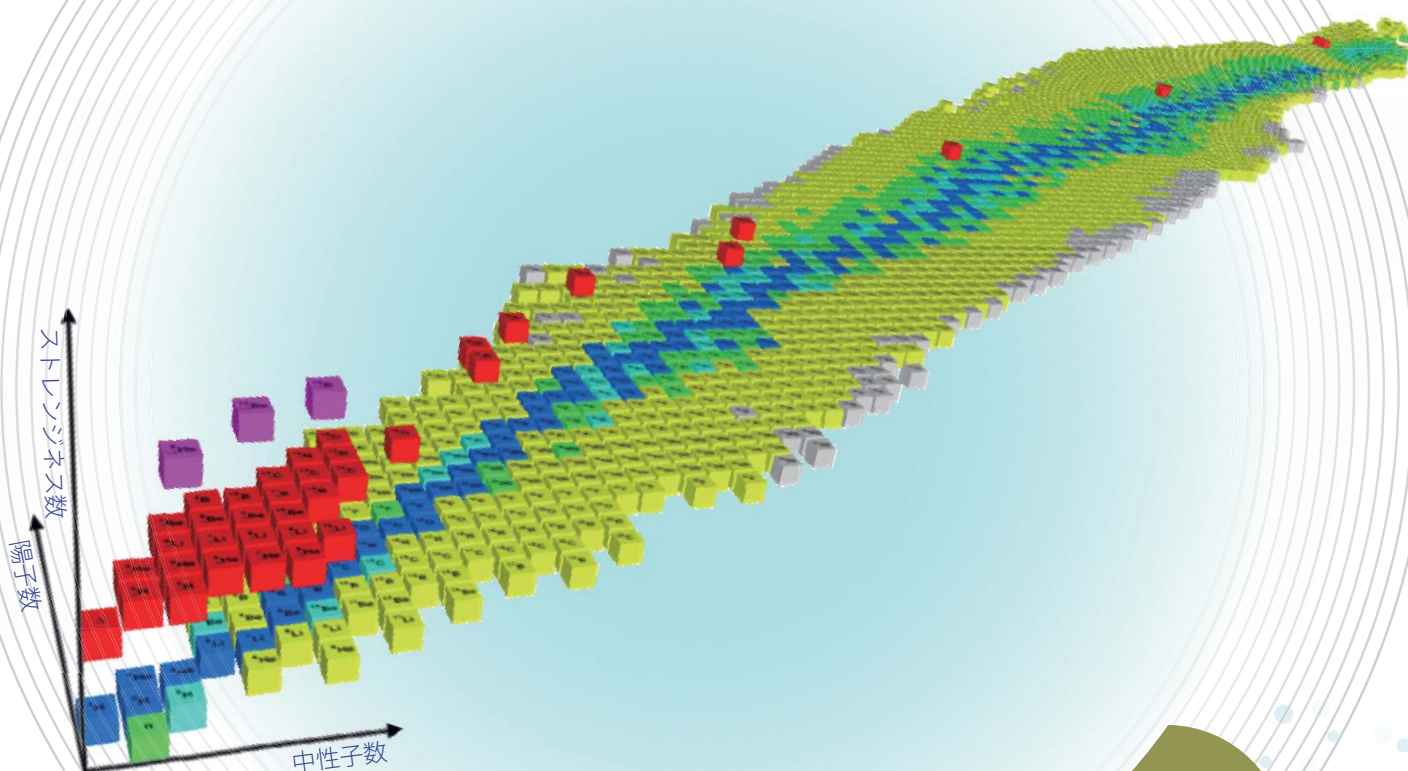
日時：4月10日 16:30~18:00
講師：大坪 隆準教授 / 新潟大学

“QUIET実験 - インフレーション宇宙論の実験的検証をめざす -”

日時：4月10日 15:00~16:30
講師：田島 治 助教 / KEK素粒子原子核研究所

ことばで紡ぐサイエンス・ウェブ—第四回

ハイパー原子核の 世界に魅せられて...



S クォークを含み
三次元に拡張
された核図表

「原子核は陽子と中性子から出来ている、とするのは古い物質観です。」

そう言われて、驚く人も少なくないのではないのでしょうか。

ハイパー原子核—ストレンジクォークを含む特殊な粒子

「ハイペロン」を含んだ原子核—の研究が注目を集めています。

加速器を使ってハイパー原子核を人工的に作り出し、その性質を精密に測定することで
宇宙や物質の成り立ちの理解がすすむと期待されているためです。

今回は、このハイパー原子核物理の研究に携わる学生達を取り上げます。

実験物理学研究～卵～

日常生活を送っている中で「それって何で?」「それって何者?」と思うことは多々あると思います。逆に「あたりまえじゃん」と思うこともあるでしょう。身の回りの疑問や、あたりまえのあたりまえである所以を、うまく説明してくれるカギの一つが物理です。字の如く「物」の「理(ことわり)」追求する学問です。

人類が思考力をもって以来抱き続けてきた疑問の一つが、「我々の身体も含めこの世界は一体何でできているのか?」という事です。物質を構成する基本物質がはたして存在するのか?それが存在するのであれば一体何であるのか?紀元前350年頃、古代ギリシアのアリストテレスは火・空気・水・土を4大元素と考えました。さすがに今このように考える人はいないでしょう。今日では、基本粒子としてクォーク・レプトンが挙げられています。クォークはアップ、ダウン、チャーム、ストレンジ、トップ、ボトム(u,d,c,s,t,b)の6種、レプトンは電子、ミュー粒子、タウ粒子、電子ニュートリノ、ミューニュートリノ、タウニュートリノの6種が考えられています。原子核を構成している核子はクォーク3つで構成されています。陽子は uud, 中性子は udd です。このようにクォーク3つで構成されている粒子をバリオン(重粒子)といいます。またクォーク2つで構成される粒子も存在し、これをメソン(中間子)といいます。バリオン・メソンをまとめてハドロンと呼びます。簡単に階層構造で言いますと、クォークが核子を構成し、核子が原子核を構成します。その原子核と電子(レプトン族)で原子が構成され、原子が分子を作り、それらが集まり物質を構成するのです。

基本粒子としてクォーク・レプトンを挙げられましたが、一体どれくらいの大きさの話なのでしょう。実は、核子の大きさが $1/1000000000000000(10^{-15})$ [m] 程度の世界のお話しです。私たちの目ではもちろん見る事ができないとても小さい世界です。このような極めて小さな世界の探索には、現在「加速器」というものを用いるのが主流です。標的に加速器で加速した粒子を衝突させて反応して生成された粒子や散乱された粒子を粒子検出器で検出するスタイルです。最近では、加速器は大きいもので円周27kmにも及ぶものもあります。極めて小さい世界の探索に、とても大きい実験施設が必要であるというのは面白い事です。

加速器を用いて衝突実験を行うと普通とは違う特別な原子核を生成することが可能となります。ハイパー原子核と呼ばれるものが存在します。核子は普通、u,dクォークで構成されますが(陽子 uud, 中性子 udd), s(ストレンジ)クォークを含む特殊な核子をハイペロンといい、そのハイペロンを含む原子核をハイパー原子核と呼ぶのです。ハイペロンにも種類があり、その中で一番質量が軽いものを Λ (ラムダ)粒子(sud)といいます。

ハイパー原子核の研究は2つに大別されます。中間子ビームを用いる実験と電子ビームを用いる実験です。1990年代までは中間子ビームを用いるハイパー核分光実験がKEKやBNLなどで行われ成果を上げました。電子ビームを用いた実験は2000年に世界で初めて米国ジェファーソン研究所で行われました。それまでなぜ電子ビームを用いた実験が行われなかったかという、実験的な致命的デメリットが存在していた為です。そのデメリットを克服する連続電子線加速器CEBAFがジェファーソン研究所に作られたのが、電子ビームを用いたハイパー核分光実験の始まりとなりました。

(e,e'K⁺) 反応を用いた Λ ハイパー核の研究

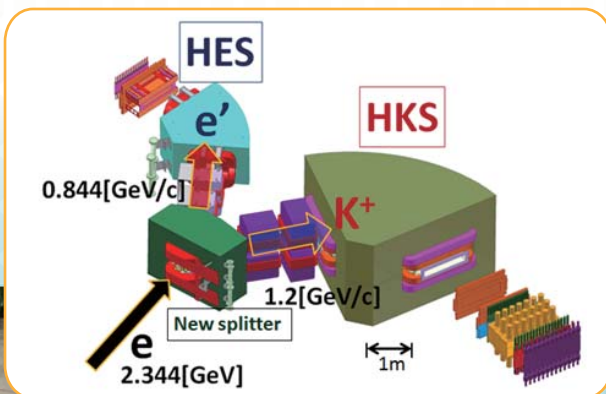
Λ 粒子は「奇妙さ」(ストレンジネス)という量子数をもった粒子で、通常自然界には存在しません。そこで、加速器を使って加速した粒子を使って人工的に生成する必要があります。

電子線ビームを用いた最初の Λ ハイパー核生成実験は、東北大学を中心とした国際共同実験としてジェファーソン研究所で行われ、大きな成果をおさめました。新しい実験で、通常核の研究では明かにできない核子間に働く核力の性質を明らかにし、バリオン間相互作用(強い相互作用)へと拡張することを試んでいます。

主にスプリッター・HES・HKSと呼んでいる

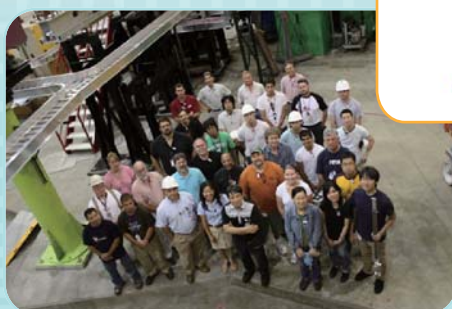
3つの大きな磁石で構成されている

↓図1 第三世代実験のセットアップ

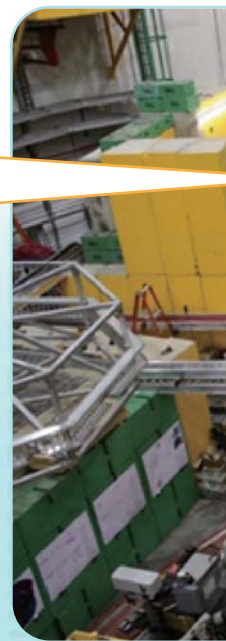


実験セットアップ中の写真→

写真手前から電子ビームが入射し、スプリッター磁石内の標的と反応しハイパー核が生成される。これらの物をちゃんとした位置に置くだけで数カ月を要する。



実験ホールで撮った集合写真



我々は、アメリカのジェファーソン研究所で研究を行っています。前述の連続電子線加速器 CEBAF により加速された電子ビームを標的に衝突させてハイパー核を生成します。ハイパー核の生成反応に伴い生成された K 中間子と散乱電子を粒子検出器でとらえます(図1 第三世代実験のセットアップ)。それらの情報からハイパー核の情報を引き出し、原子核内のハイペロンの振る舞いなどを調べます。2000年・2005年と実験を行い質量数 $A=28$ までのハイパー核の測定を行い、成果を出しました。2009年夏、第三世代に当たる実験がおこなわれます。第三世代実験では、 $A=52$ までに及ぶさらに広い質量範囲のハイパー核精密測定を行います。この実験で、ハイパー核の性質などの情報をたくさん引き出せることは間違いないでしょう。

まだこの研究室に配属されて1年余りですが、その中でたくさんの勉強をさせていただきました。もちろん鉛筆と紙を使う勉強もですが、その他に多々の仕事を任せられその経験の中での勉強です。検出器の設計・部品/材料発注・組立、その検出器の性能テストを行い、得られたデータのコンピュータを用いた解析、またコンピュータを用いた実験シミュレーション。今は実験直前の準備中で、狭い隙間にもぐりこんだり、梯子に登ったりしながらの配線等を行っています。実験準備を進めていく中ですべてがうまくいく訳ではありません。「どこぞで真空が漏れている!」「配管から水が炸裂した!」「干渉しちゃってものが置けません!」・・・など。その度に皆で話し合い、策を考え解決に導いていきます。実験を成功させ物理を得るために、なんでも屋と化しあらゆる知恵・技術を駆使するのです。普段は躍りになって研究をしていますが、顧みるとそれらの経験の中で多くの勉強をさせてもらっているなと思います。そして、少しずつではありますがそれらが力になっているのを感じます。

私は主にアメリカで研究をさせてもらっています。国外での研究での良い所の一つとして、外国の文化が学べる事が挙げられると思います。実際に異国の人や文化に触れると、本や写真では見えないものが見えてきます。異文化に触れることにより返って日本文化を強く意識するようにもなりました。その文化の背後にある歴史に興味を持ち、調べたり考えたりして楽しんでいます。研究所ではたくさんの知り合いや友達と研究をし、意見の交換をしたり、休日になると共に遊んだりもします。これらの刺激は研究生活をさらに楽しくする要因の一つとなっています。

このような研究生活の環境を与えてくださる大学、研究室や先生方、愚鈍な私にあきれずに指導をしてくださる先輩方に非常に感謝しております。今後とも、まだまだ卵ですが研究者として楽しみつつも精進していこうと思います。

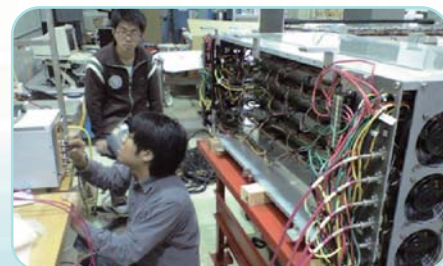


後神 利志

(ごがみ としゆき)

東北大学大学院理学研究科
博士課程前期2年

主な研究テーマ：ストレンジネス核物理
経歴：県立福島高等学校（福島県）、山形大学理学部物理学科卒業
趣味：少林寺拳法、読書、バイク



検出器のテスト中



検出器のテストの様子

6～7ページの写真
提供：後神 利志

研究初心者になって

通常地球上に存在する原子核はアップ・ダウンクォークからなる核子（陽子や中性子）で構成されています。これに対して、アップ・ダウンクォークの他に通常存在しないストレンジクォークを一つだけ持つラムダ粒子が含まれる原子核を「ハイパー核」と呼び、私はこのハイパー核についての研究に参加しています。通常は存在しないものを研究対象にしているため、標的に加速された粒子をぶつけることで人工的にハイパー核を生成してこれを調べています。我々のグループは2008年に茨城県東海村に完成した新しい大強度陽子加速器施設「J-PARC」でハイパー核研究を行っています。この施設では、現時点で最高強度のハドロンビームが利用可能で、希少事象を観測するストレンジネス核物理においても高統計の実験を行うことが可能となりました。これにより本研究分野のさらなる発展が期待されています。

我々のグループでは、反応分光といわれる通常のハイパー核実験（分解能～数百 keV）よりも100倍以上精度の良いGe検出器（半導体検出器）を使用した γ 線分光実験（分解能～3 keV）という強力なツールを使用しています。この γ 線分光によるハイパー核の精密な構造研究は我々のグループのみが行っているユニークな研究となっています。現在、J-PARCでの実験に向けて大立体角のGe検出器群「Hyperball-J」を建設中で、私は大強度のビームの対策などこの新しい装置の開発研究を行っています。この装置を使用して大強度のビームを生かした実験を行い、我々の原子核に対する理解を深めることを目指しています。

仲間との共同研究

我々のグループでは、大抵の研究は複数人が関わっており共同

作業も数多くあります。一人黙々と作業するよりも数人であらでもないこうでもない議論を重ねて試行錯誤していくのは楽しいものです。ストレンジネス核物理の研究では実験設備が大規模になるため、同じ実験装置を他の研究グループと共同で使用します。例えば、J-PARCの実験ではハイパー核生成を分析するための超伝導磁石「SKS」については東北大をはじめ、京都大や大阪大など多くのグループが使用予定となっていて、装置の準備などを他大学の学生と共同で行っています。そのため、私がこの研究室に所属してからの2年間で多くの人と出会い、大学の枠を超えて交流を深めることができました。今では冗談も言い合える友人のような関係になっています。また、海外の研究者とも共同作業を行うこともあり、国の枠を超えて見聞を広めることができることもこの研究分野の特色だと思います。

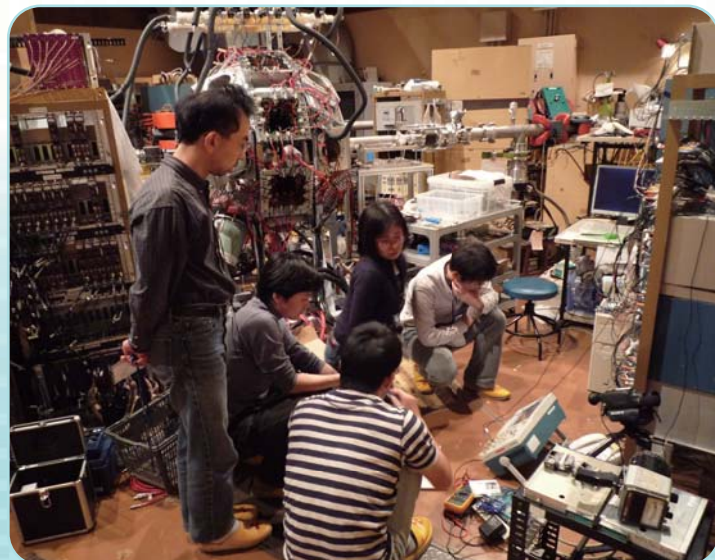
広い研究舞台

この研究に参加してから2年となりますが、研究舞台がとても広いと感じています。大学内では我々の研究室だけにとどまらず、核理学研究施設(LNS)やサイクロトロンRIセンター(CYRIC)などの加速器施設を利用して新たに作成した検出器評価などを行っています。また、CYRICにおいては我々の前世代の装置である「Hyperball2」を使用して通常核の γ 線分光実験を行っており、学部4年次にこの実験に参加できたことは良い経験になりました。学内にこれほどの加速器施設が使用可能なのは研究目的だけでなく、教育目的においても東北大の強力なアドバンテージだと思います。次回実験の舞台となるJ-PARCはもちろん筑波の高エネルギー加速器研究機構(KEK)など大学外の施設に出張して研究を行う機会も数多くあり、この研究を始めてから一気に活動範囲が広がったと感じています。また、数多くの研究会があるのもこの分

Hyperball を用いた高分解能ハイパー原子核 γ 線分光

陽子加速器を使って作られる π 中間子やK中間子のビームを原子核に当ててハイパー核を人工的に作り、そのとき放出される別の中間子や γ 線を測定し、ハイパー核の質量を分析することで、ハイパー核の構造を詳しく調べることができます。そこから、原子核物理学を陽子・中性子の多体系ではなくクォークの多体系として捉え、「物質とは何か」を問い直す研究を進めています。

東北大学が開発した「Hyperball」は、ハイパー核の γ 線が測れる世界唯一の装置です。我々は、この装置を開発して世界で初めてハイパー核の γ 線を精密測定し、ハイパー核の構造を従来の500倍の精度で明らかにしました。「Hyperball」に組み込まれているゲルマニウム検出器は、超高純度(99.99999999%)のゲルマニウムの結晶を使った半導体放射線検出器で、 γ 線のエネルギーを誤差0.1%という高精度で測定することができます。現在、さらに大型の「Hyperball-J」を建設しています。



ビームを使った実験の様子 @CYRIC

野の特徴で、年2回開催される学会をはじめ、ストレンジネス核物理分野の国内研究会や国際シンポジウムなどが開催されていて、これら研究会に参加すれば国内外の最新の研究に触れることができます。私はこれまでに、水戸や加賀などの研究会に参加して多くのことを知りました。また、このように研究を通して様々な場所に行くことができるので、日曜日などの休みにはちょっとした観光ができます。私は研究グループメンバーや他の研究者と共に日光や金沢などを観光しました。このようなちょっとしたおまけがついてくるので、この分野は旅好きの人に向いているかもしれませんね。

初心者の研究生生活

大学での普通の生活では、研究室のスタッフや学生と昼食・夕食を共にしています。休憩時にはセミナー室に人が集まり、コーヒーを片手に世間話に花を咲かせたり研究内容についてあれこれ議論したりしています。その他、週1回のグループミーティングの後にはグループメンバーで外食に出かけるのが慣例になっているなど、この研究室にはフレンドリーな雰囲気があり私はとても気に入っています。人生初の英語発表の際には、休みであるにも関わらず1日中発表練習につきあってもらいました。このように、研究室の人たちにはお世話になりっぱなしで、学生への教育が手厚いおかげで私は研究について行くことができていると感じています。私自身が実験装置を壊してしまうという大きなミスをしてしまったことがありますが、そのときは、「よくあることだから気にするな」とか「そんなに落ち込むな」など暖かい言葉をかけていただきました。暖かいスタッフ・先輩達がいってくれてとても助かりました。今でもこの失敗談は話のネタにはされますが、それでもこの事件のおかげでこの研究室で研究したいという気持ちが強くなりました。

こんな研究室ですが、いざ実験となると雰囲気がガラッと変わり

ます。研究施設のビームを利用できる期間は限られているため、メンバー全員が全力で作業や解析などを行い、緊張感のある少しピリピリとした雰囲気の中で研究をすることになります。また、場合によっては研究施設で朝を迎えるなどの苦行を強いられることも幾度となくあります。しかし、いままでにいくつかの実験を経験して、メンバー全員で実験をやりきった達成感はすばらしいものだと感じています。

最後に

私はこの研究を通して、わかっていないことがまだ数多くあることを知りました。私は未熟者ですが、ハイパー核研究を通じて最先端の研究に参加して何か新しい物理の発見に貢献したいと考えて日々研究に打ち込んでいます。この紹介で私たちの研究に興味を持っていただくと幸いです。興味を持たれた方は是非オープンキャンパスにお越しください。そして、研究者を目指してほしいと思います。



山本 剛史

(やまもと たけし)

東北大学大学院理学研究科
博士課程前期2年

主な研究テーマ：ハイパー核 γ 線分光用Ge検出器群の開発

経歴：清水東高校(静岡県), 東北大学卒

趣味：映画, カラオケ, 睡眠



海外研究者との共同作業



金沢・兼六園での記念写真

8~9ページの写真
提供：山本 剛史

J-PARCでの 最初の実験に臨む

研究内容の説明

ハイパー核とは？と尋ねられると、何かと一から説明する必要があり、説明するにも専門用語も多くて大変と言うのが、いつも感じることです。私たちのまわりの物質は原子で出来ています。その原子は原子核とその周囲を取り巻く電子からなり、さらに原子核は陽子と中性子から構成されます。通常の原子核を構成する陽子と中性子は、u, d クォークというそれ以上分割できない素粒子で出来ていますが、ラムダ粒子やシグマ粒子と呼ばれる s クォークを含む粒子が存在します。この s クォークを含む粒子が原子核に加わったものがハイパー核です。

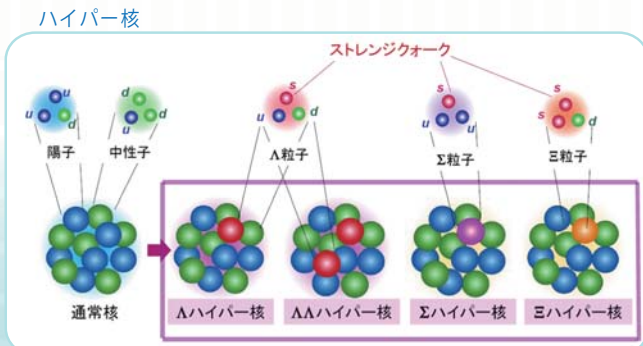
陽子や中性子、ラムダ粒子等をバリオンと呼び、私の行っている主要な研究テーマはこれらバリオンの間にはたらく相互作用がどのようなものであるかを理解することです。実験としては、加速器を使ってハイパー核を作り、反応で出てくる粒子を検出器で捉え、ハイパー核で起きている現象を調べるといことを行っています。

特にハイパー核の研究において強調しておく必要があるのは、個々の粒子自体ではなく複数の構成要素から成る物質（多体系と言います）を対象にした研究を行っているということです。ひと言で言うと色々な要素が込み入った複雑なものの研究です。例えばラムダ粒子が原子核に入ること、その性質が変わるかどうかなどを調べたいとします。変化を見ようとした場合、ラムダ粒子が変わったのか、それとも原子核がラムダ粒子によって変わったのかを区別する必要があります。しかし、この区別というものが簡単ではありません。実際のところ、実験を行って得られる情報から、ど

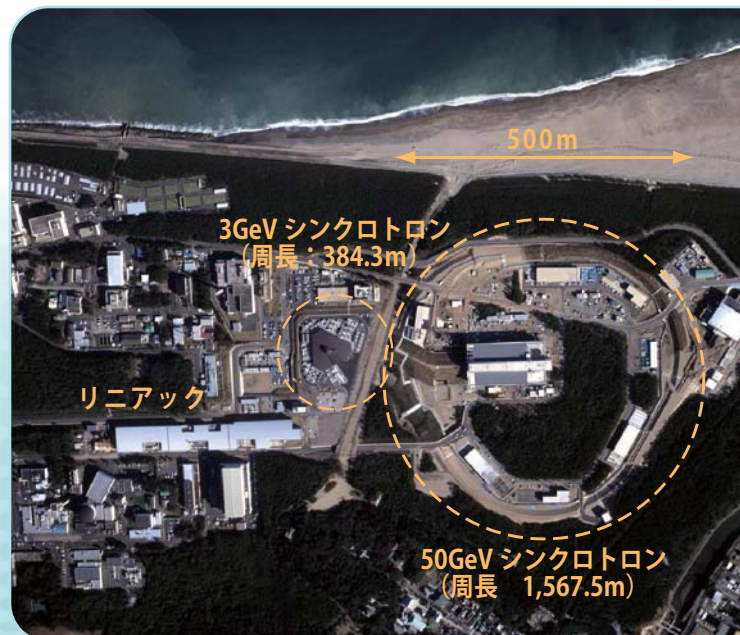
ちがどう変わったのか明確に知る方法はありません。一方、理論から導かれる結果を用いて区別しようにもバリオン間の相互作用の性質はまだまだ分からないことが多く、当然、理論の解釈が正しいかどうかの確証もありません。でも、どちらの結果からもヒントを得ることはできます。すなわち、実験と理論が協力して系統的に色々なハイパー核を研究し、複雑さの裏に隠れた一般的な性質を解き明かす必要があるのです。私はこのような複雑な対象を簡潔に理解しようという挑戦的な側面に惹かれ、ハイパー核の研究を行っています。

また、実験で使用する検出器のデザイン、製作、テストという“ものづくり”自体も研究において重要な部分になります。コンピュータでシミュレーションを行って実験の要求を満たす検出器の仕様を決め、製図ソフトによって業者に発注する図面の作成を行います。そして、納入されたパーツや自分で金属材料を加工したパーツを組み上げての検出器の製作、テスト実験を行っての検出器の性能評価までの一連の事柄を研究グループで協力して行っています。データを解析するためのプログラムを書くことなども必要です。実際に手を動かして多くのことを行っているのが、本当に色々な事を経験できるということも研究を行う醍醐味です。

現在、私の研究グループは茨城県東海村にある大強度陽子加速器施設（J-PARC）での実験に向けて準備を行っています。J-PARCは世界最大級の加速器施設で、今後のハイパー核研究の中心となる場所です。J-PARCは今年完成したばかりの新しい施設です。私が研究室に配属された時には実験施設自体も無く、ゼロから建設を見守っていたという状況でした。今年度に行われる実験は、文字通り最初の実験となるわけで、その準備に追われる日々を送っています。



通常の原子核を構成する陽子と中性子は、u, d クォークというそれ以上分割できない素粒子で出来ています。それ以外にラムダ粒子やシグマ粒子と呼ばれる s クォークを含む粒子が存在し、この s クォークを含む粒子が原子核に加わったものがハイパー核です。ハイパー核で起きている現象を調べるために、加速器を使ってハイパー核を作り、反応で出てくる粒子を検出器でとらえる実験を行っています。



J-PARC 航空写真 J-PARCは茨城県東海村にある世界最大級の大強度陽子加速器施設

研究生生活について

研究室に配属されてからの最初の1,2年間は物理や実験の事柄を学ぶということ一色で、修士からはJ-PARCでの最初の実験に向けた研究を行っています。J-PARCの実験に向けては、研究グループの学生として修士2年の頃から自分が一番上の学年になりました。ゼロからの出発のようなもので、多くの事柄を自分で調べなければならず、積極的に周囲に質問して分からないことを解決していくという手探りで研究してきたと思います。未熟な段階から色々な事をやらねばならず、指導教官の田村さんやスタッフの方々にはご迷惑をかけたと思います。今では逆に頼られることも多く、時に間違った部分は私が直したりするなど、立場が逆になることもあります。大変だったおかげで自身を成長させることが出来たのだなと感じています。

研究を続けるか就職するかでターニングポイントとなったのは修士1年の時に高エネルギー加速器研究機構(KEK)で行われたハイパー核実験に参加したことです。実験と言うものの変りを知り一方で、難しいことに挑戦し成し遂げていくということの面白さを肌で感じる事が出来た事です。現在の研究生生活の充実や、新しい実験施設で最初の実験を行うというなかなか経験できるものではない状況にあるということを考えると、自分の選択が間違っていなかったと思っています。学年が上がるにつれて後輩も多くなり、研究を行う仲間もKEKや京都大、大阪大等の国内の大学に限らず海外にも出来ました。非常に多くの方々と一緒にJ-PARCでの実験に向けてまい進しています。その中で、特に自分が置かれている立場は周りを引っ張っていくということです。弱音は言えない(言いたくない)ですし、生真面目なだけに無理しているなあ、と感じることもしばしばです。まあ元気とやる気に満ちている若い今だからこ

そ出来ることとして、常に本気でやっつけようと思っています。

最後に

私たち実験系の研究は比較的規模も大きく、いわばプロジェクトのような形で実験を行っています。学生としては大きな複合装置のある一部分を任されるという形で、プロジェクトの一端を担うというのが普通でしょう。私のように学生のうちから全体を指示、把握できるような状況で研究を進められると同時に、何も無いところから実験を立ち上げて行くという経験できるのは非常に幸運なことであると思います。正直、大変さは言葉では表せないほどの時もあります。面白い時は本当に面白いです。「研究生生活を一文字で表したら何になりますか?」と、言われれば「忙」と答えると思います。ただ、これはネガティブな意味ではありません。それだけ多くの事柄に携わり、充実した日々を過ごしているということです。研究を行う以上、まだまだ学ぶことはたくさんあります。これまで学んできた事をフル活用し、多くの方々とともに、J-PARCでの最初の実験に臨んで行きたいと思っています。



白鳥 昂太郎

(しろとり こうたろう)

東北大学大学院理学研究科
博士課程後期3年

主な研究テーマ：ハイパー核物理
経歴：仙台育英学園高校(宮城県)、東北大学卒、
東北大学理学研究科修士課程修了
趣味：映画鑑賞、ドライブ



建設中のハドロンホール (2007年)



立ち上げ中の実験装置



実験エリアを見るモニターにて

10～11ページの写真
提供：白鳥 昂太郎

Through the looking glass

— 鏡の向こうの世界から —

The decision to come and study at Tohoku University in Japan was multi-faceted one. The reasons stem from an academic interest, cultural intrigue, and a personal nature which involves confronting challenges. With that being said, I will discuss the highlights and the uncomfortable situations that a foreign student and resident may encounter.

From a purely academic standpoint, in regards to my particular field of study, the university provides an extremely developed program that facilitates a high acquisition of experimental knowledge and techniques. This was a significant attraction, along with an abundance of resources that are internal to Tohoku University. I had the chance to visit only for a short term previously, and was drawn to the program. The conjunction of courses, seminars, and experimentation participation available help to mold future researchers and professionals. The professors are highly knowledgeable, helpful, and are willing to be involved in the advancement of the students. The opportunity to work under the advisement of Professor Hashimoto Osamu, whom is known worldwide in nuclear physics, was included in my considerations. My current research interest involves strangeness photoproduction. Little is known about strangeness production of neutral particles such as Λ or Σ^0 . At the Laboratory of Nuclear Science (LNS) of Tohoku University, an electron is accelerated to 1.2 GeV and collides with a target to produce a high energy gamma-ray. This gamma-ray is then shone onto a liquid deuterium target to create a strange anti-strange pair. An experiment is being prepared to detect the lambda and neutral Kaon in coincidence as a result of the reaction. One of the detectors of the planned experiment is called a vertex drift chamber (VDC) and I hope to play a large role in its development and its performance tests.

色々な側面から検討した結果、日本の東北大学への留学を決意しました。その根底には、学問的な興味、文化に興味をそそられること、そして挑戦的な自分の性格があります。これを前置きとして、海外からの住人でもある一学生が遭遇しそうな興味深い場面と慣れない状況について話していきたいと思います。

純粋に学問的な立場からは、私の研究に関して言えば、東北大学ではレベルの高い実験に関する知識や技術の修得を助長するプログラムが大変整備されています。東北大学内部の環境の良さも相まって、この点は大きな魅力となりました。以前、短い期間ですが東北大学を訪れる機会があり、留学を考えるようになりました。講義やセミナー、実験参加が出来ることの組み合わせが、将来の研究者とプロを養成するのに有効に働いています。教員の方々も高度な知識を持ち、協力的で、学生の成長に関わることに積極的です。原子核物理で世界的にも著名な橋本治教授のもとで研究できる機会を得られることも、志望理由の一つでした。現在の研究テーマは、光子を用いたストレンジ・クォークを含んだ粒子の生成過程の研究です。電荷を持っていない中性な、ラムダやシグマといったストレンジ・クォークを含んだ粒子の生成メカニズムはまだ完全に理解されていません。東北大学の原子核理学研究施設では、電子加速器を使い12億電子ボルトまで加速した電子を標的に当て高エネルギーのガンマ線を発生させます。このガンマ線を液体重水素標的に照射して、ストレンジ・反ストレンジ・クォークの対生成を行い、その結果生成されるラムダ粒子と中性K中間子を同時に捕らえる実験を準備しています。これを実現するための検出器の一つが、VDC(バーテックス・ドリフト・チェンバー)と呼ばれるもので、この装置の開発とテストを行っています。

NKS2 実験

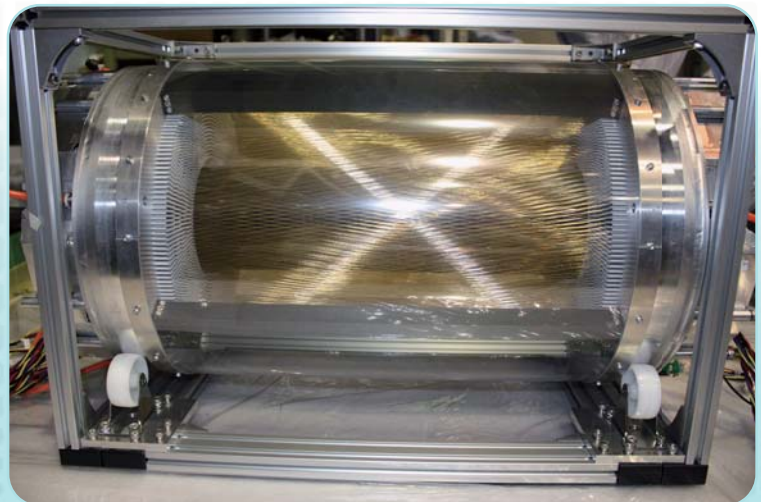
12～13ページにある3つの写真は、東北大学原子核理学研究施設(LNS)にある実験設備です。

ストレッチャー・ブースター・リングは1.2 GeV(12億電子ボルト)のエネルギーの電子ビームを連続的に作り出すことができる加速器とよばれる装置のひとつです。この装置からの電子ビームを γ 線ビームに変換し実験に使います。

ドリフト・チェンバーは高さ63cm、直径160cmの円筒型の検出器です。この検出器は荷電粒子の軌跡を200から300ミクロンの精度で正確に測定することができます。

NKS2は γ 線と中性子の反応から生成される K^0 中間子と Λ 粒子を測定する検出器の組み合わせたシステムです。

生成された K^0 中間子と Λ 粒子は、約 10^{-10} 秒の時間で他の粒子に崩壊してしまうため、測定が非常に困難でした。この状況を打破すべく、その測定専用として製作・設置されたのがNKS2検出器で、ストレンジネス生成機構の解明に大いに貢献することが期待されています。



Vertex Drift Chamber(VDC)
バーテックス・ドリフト・チェンバー

The academic system is a stark contrast to one in the USA. A foreign student who is not fully fluent must navigate through the mountains of paper work in Japanese to try to understand the procedures. Simply, things are not clearly stated or outlined. And unless one specifically and directly asks, one spends a lot of time in limbo of not knowing. I feel a large unspoken pressure as a result of being a scholarship recipient, especially considering that many Japanese graduate students are self supported. But upon further examination, I came to conclude that in order to attract foreign students away from home institution that will grant them a scholarship, this must be matched or exceeded by Japanese university. A significant challenge, in my opinion, is the more corporate structure of the academic system, a result of the vertical hierarchy of Japanese culture. This promotes a lot more meetings than encountered in a foreign academic program for the stimulation of discussion, and development of democracy. However, it appears pseudo in nature, because of the lack of free discussion in the sempai-kohai vertical structure. Even though I face these differences and express my honest feelings about them, I firmly believe that the time spent in this program, the knowledge, and experience gained will be immeasurable in my future endeavors.

日本とアメリカとは、教育制度が驚くほど対照的です。日本語が流暢でない留学生であっても、諸手続きをしようとするとうような書類を日本語でこなさなければなりません。とにかく、色々な事において明確な記述や概要が与えられていないので、事細かに直接聞くことをしないと、何が起っているかわからないままに、中途半端な状態で多くの時間を過ごすことになりかねません。奨学金をもらっていない日本人の院生が多いことを考えると、奨学生ということで、無言の大きなプレッシャーも感じています。しかし、良く考えてみると、同じく奨学金制度がある自国の教育機関から海外の学生を引き付けるには、日本の大学の奨学金は同じかそれ以上であるべきなのではないかという結論に至りました。(私が大学の雰囲気を感じる)大きな困難は、日本文化の縦社会に起因するのでしょうか、大学がより社会的な構造を呈していることです。日本では非常にたくさんのミーティングがあります。海外の教育機関でも議論を活発化させ、民主性を育てるためにミーティングを行います。日本では先輩 - 後輩の縦関係の中では自由な議論が欠如しがちで、数の割には形骸化しているように見えます。以上私が直面している(2国間の)相違とそれらに対する正直な気持ちを述べましたが、この留学生活で過ごした時間、得た知識や経験は、私の将来にとってかけがえのないものになることは信じて疑いません。



NKS2 (Neutral Kaon Spectrometer)
中性 K 中間子スペクトロメータ



LNS Stretcher Booster Ring
東北大原子核理学研究施設 (LNS)
ストレッチャー・ブースタリング



2009:Yamagata
Sakuranbo Iaido Taikai
2009年：山形
さくらんぼ居合道大会にて

12 ~ 14 ページの写真
提供：Brian Beckford

The second motivation for journeying to Japan for study comes from a sincere and earnest interest in Japanese culture. It is a unique culture, that prior to coming, I spent some time researching about the history and culture on my own. But as was clearly evident to me on just short visits, the path to really understanding a culture is to be immersed in it. The knowledge grasped from reading a book is quickly dwarfed by time spent involved in the culture. Hence, in order to further my understanding of Japan's culture I chose to plunge into the lifestyle present only in Japan. Living in Japan grants me the chance to take in a wonderful country, that is aesthetically beautiful, and to participate in the practice of Budo, of which I have pursued for 8 years, in the place of its origin. The involvement in the pursuit of Budo has been a guide to strengthening my character. This has been an everyday learning experience of tremendous worth. There are a plethora of subtle nuances that are expressed constantly by Japanese that are present in each level of a relation, ranging from teachers, colleagues, friends, and random strangers. One cannot hope to navigate or grasp this without being in the culture. As such, I feel that it is imperative for a foreign student here to acquire a control of the language as well. It is a vital tool for forming any kind of sincere relations. From my own personal experience, I lacked a buffer period that some students are granted for the facilitation of language skills. I felt this has been a tremendous obstacle.

Lastly, there seems to be some innate part of my nature that seeks out challenges. I pursue avenues that are not things that I am naturally blest at, but are quite difficult. The move from one's home to a foreign country to study does take a leap of faith, but I truly believe that these moments of trials are the tools to cultivate us into better people. There are times, which I am sure all foreign students encounter, when they are gripped by loneliness, despair, and a sense of overwhelm. These feelings are enhanced by the language barrier, the vagueness of Japanese language and the defining group structure of Japanese society. But from my personal experience, these are the stepping-stones along the way of life. There is no simple answer, no escape; life should be lived and experienced.



Brian Beckford
(ブライアン ベックフォード)

東北大学大学院理学研究科
博士課程後期 1年

主な研究テーマ：ハイパー核物理
経歴：デザイン・建築高校（フロリダ州マイアミ）、
フロリダ国際大学物理卒、同大学院物理修士課程修了
趣味：武道



2008: Saturday Renshu at South Florida Kendo Club
2008年：南フロリダ剣道クラブの土曜練習

日本に留学した2番目の動機は、日本の文化に対する情熱と真剣さにあります。日本の文化は独特で興味深く、来日する以前から自分で歴史と文化について調べていた程です。しかし、短い滞中で実感したのは、真に文化を知る道は、その文化にどっぷりとつかるといことです。本を読んで得た知識は、文化に実際に触れることに比べたら、まさに「百聞は一見に如かず」です。それなら、日本でしかできない生活に身を投じてみようと思えました。日本は芸術的な美しさを持つ国です。ここでの生活は、この素晴らしい国で過ごす機会を与えてくれています。また、8年間続けてきた武道を、その本場で練習できます。これまで、武道を通じて人格形成の道しるべとしてきました。この留学は、価値のある経験から学べる毎日となっています。日本語では、ある人との距離と関係（たとえば、教師、同僚、友人、そして知らない人との間）により、おなじ表現をする場合でも微妙なニュアンスの違いがあることが非常にたくさんあります。日本文化に浸かっていないと、この使い分けを修得することは不可能に思えます。特に、留学生にとって日本語を修得することは必要不可欠だと言う事です。信頼関係を築く上にも欠かせない道具です。私の場合は、ある留学生に与えられている言葉になれる時間がなく、これが大きな困難になっています。

最後に、私には挑戦を求める生来の気質があるようです。というのも、自分が得意分野でなく、逆に苦手とする方向を選択してしまうからです。母国を離れて海外で勉学をするには一念発起しなければなりません。このような試練のときが人間を向上させる糧であると信じて止みません。留学生なら誰でも遭遇すると思うのですが、孤独や絶望感や圧倒感にさいなまれるときがあります。これは、言葉の壁、日本語の曖昧さ、日本社会の行動を定義づける集団意識によってより苛烈なものとなります。しかし、私自身の体験から、これらは私の人生の確かな足跡です。簡単な答えはありませんし、逃避もありません。生きて経験する、それが人生なのですから。

日本語訳：小池 武志（東北大学 理学研究科助教）

東北大学 GCOE プログラム “物質階層を紡ぐ科学フロンティアの新展開” では
事業目的達成の一環として助教を公募し、平成 21 年度に新たに 7 名を採用しました。

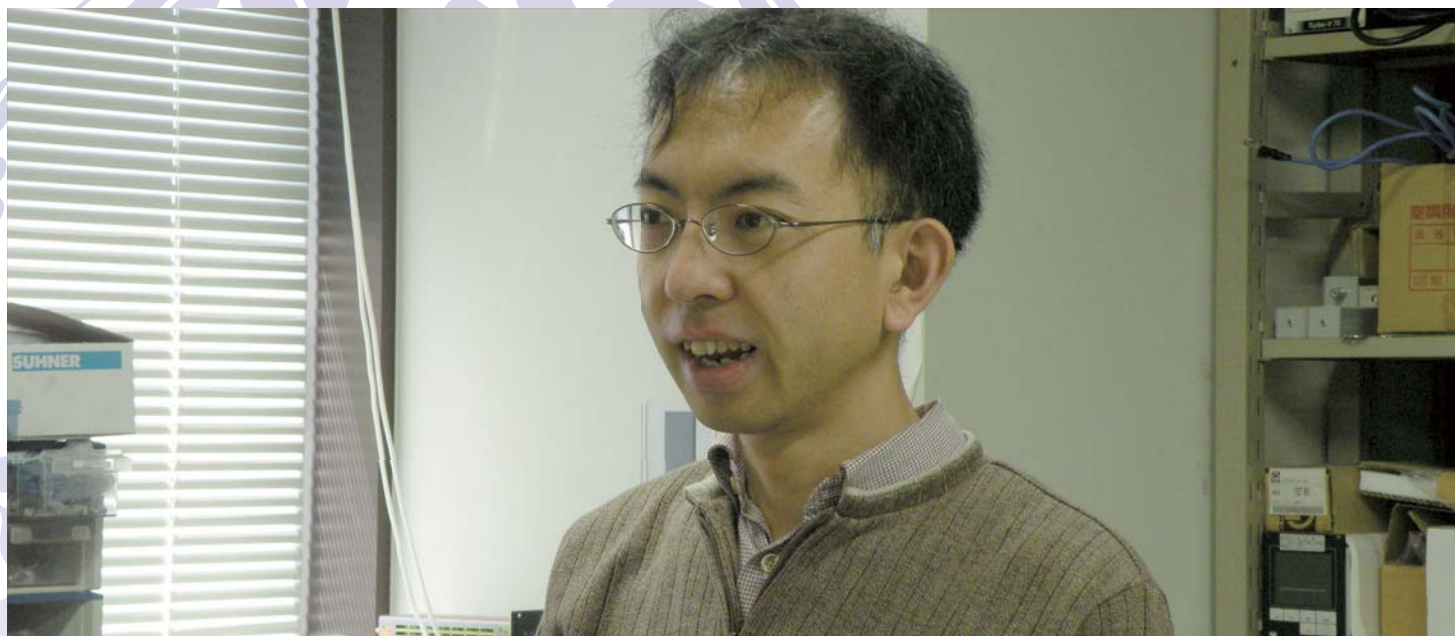
今年度第二回目の助教の皆さんの紹介記事です。

連載

新規採用された 助教へのインタビュー

第四回

東北大学青葉山キャンパスにある
理学部理学総合棟内実験室からキャンパスを望む



光に魅せられて

小池 武志 (こいけ たけし)

物理学専攻 助教

主な研究テーマ：原子核分光実験，量子多体系の集団運動

経歴：飯田高校（長野県），ワシントン大学理学部物理学卒業，ニューヨーク州立大学ストーニーブルック校博士課程修了（2003年）

趣味：写真

—こんにちは，本日はよろしくお願いいたします。

私が東北大学に赴任してから，5年が過ぎようとしています。これまで，学部，大学院と海外で過ごして来たこともあり，生まれ育った日本とはいえ研究環境や大学の事情がほとんどわからず，不安を抱いての帰国でした。しかし，私が所属している原子核物理実験教室の研究環境は素晴らしく，東北地方の美しい四季と自然の中で，今しばらく GCOE の研究員としてこれまでの研究を続けていけることを大変幸いに思います。

—この分野に興味を持ったきっかけは。

中学3年生の時に特殊相対性理論の解説書を読んだのをきっかけに，自然を理解するための学問が物理学なんだと知って，それ以来何とか今まで続けてきました。

高校生の頃に天文班に所属していて，先輩が当時では革新的な AF の一眼レフで天体写真を撮っていたのに影響されて，夜の星座よりも写真に興味を惹かれるようになりました。こうしてみると，私がこれまでやってきた研究も実は写真をとることと共通点があります。

—研究内容を簡単に教えていただけますか。

自然を観察するといいますが，「観察」という言葉を「目で見ること」と同義に感じている方も多いことでしょう。目で見るとは，つまり，物質が反射したり，物質そのものが放つ光が目を検出し，脳がその情報を処理して解釈するというので，人間の基本的な行動の一つです。目で見える光は可視光と呼ばれています。しかし，これは光（電磁波）のほんの一部に過ぎません。自然界には目で見えない光が充満しています。一般に良く知られている例で言えば，赤外線，紫外線，ラジオやテレビ，携帯電話で使われる電波があります。X線も良く知られている目に見えない光の一つです。X線は，原子核とそれを取り巻く電子で構成される原子が不安定な状態（励起状態）にある時に，安定な状態に戻ろうとする過程で放出する光です。これを捕らえることで原子の内部がどのような構造を持っているのかを調べることが出来ます。X線は可視光に比べて波長が短くエネルギーが高いため，人間の筋肉は透過します。しかし，骨では吸収されてしまうので，X線フィルムのネガ上では感光されていない部分として白く映るといわけです。更に透過率の高い光に， γ （ガンマ）線があります。 γ 線は，陽子と中性子からなる原子核が励起状態にある時に放出され，放射線の一種です。原子の場合と同様，この光を捉えることで原子核の内部の構造がどのようなになっているのかを調べることが可能となります。原子を調べる場合と大きく違うのは，原子核を不安定な状態にするには，高いエネルギーを必要とすることです。原子を励起状態にする際には標的を熱したり，

レーザー照射したりしますが、原子核の場合には、電荷を持った粒子（電子、陽子、重いイオンなど）を加速器で十分に加速して標的に叩きつける必要があります。東北大学には、重イオン加速用のサイクロトロン（サイクロトロンラジオアイソトープセンター）や電子線形加速器（原子核理学研究施設）があり、大学の施設としては非常に充実しています。

γ 線を捕らえるのには、超高純度（99.99999999%）のゲルマニウム結晶を使った検出器を使用します。この検出器は、非常に高い解像度を持つある種の写真機です。検出する γ 線のエネルギーを0.2%の精度で分解することが出来ます。実感を持ってもらうためにこの精度を距離に置き換えてみると、1kmの直線を写したときに2mの細かさまで像が読み取れるということになります。標的の周りを多数のゲルマニウム検出器で囲んで、原子核からの γ 線を効率よく捕らえて、実験を行います。

それでは、 γ 線を見ることで、何が具体的にわかるのでしょうか？自然界には、これまでに我々が観測できているもので4つの力が存在します。重力、電磁力、強い力、弱い力がそれです。原子核は、陽子と中性子が強い力でお互いに引き合うことで構成されています。その大きさは、 $\sim 0.0000000000001\text{m}$ 程度という非常に小さな世界で、陽子と中性子を合わせた数十から数百の粒子から構成されています。このようなマイクロな世界を理解するには、揺らぎが支配する量子力学が必要となります。従って、原子核は強い相互作用をする量子的な粒子の集合体ということになります。 γ 線は光で電磁波ですから、原子核からの γ 線を見ることは、強い相互作用自身の情報やその集合体の性質を、4つの力の中でも最も良く理解されている電磁相互作用をプローブとして見ていることになります。

現代物理学の大きなテーマの一つは、これらの力を統一して自然界を記述することです。それには、各々の力についてより深い理解が必要となります。その一方で、これらの力を介してたくさんの粒子が相互に作用しながら集合体を構成すると、力そのものを見ていただけでは理解できない、豊かな自然現象が現れることがわかってきました。これは、原子核や原子などのようにマイクロなものから、生命や星の集合体といったマクロなものにまで普遍的に観測されています。

我々の研究グループでは、中性子星の中に存在すると言われていた、陽子、中性子とは性質の異なる Λ 粒子を原子核内部に作り出し、 Λ ハイパー原子核を生成して、その励起状態からの γ 線を検出する実験を行っています。 Λ 粒子も強い力で陽子や中性子と相互作用します。したがって、ハイパー核を調べることで、強い相互作用に関するより一般的で、深い理解を目指しています。また、異質の粒子が陽子・中性子の集合体である原子核内に混在することで、どのような変化が引き起こされるかも研究しています。 Λ ハイパー核の生成には大強度な陽子ビームを必要とします。現在、世界最大強度を目指した、大強度陽子加速器施設（J-PARC）が茨城県東海村に建設され、今年から本格的な運転を始めます。我々のグループでは、J-PARCでのハイパー核からの γ 線を捕らえる実験に向けて、学部4年生、院生、スタッフの全員参加で準備を進めています。

—最後に、後輩に向けてひとことお願いします。

自然には階層構造があり、自然科学もこの階層に基づいて、素粒子、原子核、原子、物性、化学、生物、地学、天文等に大きく分類されています。近年では、専門化や細分化が進み、同じ分野間でも全体像が掴みにくのが現状です。自然科学に興味をもち大学や大学院での勉強を志している皆さんの中には、どの分野を選んだら良いか迷っている人も多いと思います。そういう方には大いに迷うことをお勧めします。しかし、最初から何もトライせずに迷うよりも積極的に色々な分野に足を突っ込んだ方が良いと思います。それでもある時期が来ればなんらかの選択をしなければなりません。どの分野を選択するにしても、自分の興味を持てるテーマがあるはずです。興味は与えられるものではなく、自分で見つけ出したり、中から湧いて出てくるはずのものです。それには、勉強や研究において主体性と忍耐力、そして、その興味を追求する勇気が重要ではないかと思います。

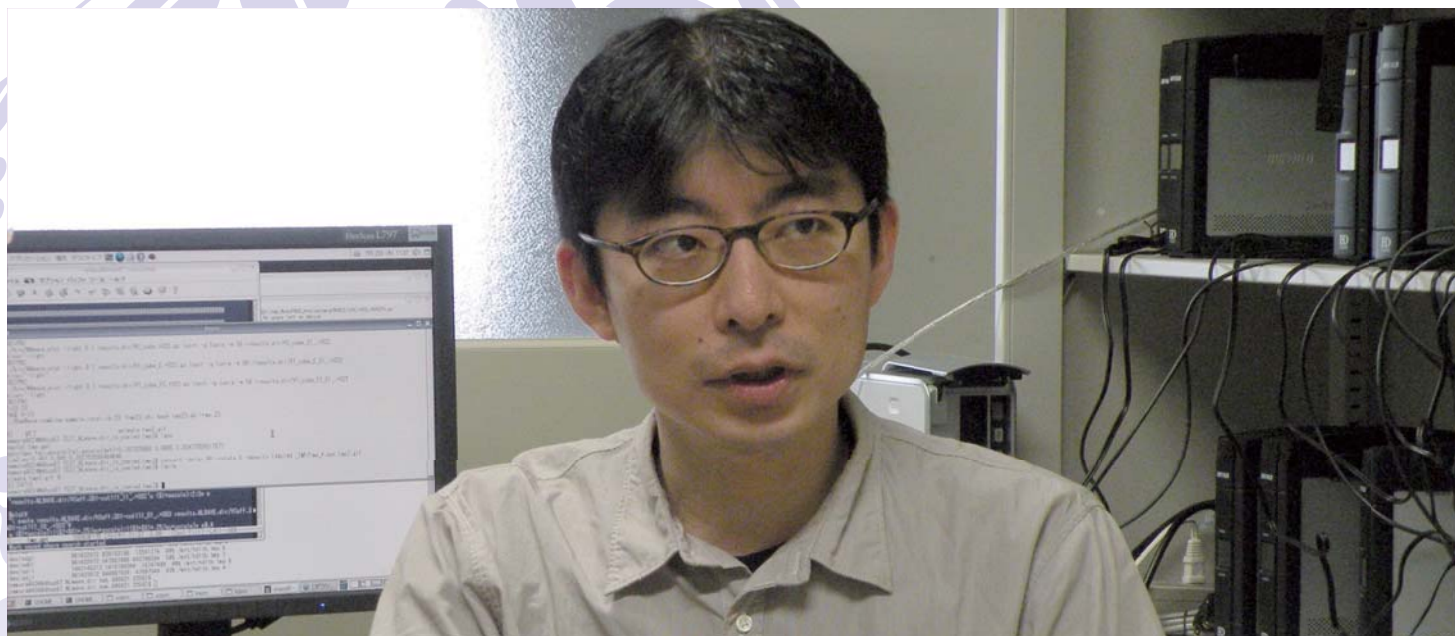
—本日はありがとうございました。



東北大 CYRIC での Hyperball2 実験



2009年5月時点でのJ-PARCハドロン実験室の様子



ストレンジネスで探る強い相互作用と核力

根村 英克 (ねむら ひでかつ)

物理学専攻 助教

主な研究テーマ：ストレンジネスを持った原子核ハドロン少数系の研究

経歴：岐阜県立加納高校，琉球大学，新潟大学大学院自然科学研究科博士前期課程修了，同大学院博士後期課程修了(2000年)，
高エネルギー加速器研究機構，理化学研究所など

趣味：散策

—こんにちは，本日はよろしくお願いいたします。

研究内容を簡単に教えていただけますか。

陽子と中性子の間にはたらく力を核力といいます。基本的な相互作用の一つである「強い力」と核力は密接に関連していることは間違いないのですが，具体的にどうつながっているかは，まだ誰も説明できていません。この問題に取り組む方法のひとつとして，ストレンジネスというものさしで核力と強い相互作用の関係を調べてみるのできるのではと考えています。

実際に研究対象としているのは，ストレンジネスを持った軽い原子核(ハイパー核)についての，バリオン間相互作用と，ハイパー核の構造についてです。バリオン間相互作用の研究は，これまでノーベル賞を取った湯川先生の， π 中間子交換模型を拡張した，中間子交換模型や，クォークの自由度を取り入れたクォーク模型による研究が進められてきましたが，私は，それらとはまったく異なる方法でこの問題に取り組んでいます。

格子上の量子色力学(格子QCD)の手法を使って，強い相互作用を担う粒子(ハドロン)間の相互作用を調べる研究が，最近急速に進んでいます。二つの粒子を衝突させたときに，エネルギーがどのように変化するかを見て，相互作用が引力なのか斥力なのか，どのくらいの強さなのかを見るのですが，さらに計算方法を工夫し，波動関数に注目することによって，より詳細な性質(ポテンシャル)

を調べられるのではと考えて，研究をしています。二つの粒子の間にはたらく相互作用がわかって，三つ以上の粒子が，お互いにどのように運動するかは，簡単には解くことができません。また，ストレンジネスを持った原子核の世界では，二つの粒子の間に働く力を，実験で正確に測定するのが難しいという問題があります。そのため，あえて三つ以上の粒子から成る原子核(ハイパー核)を実際に実験室で作って，その性質を丹念に調べることにより，その原子核をバラバラにしたときの，それぞれ二つの粒子の間に働く力を調べる，という試みが行われています。しかし，上にも書いたように，三つ以上の粒子からなる原子核の性質から，もとを辿ってその中の二つの粒子の間に働く力を明らかにするのは，簡単ではありません。そこで，量子力学に基づいて，三つ以上の粒子(具体的には五つや六つ)からなる原子核の構造を，二つの粒子間に働く相互作用から出発して，精密に解くにはどうすれば良いかを調べる研究をしています。

—研究の手法はどのようなものでしょうか。

大きく二通りの手法を使って研究しています。一つめは，陽子や中性子と，それらの仲間でストレンジネスを持った粒子である Λ 粒子や Σ 粒子の間にどのような力が働くかを，ポテンシャルという形で表します。粒子の間に働く力がポテンシャルとして与えられたときに，三個以上の粒子がどのように振る舞うかは，簡単には解くことができません。実際には，五個や六個程度の粒子の問題を，量子

力学に基づいて理論的に調べています。このときは、ポテンシャルは既にわかっているものとして、計算を進めます。

もう一つは、ポテンシャルを理論的にどう決めればよいかについて、研究しています。量子色力学に基づいて、陽子と Λ 粒子や、陽子と Ξ 粒子をお互いにぶつけたときに、どのような振る舞いをするかを調べることによって、ポテンシャルを取り出す、という研究をしています。こちらは比較的最近始めたもので、それ自身ひじょうに面白いのですが、上に紹介した一つめの手法とうまく組み合わせると、この分野の研究が画期的に進展するのではと期待しています。

—この分野に興味を持ったきっかけは。

物理に興味を持ったのは、高校生のときにたまたま見つけた物理の本が面白くて、ぜひもっと深く勉強してみたいと思ったからです。大学生のころまでは、物質の構造を細かく見て行くと、たとえば分子や原子は、一つあるいは複数の原子核と、そのまわりをまわる電子をイメージできましたが、それ以上細かい原子核がどうなっているのかを考えたことはありませんでした。どちらかといえば、原子核は、陽子と中性子がただかたまりになっているだけで、特に面白いことは何も無いのかと思っていました。ところが、たまたま大学の集中講義で原子核の話聞く機会があって、そのときに、ただの特におもしろくないかたまりと思っていた原子核が、実はそうではないということに衝撃を受けました。

—研究していて、面白かった事、つらかったことは。

世界中で、まだ誰も知らないことを、自分が一番先に研究しているのだと思えるときは、とても面白くて、夢中になります。問題がなかなか解けないときでも、あれやこれやと試行錯誤しているときは、とても面白く感じられる時期です。ですが、時間は有限なので、いついつまでに結果を出さないといけないという締め切りがせまっているときや、何か勘違いをしたまま研究を進めようとして途中で気づいたときは、かなりつらいです。

—東北大学に来たきっかけは。

グローバル COE プログラム「物質階層を紡ぐ科学フロンティアの新展開」の助教に採用されたことがきっかけで、東北大学に来ました。

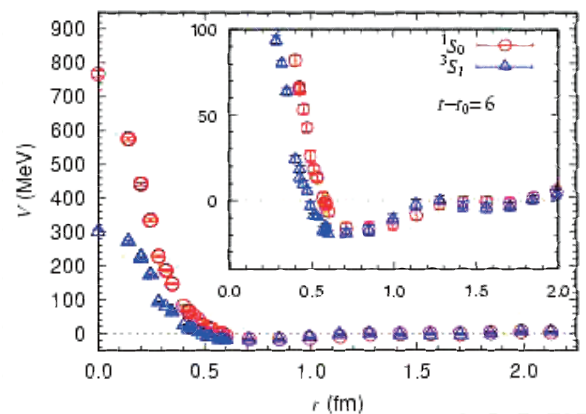
—最後に、後輩に向けてひとことお願いします。

一番大事なのは、健康です。次に勉強は、できるときにできるだけやっておいた方が、後で苦労せずにすみます。あとは、自分で興味を持ったことに、なんでもよいので、追求して、挑戦して行って欲しいと思います。途中でうまく行かなくても、めげずにコツコツ続けていると、そのうちなんとかなるものです。

—本日はありがとうございました。



核子とハイペロンの間に働く力やハイペロンとハイペロンの間に働く力は、まだよくわかっていません。格子量子色力学から、これらの力の性質を明らかにすることによって、中性子星の中心部分のような高密度状態の様子を明らかにするための研究を進めています。



格子量子色力学によるハイペロン核子ポテンシャル

二つの粒子の間にどのような力が働くかを、関数の傾きで表現したものがポテンシャルです。

横軸は二つの粒子の間の距離を表していて、二つの粒子が離れたところ ($2\text{fm}=2\times 10^{-15}\text{m}$) から近づけていくと、ポテンシャルが下に傾いているのは、引力が働いていることを示しています。

さらに近づけると、今度は傾きが逆になり、これは斥力が働いていることを示しています。

陽子と中性子の間のポテンシャルは、比較的よくわかっていますが、ハイペロンと核子の場合のポテンシャルがどうなっているかは、まだよくわかっていません。

私達は、クォークの世界の力学（量子色力学）に基づいて、ハイペロン核子間のポテンシャルを調べています。



東北大学

■大学院理学研究科

数学専攻

物理学専攻

天文学専攻

ニュートリノ科学研究センター

原子核理学研究施設

■サイクロトロン RI センター

■原子分子材料科学高等研究機構

■多元物質科学研究所

■大学院文学研究科

文化科学専攻 哲学講座

〒980-8578

仙台市青葉区荒巻字青葉 6-3 東北大学理学研究科
ニュートリノ科学研究センター内 GCOE 科学支援室

電話：022-795-6725

E-mail: GCOE@scienceweb.tohoku.ac.jp

URL: <http://www.scienceweb.tohoku.ac.jp/>