

物理学域だより 2022

第13号



1	あいさつ（物理学域長・専攻長 都倉康弘）	2
2	大学院報告（学務委員 小沢 顕）	3
3	学類報告（物理学類長 中務 孝）	5
4	研究室報告	6
	■ 素粒子理論グループ	6
	■ 宇宙物理理論グループ	8
	■ 原子核理論グループ	9
	■ 物性理論グループ	10
	■ 生命物理グループ	13
	■ 素粒子実験グループ	14

■ 宇宙観測グループ	16
■ 原子核実験グループ	17
■ 物性実験グループ	19
■ プラズマ実験グループ	23
5 人事異動	24
6 新任教員から	25
7 退職にあたって	27
8 理学系事務室より	31
9 物理学域メーリングリストへの登録について	32

あいさつ



物理学域長、物理学専攻長、物理学学位プログラム・リーダー 都倉 康弘

筑波大学の物理分野の活動のお便りとして、今年も「学域だより」をお届けできることを嬉しく思います。私は2022年4月に域長を拝命し、コロナ禍からなんとか「日常」に戻りつつある筑波大学の学生の生活や研究者の姿を楽しみに過ごしています。少しずつ国内外の学会・研究会に参加する機会も増え、次年度は対面での授業も多くなる予定です。

新しい大学院の組織として導入された学位プログラム制も順調に推移し、未来を担う人材を育てる役割を果たすことができていると感じています。もちろん社会の変化に応じて適切に教育システムの軌道修正は必要ですが、筑波大学大学院スタンダードに記載されている「自然科学の基礎である物理学について専門的な知識と幅広い視野を持ち、物理学関連分野における研究を行う基礎的能力と高度な専門的職業を担うための柔軟な応用力」をもつ人材という目的に向かって進んでいると信じます。

物理学学位プログラムの対象は非常に広いです。例えば遠く宇宙の果てや宇宙の始まり、極限的に小さな素粒子の世界から核融合を目指した高温・高圧の世界。一方で我々に身近な金属や半導体から生命現象までカバーしています。これらに一貫しているのは、「もののことわり」を明らかにする好奇心が中心にある、ということです。その意味で、物理学の研究の成果が、すぐに世の中の役に立つかという、なかなか難しいところがあります。ですが普遍的な知識の水平線を開拓することは人類共通の努力目標であると言えると思います。またその努力の過程で何かを社会に還元できればさらに良いと考えます。皆様には、ぜひ長い目で応援してくださることをお願いいたします。

大学院報告

学務委員 小沢 顕



2022年度は、コロナ禍は続いているですが、大学院の様々な活動の制限がなくなりつつあることを感じられる1年となりました。

本学の教育面で特に力を入れている点として、グローバル化と幅広い専門性・学際性が挙げられます。物理学専攻でも、宇宙史一貫教育プログラム・つくば共鳴教育プログラム・ダブルデGREEプログラム・デュアルデGREEプログラム等の様々な特色あるプログラムを用意し、学生に多様な学修機会を提供しています。研究職を目指すにせよ、一般企業に就職して社会貢献を志すにせよ、国際性や幅広い専門知識に裏付けられた俯瞰力は、卒業後の人生において必ずや役に立つものと思います。今後も、更なる大学院教育の充実を目指していきたいと考えます。

○教育

物理学専攻から物理学学位プログラムに移行し、3年が経過し、2022年度は、物理学学位プログラムから博士取得者が誕生します。2022年度の在籍者数の内訳は以下のとおりです。

	M 1	M 2	D 1	D 2	D 3
2021年度(参考)	68	61	15	9	17
2022年度	49	77	19	14	18

赤字は物理学学位プログラムと専攻の総数。

1年生に注目すると、博士後期課程の在籍者数は定員(学位プログラム17名)より多いですが、博士前期課程の在籍者数は定員(学位プログラム60名)よりもかなり少なくなりました。前期課程の学生も増えるように努力していきたいと思います。博士後期課程では、社会人を対象とした博士後期課程の早期修了プログラムであれば最短1年で学位取得が可能です。また、2020年度からは、職業を有する人などを対象として、標準修業年限を超えた期間にわたり計画的に履修する制度(長期履修制度)が導入されています。このような特色ある制度をぜひ活用していただければと思います。また、昨年度から、フェローシップ制度、次世代研究者プロジェクトといった博士後期課程の学生の研究活動を経済的に支援する制度が開始され、学生は後期課程へより進学しやすくなっています。

○入学試験

7月に前期推薦入試、8月と2月に一般入試を行っています。入試の結果は下の表の通りです。今年度も昨年度同様リモートでオープンキャンパスを実施し、筑波大学以外からも多くの受験生が受験しました。また今年度は、フランスグルノーブル大学とのダブルディGREEプログラム(DDP)後期課程に一名の受験者がありました。

	前期課程		後期課程	
全数(学内)	受験者数	合格者数	受験者数	合格者数
7月(推薦)	28(20)	15(12)		
8月	64(35)	40(24)	7(5)	6(5)
2月	15(12)	7(3)	14(11)	12(9)

赤字はDDPを含む。

○就職進学状況

2021年度の就職進学状況は以下のとおりです。博士前期課程では、進学者が昨年度より増えました（10名から16名）。博士後期課程では、企業に就職した学生が2名いました（昨年度は0名）。博士後期課程の教育は、わが国全体の基礎科学研究・技術開発の発展にとって重要であり、今後も更に発展させていくことが肝要だと考えます。

	進学	企業	教員	公務員	研究員	その他
前期課程	16	33	0	1	0	2
後期課程		2	1	1	3	0



学類報告

物理学類長 中務 孝



かつて、筑波大学には第一学群自然科学類があり、ここに入学した学生が2年次に進級する時に、数学・物理学・化学・地球科学の各専攻に分かれていました。令和3年度（2021年度）入試から開始した総合選抜入試で入学した学生も、文系・理系を包含する総合学域群で1年次を学び、2年次に様々な学類へ移行します。令和4年（2022年）4月に、この総合学域群の学生15名（定員）が物理学類の2年生として初めて移行してきました。1年次から物理学類に入学する学生は定員45名で合わせて60名です。

令和4年度（2022年度）は、昨年度からの継続で、コロナ禍のオンライン・オンデマンド中心の授業が4月から開始されていましたが、7月の春Cモジュールから原則対面授業へと大学全体で大きく舵を切りました。当初は教員や学生にも戸惑いがあり、さまざまな混乱要素もありましたが、10月の秋学期からは一部の授業を除いてほとんどの授業が対面授業となり、物理学類でも学生と教員、学生同士がキャンパス内で顔を合わせる機会が大幅に増えました。私自身も7月から対面授業を実施しましたが、オンライン授業中にはほとんど質問が無かったものが、多くの学生が質問に来るなど、対面授業の意義を再確認できました。

一方で2年以上にわたるコロナ禍は、大学授業のあり方に大きな影響を与えました。受講生が百人を大幅に超えるような大教室での講義については、現在でもほとんどの講義がオンラインで実施されています。学生の授業アンケートでは、教室での対面授業よりもオンライン授業を希望する学生が多くいるといった結果には少々驚かされました。対面授業では板書の文字が小さかったり、教員の声が小さかったりするため、むしろオンデマンド動画の授業の方が良いと言う学生が相当数いて、特に授業動画を何度も繰り返し見られる点が学生には高く評価されているようです。

オンライン授業で動画配信を行っていたころ、メール等で、「この授業動画の*分*秒のところの説明が分かりません」といった質問を学生から受けることがよくありました。動画配信では学生が何度も同じ箇所を視聴して気になってしまうことがあるようです。教員の一言一句に執着せずに物理の本質を掴んでもらうのが大切だと思いますが、この点でオンデマンド授業のメリットには限界があるようにも感じます。

物理学類で教えている科目の多く（特に講義）は、その内容（あるいはそれ以上のこと）が教科書で説明されています。おそらく多くの物理学類教員が、教科書に書かれている内容を授業する意義について自問したことがあるでしょう。いかにして学生の自主的な学びに働きかけることができるのかということも大切です。そういえば、かつては教科書を持ってきて授業とは関係ない箇所を質問する学生が結構いましたが、最近減ったように感じます。コロナ禍の授業は大学での物理学教育の問題を浮き彫りにしたのかもしれない。大学授業のあり方は今後大きく変わっていくような気がします。

研究室報告

素粒子理論グループ

1. 研究室構成メンバー

2022年度の構成メンバーは以下の通り。
(*は計算科学研究センター所属)

- 教 授：石橋 延幸 (弦)、
藏増 嘉伸* (格子)
- 准 教 授：伊敷 吾郎 (弦)、
石塚 成人* (格子)、
谷口 裕介* (格子)、
山崎 剛 (格子)、
吉江 友照* (格子)
- 助 教：浅野 侑磨 (弦)、
大野 浩史* (格子)、
毛利 健司 (弦)
- 特命教授：金谷 和至 (格子)
- 研 究 員：浮田 直哉* (格子)、
新谷 栄悟* (格子)
- 学 生：D3 (2名)、D2 (1名)、
D1 (4名)、M2 (3名)、
M1 (2名)、4年生 (7名)

2. ホームページ

研究室のホームページ：

<http://www-het.ph.tsukuba.ac.jp/>

および、

計算科学研究センターのホームページ：

<http://www.ccs.tsukuba.ac.jp/>

の素粒子物理研究部門のページを参照。

3. 人の異動・受賞など

2023年3月31日：吉江友照准教授が定年退職。

大変悲しいお知らせですが、2022年7月22日、谷口裕介准教授が病氣療養中のところ永眠いたしました。生前は、格子グループの一員として活発な研究活動や熱心な学生指導で研究室を盛り立てていただきました。在りし日の元気な姿を偲びつつ、謹んでご冥福をお祈りしたいと思います。

4. 研究

格子ゲージ理論と超弦理論の2つの分野を柱として研究を推進している。それぞれの人員は、前出の構成メンバーを参照。

格子グループは計算科学研究センター(CCS)と密接な連携の元に研究を進めており、グループの約半数がCCS所属教員となっている。2016年秋からJCAHPC(最先端共同HPC基盤施設：筑波大学と東京大学両機関の教職員が中心となり設計するスーパーコンピュータシステムを設置し、最先端の大規模高性能計算基盤を構築・運営するための組織)においてOakforest-PACS(略称「OFP」：ピーク演算性能25PFLOPSの超並列クラスタ計算機)が稼働してきたが、2022年3月末に停止した。2023年度に後継マシンの導入が計画されている。現在、筑波大学を中心としたPACS Collaborationは、「富岳」の一般利用を活用し

て大型プロジェクト研究を推進している。これらと並行して、CCSにおいて2019年4月から稼働しているCygnus (80nodes, 2.4PFlops, GPUを演算加速機構として使用) を使った個別研究も継続している。具体的には、有限温度・有限密度QCDの研究、テンソル繰り込み群を用いた格子ゲージ理論・スピンモデルの研究、などを推進している。さらに、格子 QCD 配位等のデータを共有するデータグリッドILDG/JLDG も継続的に構築・整備されている。

超弦理論グループは弦の場の理論、行列模型、ゲージ重力対応という3つの関連するテーマを中心として研究を進めている。一般化された行列正則化の構成、行列模型における重力理論と宇宙論的重力解、BFSS/BMN 行列模型の数値計算、flag state を用いた弦の場の理論の摂動的真空解等の超弦理論に関連する様々な分野についての研究を行った。

5. 教育

2021年度の博士号取得者は2名であった。また、修士号取得者4名は全員が博士後期課程へ進学した。

近年は、他大学出身の大学院生の割合が増えている。大学院入試においても他大学からの志願者が多い。2022年度の博士前期課程入学者は2名、博士後期課程入学者は内部進学者が4名である。

昨年度までは、新型コロナウイルス (COVID-19) 感染防止のため、ほぼすべての授業がオンライン形式での実施であったが、今年度から、中小規模の授業においては対面形式が推奨されている。

6. その他

朝永記念室では、朝永振一郎生誕100年記念事業 (2006~2007年) で、記念室のホームページ <http://tomonaga.tsukuba.ac.jp/> を整備し、収蔵物目録とその画像・音声などをデジ

タルアーカイブ化した。それらの資料画像のweb公開も順次進めている。

また、朝永生誕100年記念事業の一貫として2006年に発足した「朝永振一郎記念『科学の芽』賞」を、筑波大学の事業として毎年募集を行っている。2022年は第17回を募集し、2328件の応募から、「科学の芽」賞17作品と「科学の芽」奨励賞、「科学の芽」努力賞を選考した。受賞作品を紹介する『もっと知りたい! 「科学の芽」の世界』も、筑波大学出版会からこれまでにpart 1 からpart 8までの8冊が刊行されている。賞の詳細は

<http://www.tsukuba.ac.jp/community/kagakunome/index.html> を参照。

(藏増嘉伸)



宇宙物理理論グループ



福島肇助教（テニュアトラック）が着任し、2022年度の研究室体制は教授2名、准教授3名、助教2名、研究員7名、大学院生28名、卒研生10名、事務補佐員1名の合計53名となっております。11月4日と5日には、「天体形成研究会2022」を対面とオンラインのハイブリッド形式で開催しました。東大、京大、千葉大、新潟大、KEKなど、学外からも多数の参加がありました（上は集合写真です）。10月に行われた「筑波大学計算科学研究センター創立30周年記念シンポジウム」では、Andreas Burkert氏（LMU München）に宇宙分野の講演をしていただきました。学位関係では、曾我健太さんが「Coevolution of Protogalaxies and AGNs during the Cosmic Reionization Era」というタイトルで博士論文を発表しました。また、秋葉

健志さん、ジェモラリ・オエルドさん、人見拓也さん、堀田彩水さん、金田優香さん、河原昌平さん、牧野和太さん、大野翔大さん、田中駿次さん、植松正揮さん、阿部紗里さんが修士論文を発表しました。市村一晟さん、伊藤圭汰さん、上野航介さん、黒田裕太郎さん、近藤謙成さん、佐藤翔さん、佐藤創太さん、松本凜さん、湯浅拓宏さん、山菅昇太郎さんが卒業論文を発表しました。

なお、当研究室の創立者である梅村雅之教授が2023年3月をもって退官されます。詳細は未定ですが、今年中に退官記念の研究会とパーティーを開催する予定です。合わせて、宇宙理論研究室創立30周年の記念イベントも予定しております。

（大須賀健）

2022年度スタッフ＆研究員一覧

名 前	職	研 究 内 容
梅 村 雅 之	教 授	銀河形成、超巨大ブラックホール形成、光バイオイメーjing、宇宙生命
大須賀 健	教 授	ブラックホール降着円盤、相対論的ジェット、超巨大ブラックホール形成
森 正 夫	准教授	銀河形成・進化、銀河衝突、ダークマター
矢 島 秀 伸	准教授	銀河形成、巨大ブラックホール、光バイオイメーjing、輻射輸送
吉 川 耕 司	准教授	宇宙論・宇宙大規模構造・High Performance Computing
Alexander Wagner	助 教	銀河形成、活動銀河核によるフィードバック、電波銀河
福 島 肇	助 教*	星・星団形成、宇宙生命、輻射輸送
小 川 拓 未	研究員	一般相対論、ブラックホール降着円盤、輻射輸送計算
安 倍 牧 人	研究員	銀河形成、光バイオイメーjing
高 水 裕 一	研究員	宇宙論、相対論、光バイオイメーjing
朝比奈 雄 太	研究員	一般相対論、ブラックホール、輻射輸送
桐 原 崇 亘	研究員	銀河形成、銀河進化、初代星
阿左美 進 也	研究員	Ly α 輻射輸送、初代天体形成、アウトフロー
諸 隈 佳 菜	研究員**	銀河進化、星間物質
小 幡 真 弓	事務補助	

*テニュア・トラック助教 **2022年12月着任

原子核理論グループ

- 教 授：矢花 一浩、
 中務 孝
- 准 教 授：清水 則孝
- 助 教：日野原伸生、
 佐藤 駿丞
- 研 究 員：温 凱 (Kai Wen)、
 角田 佑介、
 鷺山 広平
- 大学院生：小澤 泰河 (M2)
 土田 真大 (M2)
 吉永 孝太 (M2)
- 卒 研 生：金井 敦哉
 萩原 健太
 類家 千怜

ホームページ：

<https://wwwnucl.ph.tsukuba.ac.jp/>

今年度から研究室に清水則孝准教授が加わり、原子核の殻模型による研究が始まりました。清水さんは殻模型計算、特にスーパーコンピュータを用いた大規模殻模型計算に関して国際的な第一人者です。清水さんが加わったことにより、研究室では平均場理論と殻模型という原子核を微視的に記述する2つの手法を両輪に、原子核の構造とダイナミクス、そして宇宙において原子核が関わる物理現象に関する研究を展開しています。さらに時間依存平均場理論を用いた物質科学分野の超高速ダイナミクスに関する研究も進展しており、国内はもとより国際的にみても特色のある研究室となっています。

す。また国際テニュアトラックの佐藤駿丞助教はテニュア審査に合格し、テニュア助教となりました。

今年度は、3名が修士学位を取得しました。小澤泰河君は「フェルミ演算子展開法を用いた有限温度非一様核物質の研究」、土田真大君は「バンド計算に基づく中性子超流動密度計算」、吉永孝太君は「電荷密度モーメントの精密測定に向けた理論解析」に関する研究で修士学位を取得しました。卒業研究では、金井敦哉君は「二重ベータ崩壊の位相空間因子計算に向けたDirac方程式による電子波動関数の数値的導出」、萩原健太君は「原子核の変形と中性子ドリップラインに対するクーロン相互作用の効果」、類家千怜さんは「BCS理論を用いた原子核対回転に伴う慣性モーメントに関する考察」をテーマに研究を行いました。卒業研究発表会での類家さんの発表にベストプレゼンテーション賞が授与されました。

左上の写真は、1年遅れとなりましたが昨年度末で退職された橋本幸男先生の最終講義の様子です。右上の写真は研究室セミナーです。今年は対面を基本とするようになり、ようやく元の日常が戻りつつあります。下の写真は、10月11-12日にオスロ大学・ミシガン州立大学のMorten Hjorth-Jensen教授にして頂いた講義の風景です。量子多体系に関する機械学習を含む幅広いテーマの研究の話に加え、数値計算を中心に据えた大学物理教育の改革に関する講演をして頂きました。(矢花一浩)



物性理論グループ

量子物性理論グループ

我々量子物性理論グループでは量子力学的な物質の状態とそこで生じる物理現象を理論的に研究することを目的として「量子物性理論」と称して研究、教育活動を行っています。研究室の人事異動ですが、2022年10月には助教の吉田恒也さんが京都大学理学研究科物理学第一教室の准教授として栄転されました。2023年3月時点でメンバーは初貝安弘（教授）、溝口知成（助教）、磯部拓磨（D2）、若尾洋正（D2）、黒田匠（D1）、松本大輝（M2）、山本晃大（M1）、齋藤貴広（M1）、となっています。研究は国内外の研究グループと共同研究を行いつつ進めております。特に2017年から、いわゆる「バルク・エッジ対応」に関する科研費基盤研究Sのプロジェクト研究を行ってきました。この5年間のプロジェクトも成功裏に2022年3月に終了し、2020年度の研究進捗評価（中間）と2022年度の検証委結果（最終）にて、共にA+の評価を頂きました。2022年9月にはその成果を応用物理学学会が招待講演させていただくなど、今後は基礎的な研究の成果をより応用に近い分野で展開することも目指しております。また、2022年11月にはCovid19のパンデミックも少しおさまってきたこともあり、数年ぶりにスイスまで海外出張してその成果を講演して参りました。その際には、オンラインでなく直接顔を見ながらの研究交流の良さを再確認しました。

講義で学ぶ物理学においては十分大きな系の物理現象においては物理系の端の効果は無視できると考えますが、最近物性物理学において興味を集めているトポロジカルな物質相ではこの議論は成り立ちません。そこでは、端を見て中身を考えることが重要で、これを「バルクエッジ対応」とよびます。私たちはこのバルクエッジ対応を一つの主要な概念と考え、種々の物質に対して、理論的、数値的な手法を用いて現象を普遍的な観点から理解するための研究を行っています。対象とする物質としてはグラフェン、量子磁性体、強相関電子系、異方的超伝導体、

トポロジカル絶縁体、ワイル半金属などがあり、化学分野で広く興味をあつめているCOF/MOFと呼ぶ分子がマクロな周期構造を作る系にもバルクエッジ対応は適用可能です。

近年、このバルクエッジ対応は量子系を越えて、古典系にまでその適用範囲を広げ、フォトリック結晶などの周期的な古典電磁場系、更にはマクロな古典力学を含む力学（メカニカルグラフェンなど）にも適用される、より普遍的な概念であることが分かってきました。いわば量子力学の概念が古典化されたわけです。例えば、地球の自転に起因するコリオリ力に起因する赤道付近に局在した気象現象はバルクエッジ対応に伴うエッジ状態として普遍的観点から理解され、この視点は、細胞内の生体物質の流れや、ある種の社会現象をモデル化したゲーム理論、より普遍的な一般の熱伝導現象などにも適用可能であることが分かってきました。量子ホール効果、トポロジカル絶縁体から気象現象、生体、社会現象にまで、バルクエッジ対応は極めて普遍的で多様な現象を支配しています。

量子系のトポロジカル相に関してですが、電子間のクーロン斥力に起因する相互作用を無視した際の研究は世界中での集中的な研究活動で随分進みましたが、電子間相互作用の効果については、その多くは未だ未開な状態です。そこで、近年では数値的研究手法と計算機の発展にともない一次元量子系では相互作用を十分正確に取り扱えることを背景に、周期的な時間を人工次元とした1+1次元系での電子間相互作用を起因とするトポロジカル相（トポロジカルポンプ）におけるバルクエッジ対応の解明にも精力をそそいで取り組んでおります。

我々の研究にご興味のおありの方は<http://patricia.ph.tsukuba.ac.jp/>をご覧くださいましたら幸いです。

（初貝安弘）

ナノ量子物性グループ

大学院生：1名；卒研究生：1名

【雑感】

昨年後半からようやく大学の講義が対面となり、研究室のセミナーや議論も主に対面であることが多くなってきました。昨年度の学域だよりも書きましたが、自分は学生の反応がよく掴めないオンライン講義は苦手でしたので、対面の方がありがたいです。しかし研究室の議論などでは、見せたい資料をすぐに共有できるオンラインの利便性も捨てがたく、適当に対面とオンラインを併用しています。最近はメモや手計算などもiPad Proのアプリを使う機会が多くなりましたので、即共有できるのはありが

たいです。研究室連絡もメールからMS Teamsへと移行し、講義でも研究でもコロナ禍での経験を生かしてより良い体制を運用しようと試行錯誤していますが、まだまだ模索中です。

昨年はナノ量子系の量子熱機関特性やTUR(熱力学不確定性原理)に対する量子コヒーレンスの影響を、いろいろな系について調べました。かなりわかってきた感触です。この経験に基づき、時間依存性のある熱電現象や非平衡状態間遷移に関する非平衡熱力学の理解を深めることができれば、と考えているところです。

(谷口伸彦)

ナノ構造物性グループ(岡田-丸山-高 研究室)

今年度は、4月に大学院生、10月に研究生が入学しました。これまで教員だけだった研究室が一気に若やぎました。また、二人とも留学生ということで、一気に国際色豊かな研究室となりました。留学生から、彼女たちの母国語についてのレクチャーをしてもらい、中国語の発音/イントネーションが非常に難しいこと、ベンガル語には11個の母音と膨大な数の子音があることしりました。実際になんとか会話や単語の発音にトライをしたのですが、全くうまく喋れ

ず、自分の耳の悪さ(ヒアリング能力の低さ)、口の柔軟のなさを改めて確認しました。なるほど、自分の英語能力の低さの原因はここにあるんだということを再確認する機会になりました。これを機会に、彼女たちが在学している間に、少しずつ色々な国の文化や言語を勉強して、マスターしていこうかなあ、と思ったりしています。

(岡田 晋)

量子輸送研究グループ

【構成員】

■教授：都倉 康弘

■助教：吉田 恭

■ポスドク研究員：

山本 剛史

■大学院生(後期)：葛西 紘人、上村 俊介、
古谷 太一

(前期)：伊藤 亮、柏瀬 颯、
吉野 大吾、松岡 大地

(2022年3月卒業 植木雄大)

【研究内容】

半導体を中心としたナノサイエンス・メゾス

コピック系の伝導現象や非平衡ダイナミクスに関する理論的研究を行っています。新しい研究分野である「量子熱力学/情報熱力学」についても研究を進めています。また量子ドット中の電子スピン等を用いた固体中の量子情報処理、量子コヒーレンスの解明を行なっています。またムーンショット型研究開発事業に参画し、ノイズに強い量子コンピュータの実現を目指しています。

【近況】

NTT物性科学基礎研究所、産総研、東工大、三重大などと共同研究を行っています。産総研

の研究者にもご協力頂き、毎週ジャーナルクラブという会合で最新の論文を輪講しています。博士課程の学生2名が産総研のリサーチ・アソシエイトとして共同研究を進めています。

[学位論文・卒業論文]

<修士論文> (2021年度)

- ・超吸収量子熱機関を用いた量子バッテリーの研究 (植木雄大)

(都倉康弘)

表面界面物性グループ

[構成員]

- 教 授：大谷 実
- 助 教：萩原 聡
- 研 究 員：黒田 文彬

2021年4月より物性理論グループに所属し、研究室を立ち上げました。2021年秋には助教と研究員が1名ずつ着任して、2022年は初めての卒研究生が配属され、無事に卒業研究を行い修士課程に進学予定です。また、社会人ドクターも博士課程に1名在籍しており、これから賑やか

な研究室になっていくことを期待しています。

当研究室では、リチウムイオン電池や燃料電池などのエネルギーデバイスの高性能・高耐久化に関する研究や、構造材料の腐食・防食に関する研究を行なっています。シミュレーション技術を駆使して、デバイス内で起こっている物理現象のメカニズムを明らかにし、実験と協働してデバイス特性向上を目指しています。

(大谷 実)

生命物理グループ

2022年度の人員は次のようでした。

- 教 授：重田 育照
- 准 教 授：原田 隆平（生命環境学群）
- 助 教：庄司 光男、堀 優太、
Kowit Hengphasatporn（生命環境学群）
- 研 究 員：森田 陸離（生命環境学群）、
三嶋 謙二、宮川 晃一、
下山 紘充、松井 正冬、
宗井 陽平、Mrinal Kanti Si、
藤木 涼
- 大学院生：D1-3名（うち、社会人早期修了プログラム1名、生物学学位プログラム1名）、M2-2名、M1-2名
- 卒 研 生：2名（うち、生物学学位プログラム1名）

2022年度も継続して新型コロナウイルスの感染が収まる気配を見せず、多くの授業、打ち合わせ及び学会がオンラインもしくはハイブリッドで実施されました。人事異動につきましては、Hengphasatporn先生が助教になりました。松井正冬さん、宗井陽平さん、Mrinal Kanti Siさん、藤木 涼さんが新しく研究室メンバーに加わり、賑やかになりました。Cacase-Soret MaximeさんがGrenoble-Alp University（仏国）から短期滞在で9ヶ月間滞在しています。学生の研究は、蛋白質の動的機能解析、創薬研究、宇宙生命、酵素電子状態解析、pKa計算と多くの領域に広がりを見せています。計算科学研究センターのスパコンを利用して分子動力学計算および量子化学計算を実行し、研究員と教職員と共に、四苦八苦しながら最先端の生命物理研究に取り組んでいます。

（庄司光男）



2022年12月 忘年会。写真撮影時のみマスクを外していただきました。

素粒子実験グループ

■教 員：受川 史彦、原 和彦、
武内 勇司、佐藤 構二、
飯田 崇史、廣瀬 茂輝
金 信弘（特命教授）
池上 陽一（クロスアポイントメ
ント、高エネルギー加速器研究機
構）

大学院生17名、学群4年次生1名（2022年度）

研究

CERN 研 究 所 の Large Hadron Collider (LHC) のATLAS実験は、2018年まで重心系エネルギー13 TeVでの陽子・陽子衝突実験を遂行した。その後、3年間の中断期間を経て、

2022年夏から運転（Run3実験）を再開した。2025年末まで継続し、積算データ量を2.5～3倍に増加すると期待される。ヒッグス粒子は、その発見から10年が経過した。ゲージ・ボソンおよび物質粒子第三世代との結合は精密に測定されており、第二世代粒子との結合も見え始めている（図を参照）。Run3実験後は、加速器および検出器の大規模な増強を行い、2029年に高輝度HL-LHC実験に移行する。長年にわたり新しいシリコン内部飛跡検出器の開発を行ってきたが、2022年はStrip型およびPixel型の実機量産に向けた品質保証・品質管理を本格的に開始した。

ニュートリノ質量の直接測定および宇宙背景

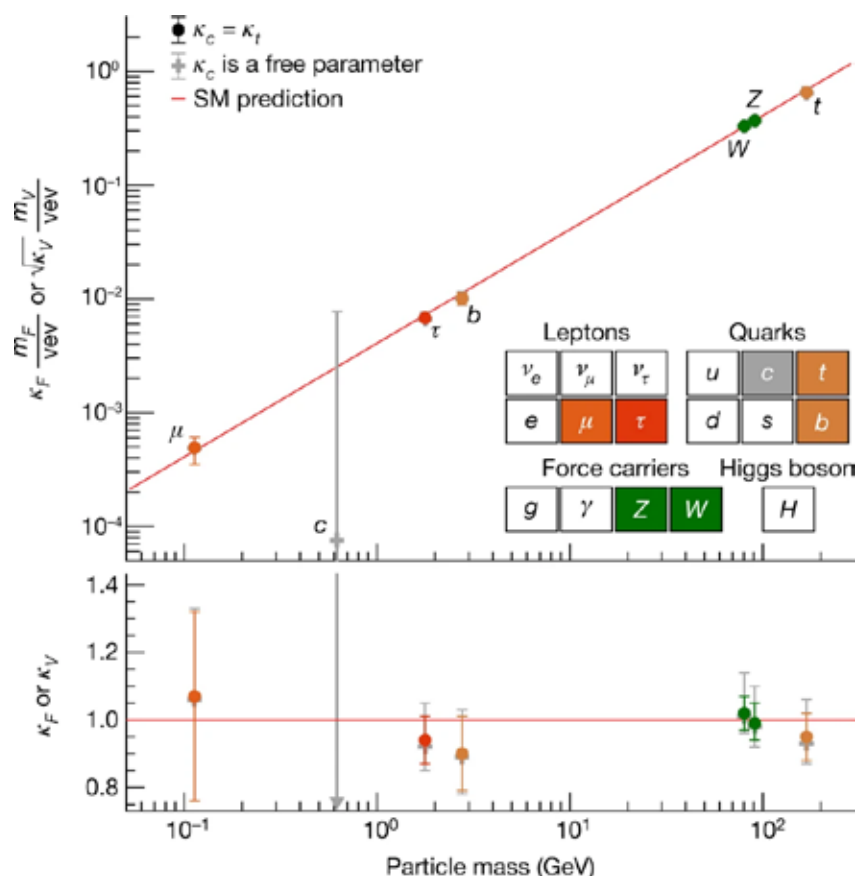


図) ATLAS実験で測定されたヒッグス粒子と他の素粒子（ゲージ粒子および物質粒子）との結合の強さ。下は標準模型の予言値との比。2022年には、第二世代の物質粒子との結合も確立に近づいている。

ニュートリノの観測を目指したニュートリノ崩壊探索実験COBANDに向けて、超伝導トンネル接合素子 (STJ) の低温動作読み出し回路や回折格子、反射防止膜、集光システムなどの開発を継続して進めている。

また、将来の実験に向けて、空間および時間分解能の両方に優れた検出器 (AC結合型の Low-Gain Avalanche Diode, LGAD) の開発を継続した。

ニュートリノのマヨラナ性検証に向けて、二重ベータ崩壊原子核 (^{48}Ca , ^{96}Zr , ^{160}Gd 等) を含み、かつエネルギー分解能に優れた新しいシンチレータ結晶の開発とその性能評価を継続して進めている。

2017年10月に設立された宇宙史研究センター (英語名: Tomonaga Center for the History of the Universe) において、本研究室は素粒子構造部門および光量子計測器開発部門を軸にして上記の研究を国際連携、つくば連携 (TIA) などにより推進している。

教育

2022年はATLASでは4名、COBANDで1名が博士研究を進めている。修士・学群生はATLAS、COBANDやSOI / LGADなど検出器の開発研究に取り組んでいる。

退職教員

筑波大学自然科学類の卒業生で、当研究室の初期の修了生でもある原和彦先生が、2022年3月をもって定年退職します。原先生は、高エネルギー物理学研究所 (当時) の陽子シンクロトロンを用いたストレンジ粒子生成の研究で学位を取得し、その後、スイスのベルン大学でCERN研究所のUA2実験に参加し、発見後間もない時期にWボソン・Zボソンの性質の解明を行いました。その後、筑波大学に教員として着任し、米国フェルミ研究所のCDF実験、米国SSC / SDC実験 (建設途中で中止)、およびCERN研究所のATLAS実験という、素粒子エネルギーフロンティアの最先端の研究に従事し、カロリメータ、ミュー粒子検出器や半導体飛跡検出器の開発・建設、および物理解析など、幅広く貢献をしました。さらには、将来実験を見据えた新型検出器の開発や、ミュー粒子を用いた原子炉内部の透視法の実現などの成果があります。これらの研究を通じて数多くの研究室大学院生を教育し、また、より広い対象の大学教育に熱意を持って携わり、多様な人材を育てました。これまでのご尽力に感謝いたします。

(受川史彦)

宇宙観測グループ

人の移動など

2022年度の研究室の人員は以下のとおりでした。

- 教 授：久野 成夫、徂徠 和夫（クロスアポイントメント教員）
- 助 教：橋本 拓也、
本多 俊介（2022年6月着任）
- 事務補助員：益子 詩織
- 大学院生：D5 = 2名、D3 = 2名、D2 = 2名、D1 = 3名、M2 = 9名、M1 = 3名
- 4 年 生：6名
- 研 究 生：2名

助教（テニュアトラック）の本多俊介さんが、6月から着任されました。45mMKIDカメラや南極30cmサブミリ波望遠鏡などの装置開発関係をリードしてくれています。

D5の2名が学位を取得予定です。M2の8名が大学院前期課程を修了し、2名が博士課程後期に進学予定です。4年生は全員大学院進学予定です（当研究室4名）。

今年度も新型コロナウイルスのため、オンラインでの打合せが中心でしたが、少しずつ対面が戻ってきました。

研究の進捗

- ・ D5の村山洋佑さんが、野辺山45m鏡用100-GHz帯MKIDカメラの開発に関する研究で学位を取得する予定です。
- ・ D3の石田智大さんが、テラヘルツ帯でのフェイズ・リトリバーブル・ホログラフィーに関する研究で学位を取得する予定です。
- ・ 橋本拓也助教を中心に、宇宙再電離期の研究が進められました。特に、M2の浦 遼太さんが、SOFIAを用いて近傍のLyman Continuum EmitterであるMrk 54の[CII]158 μm と[OIII]88 μm を観測した結果を学術論文として投稿しました。

文として投稿しました。

- ・ 当研究室で開発中の100GHz用MKIDカメラを野辺山45m電波望遠鏡用に搭載して、試験観測を行いました。観測したのは、大質量星形成領域のW49とW51です。多くの学生の皆さんにも参加してもらい、実際の観測を経験してもらうよい機会となりました。現在、データ解析が進行中です。
- ・ 30cm望遠鏡を南極の新ドームふじに持っていき、[CI] (3P_1 - 3P_0) とCO ($J=4-3$) による銀河面サーベイを行う計画が、国立極地研究所の一般研究観測として採択され、2023年度からスタートすることになりました。COでは観測できない希薄な分子ガスである“暗黒ガス”と、星形成に深く関係する高温高密度分子ガスを観測して、銀河系における星間ガスの進化過程を理解することが目的です。2024年度から2028年度まで、毎年、南極の夏の期間にメンバー 2-4名が新ドームふじに滞在し、観測を行うこととなります。いよいよ、南極天文学がスタートします。
- ・ 南極10m級テラヘルツ望遠鏡計画を、日本学術会議の「未来の学術振興構想」に提案しました。

(久野成夫)

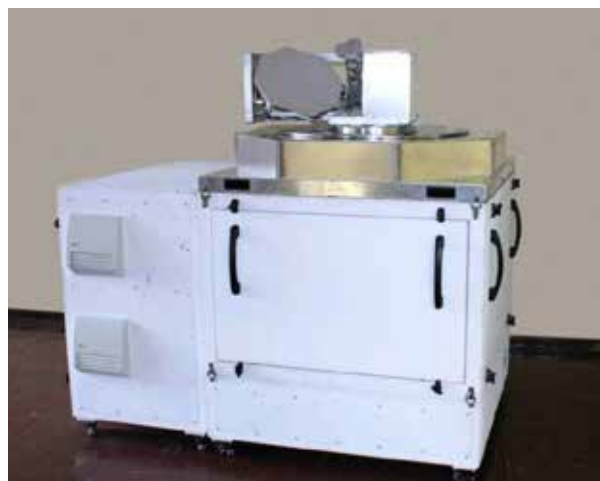


図1. 南極30cmサブミリ波望遠鏡

原子核実験グループ

高エネルギー原子核実験グループ

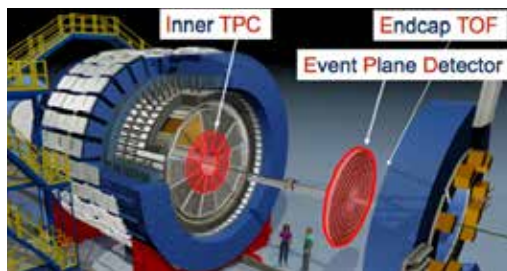
3年間のコロナの猛威も収まりつつあり、我々の国際協力研究も徐々に以前までの形態に戻ろうとしています。現地の実験メンバーと共に、海外からの参加者はリモート実験シフトを行い、スイスCERN-LHCでのALICE実験や、アメリカBNL-RHICでのSTAR実験を進めてきましたが、今年度2022年度からはテストビーム実験やデータ収集実験のシフトに行く人もいます。中條さんを中心とするALICE実験においては、LHC-RUN3期間が始まりTPC検出器などのデータ読み出し速度を大幅に改善し、これまでの100倍の統計量に迫るTeV領域での衝突実験データの収集を開始しました。これにより、これまで統計的に不十分だった光子、レプトン、重クォークを用いるQGP物理の進展が期待されます。また、将来のALICE実験における超前方光子測定によるCGC検証のために、FoCal検出器の準備を着々と進めています。一方、STAR実験では、第2期ビームエネルギー走査実験（BES-II）における数GeV～数十GeV領

域での衝突実験が2021年度に完了し、本格的な物理データ解析を始め、1次相転移や臨界点の探索研究を行っています。KEK、J-PARC、理研の先生がたと協力して、高密度クォーク・核物理研究を進めており、建設中のドイツGSI-FAIRにおけるCBM実験に参加しました。新井田さんが渦流物理に関して、野中さんがゆらぎ物理に関して、轟木さんが小さい高密度系の物理に関して、坂井さんが重いクォークの物理に関して、それぞれ活躍されています。これまでのように稲葉さんに検出器開発に関して協力して頂き、FoCalのためにAbderrahmaneさんが加わり、BES-II解析のために中国USTCからの留学生が2名来ておられます。特命教授として三明さんにも協力して頂き、KEKサマーチャレンジ演習を実施し、IoT教育を含むコンパクトなラドン検出器の開発を進めています。近々に来られる時には、是非研究室にお立ち寄り下さい。

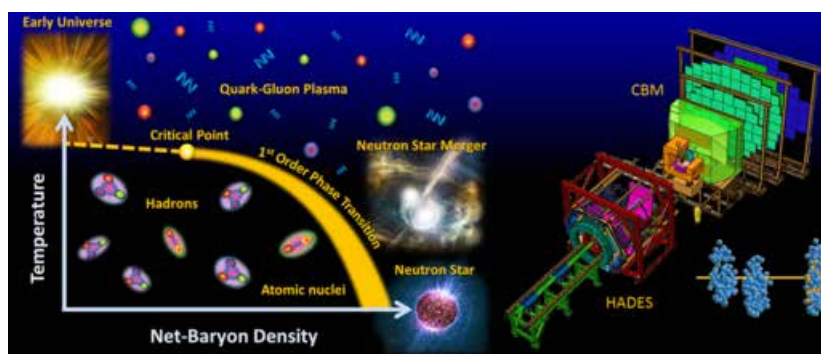
(江角晋一)



LHC-ALICE実験



RHIC-STAR実験



QCD相図

FAIR-CBM実験

低エネルギー原子核実験グループ

グループメンバー（2023年2月現在）

■教職員：小沢 顕、笹 公和、
森口 哲朗

■連携大学院：西村 俊二（理研）

■クロスアポ教員：

山口 貴之（埼玉大学）、

■客員教員：和田 道治（KEK）、

若杉 昌徳（京大化研）、

山口 由高（理研）

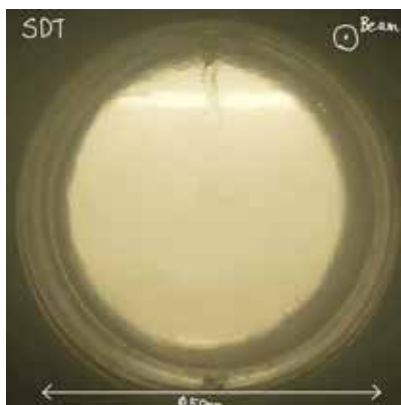
■大学院生：矢野 朝陽（M2）、

■学群4年生：関 優也

グループの近況を報告します。2023年2月現在、3名の教職員、5名の連携教員、修士課程大学院生、卒研究生、研究生が各1名在籍し、教育研究活動を行っています。2022年度も、6MVタンデム加速器、量研機構HIMACなどを使って、不安定核宇宙元素合成に関する研究、および関連する検出器の開発等を行ってきました。理研RIビームファクトリーの稀少RIリングを用いた中性子過剰核の質量測定に関して、プレスリリースがありました（<https://www.tsukuba.ac.jp/journal/technology-materials/20220428140000.html>）。来年度はM2の矢野君が理研大学院生リサーチ・アソシエイト（JRA）に採択されて、博士後期課程に進学予定です。固体重水素標的の開発で進展がありました（写真）。



固体重水素標的(SDT)
チャンバー準備中。



典型的なSDT。

【応用加速器部門（UTTAC）】

原子核実験の分野では、ラムシフト型偏極イオン源からの偏極陽子および偏極重陽子を用いた不安定核の核モーメント測定を進めています。現在は主に、30Pに注目し、ビームエネルギーや標的の種類などを変化させ、核磁気モーメントの探索を行っています。また、最近、ビームトランスポートの調整によって、測定室内の原子核実験用ビームコースにフェイントビーム（～kcp/s）の供給が可能になりました。これまでは、6MVタンデム加速器からのビームを一旦金薄膜で弾性散乱させ、後方の散乱角度を適切に選ぶことでビーム強度を落としていました。今後、検出器の性能試験等に利用する予定です。

加速器質量分析（AMS）の分野では、弘前大学との共同研究で南極氷床コアを用いた比較的近年の ^{36}Cl 降下量変動の調査をおこなっています。また、海洋動態研究として海水中の ^{129}I の測定が行われており、福島第一原発の沖合や南大洋・インド洋の人為起源 ^{129}I の水平・鉛直方向分布や拡散度合いを知ることができました。マイクロビームを利用した研究分野では、透過ERDA法を用いた物質中の水素3次元分布計測が進行中です。また、材料中の不純物元素の測定のために、超伝導トンネル接合型検出器（STJ）を開発しています。

（小沢 顕）

物性実験グループ

磁性物性グループ（小野田研究室）

本研究室では、相関電子系（金属－絶縁体転移、超伝導など）、量子スピン系（幾何学的競合系、低次元系など）ならびに機能性物質系（2次電池、固体電解質、熱電変換など）の物性発現機構に関し、結晶構造と巨視的・微視的物性の多角的・包括的実験研究および理論研究を行っています。各分野とも奥が深く専門性が高いため、それらを横断的に理解することは容易ではありませんが、物性発現機構を真に解明するように努めています。

2022年度は、(1) 金属－絶縁体転移・重い電子スピネル LiV_2O_4 と関連系、(2) 幾何学的競合系 $S = 1/2$ スピネル $\text{Li}_2\text{Ti}_2\text{O}_4$ 、 MgTi_2O_4 、(3) 熱電変換ブロンズ $\beta\text{-Pb}_x\text{V}_2\text{O}_5$ と関連系、(4) エネルギーデバイスブロンズ $\gamma\text{-Li}_x\text{V}_2\text{O}_5$ と関連系、(5) 2次イオン電池正極活物質 LiCoO_2 、 $\text{Li}_x\text{V}_3\text{O}_8$ 、 $\beta\text{-Cu}_x\text{V}_4\text{O}_{11}$ と関連系、(6) 次世代固体2次電池電解質 $\text{Li}(\text{BH}_4)_{1-x}\text{I}_x$ などを対象としました。

理論として、2021年に「重い電子スピネル LiV_2O_4 のインコヒーレント金属相に関する混合原子価イオンモデル」を構築しました。それに関係する内容として、本年度は、Hubbardモデルに基づいて「金属電子系の高温帯磁率」に関する理論を構築しました（図1）。これらの成果は、現在進めているMott転移近傍に位置する重い電子スピネル LiV_2O_4 関連系であ

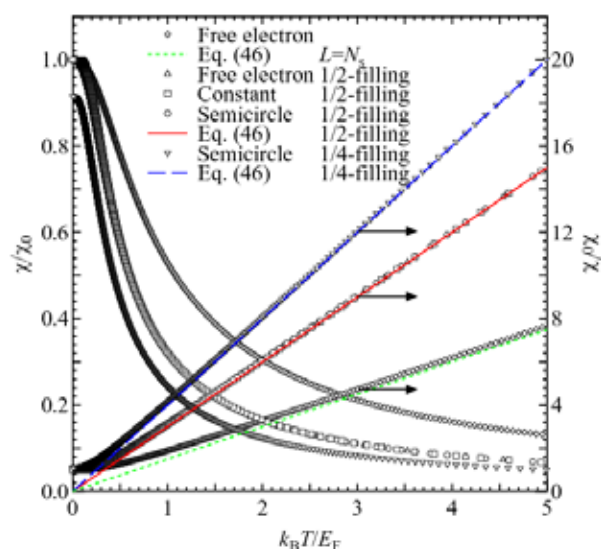


図1. 金属電子系における1/2および1/4充填の状態密度に関する帯磁率の温度依存性と自由電子モデルの結果との比較。

る $\text{Li}_x\text{V}_2\text{O}_4$ ($0.6 < x < 1$, $1 < x \neq 2$)、 $\text{Li}_x\text{Zn}_{1-x}\text{V}_2\text{O}_4$ ($0 \neq x < 1$)の実験結果を検討する上で極めて重要であり、実験と理論が車の両輪となって新しい物理が明らかにされつつあります。その他のテーマに関しても着実に成果が得られました。

本年度は博士前期課程6名、物理学類4年2名が在籍しました。

（小野田雅重）

ナノフォトリクスグループ

【池沢研究室（半導体光物性）】

当研究室では、半導体ナノ結晶や、数原子程度の厚さの薄膜、半導体中の欠陥などを対象として、分光的な手法でこれらの材料の中の電子の振る舞いを研究し、放射される光子の性質などを調べています。3月末に、約1年半、学生指導や授業に色々とお世話になりました相原健人先生がJAXAの研究開発部門に異動されました。今後も共同研究などで一緒に

させていただく予定です。また、4月にはKweon Dongkyun君が卒業研究生として配属されました。半導体ナノプレートレットのテーマで卒業研究を開始しましたが、秋頃に一時中断せざるを得ない時期があったため、途中からテーマを変えて、原子層物質の一種である六方晶窒化ホウ素中の単一欠陥の研究を行う事となりました。室温で明るく光る単一光子源として有望な材料です。これまで液体ヘリウムで冷却しない

と良く光らない材料を多く研究してきましたが、室温で実験出来ることは、単に近年価格が高騰するヘリウムを使わなくて済むというだけではなく、クライオスタット不要で実験配置の自由度がずっと高いという点でも助かっています。11月末には、博士課程学生の王若曦君が就職のために大学を離れました。修士課程から研究室に入ってきた留学生で、長年一緒に研究を行ってきました。在学中は、ヒ化ガリウム中の窒素不純物や、原子層物質の微結晶の光学特性について研究成果をあげてくれた他、毎週のセミナーの調整や後輩の指導など、グループの運営に寄与してくれました。

(池沢道男)

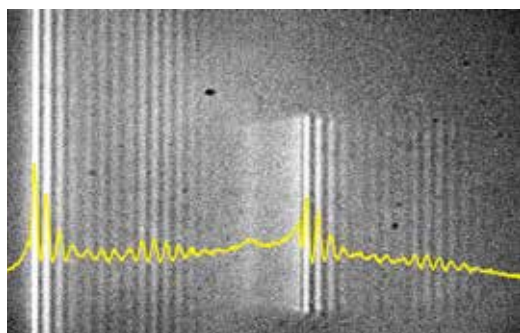
【久保研究室（表面物性）】

久保研究室では主に金属系の人工ナノ構造や相変化物質など複合材料からなる光デバイス構造における光励起現象について、フェムト秒時間分解顕微鏡法を用いた研究を行っています。2022年度の学生メンバーはD3・伊地知 君、M2・有富 君、大島 君、M1・菊池 君、B4・加藤 君、豊澤 君の6名です。我々のグループでは様々な条件下における表面プラズモン波束のフェムト秒時間分解可視化を長年行っていますが、研究対象である「表面プラズモン」の見なし方については分野に応じて幾通りかあるよ

うに思われます。固体物理には「バルクプラズモンの表面波版」で、素励起を生じる物質の連続性が表面で打ち切られるので、バルクの素励起とは異なった固有エネルギーをもつ表面素励起が存在する、となります。電磁気学では「電磁波の界面モード」で、互いに誘電関数の符号が異なる2物質界面におけるMaxwell波動関数の固有解、です。光学には「エバネッセント波の一種」で、金属側・誘電体側の両方に対し界面垂直方向に強度が指数関数減衰する波、です。化学・工学には「微小領域に局在する電磁場」であり、光-物質相互作用断面積の増大や微小光デバイス応用が重視されます。近年、これらに加え、物理光学の立場から、「ストラクチャード・ライトのひとつ」とする見方が提唱されています。ここでは、いわゆる平面波では無視してしまう、波動関数のトポロジカルな幾何学的構造に特徴を求めます。我々もこの問題に取り組み、最近自分達の実験室で生成することが可能になったspace-time表面プラズモン波束のトポロジカルな性質について、一つの結論を得るに至りました。

学生メンバーの進路は、D3の伊地知君は学振特別研究員（PD）を得て東大生産研に赴任、M2の二名は企業に就職、B4の二名は大学院に進学、です。

(久保 敦)



(最近の成果：N. Ichiji, Y. Otake, A. Kubo, “Femtosecond imaging of spatial deformation of surface plasmon polariton wave packet during resonant interaction with nanocavity”, *Nanophotonics*, 11, 1321 (2022)に対し、大学からプレスリリース「人工物質「ナノ原子」の光応答を100兆分の1秒の時間分解能で可視化」を行いました。)

強相関物性グループ（守友研究室）

強相関物性グループでは、エネルギーハーベストに関する基礎研究とデバイス研究を推進しています。特に、環境熱で充電できる『三次電池』を提唱し、その学術基盤の構築と社会実装に向けた研究開発を推進しています。また、古くて新しい『熱電変換セル』の研究も行っています。研究室の所属している物理学類・物理学学位プログラムの学生・大学院は、熱意もってこうした研究を行っています。最近では、民間企業からの問い合わせも多くなりました。研究分野が全く形成されていませんが、荒野を一步一步開拓し道を作る覚悟で、日々研究を推進しています。

令和4年度の重要な進展としましては、

1. $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$ の電位の温度係数を温度でスイッチ: Y. Nomura, D. Inoue, Y. Moritomo, Temperature switch of electrochemical Seebeck coefficient of $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$ via formation of $[\text{FeCl}_4]^{2-}/[\text{FeCl}_4]^-$, RSC Adv. 13, 3971

(2023).

2. 有機溶媒を使用した液体熱電変換素子の性能: A. Wake, D. Inoue, Y. Moritomo, Liquid thermoelectric conversion devices composed of several organic solvent, Jpn. J. Appl. Phys. 62, 014002 (2023).
3. Co-PBA 薄膜内の Na^+ 拡散を可視化: H. Iwaizumi, T. Shibata, Y. Moritomo, Na^+ diffusion in $\text{Na}_x\text{Co}[\text{Fe}(\text{CN})_6]_{0.90}$ film as investigated by transmission image, Jpn. J. Appl. Phys. 61, 120902 (2022).

があります。

令和4年度は、3名の卒業研究生、7名の修士1年生、3名の修士2年生、1名の博士2年生、1名の博士3年生、1名の博士特別研究員、1名の研究員、2名の助教、1名の講師、1名の教授、1名の秘書が在籍していました。修士2年生は全員就職の予定です。

(守友 浩)

光ナノ物性グループ（野村研究室）

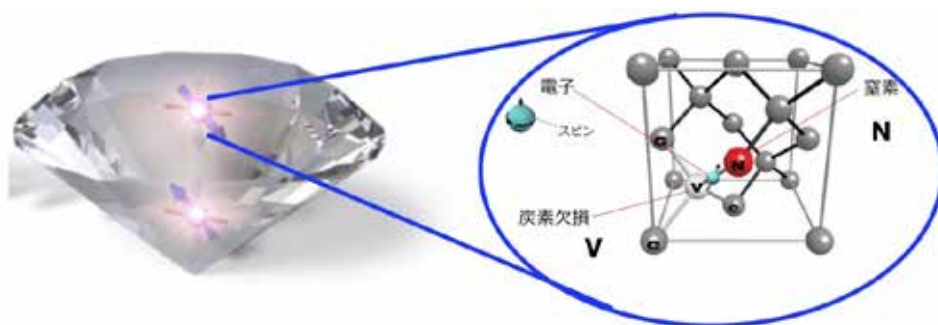
本研究室では、主に先端光学的手法によるナノメートル構造の新しい物性とナノデバイスの研究を行っています。半導体ナノメートル構造の自由度と品質の高さを生かした量子コヒーレンスやスピンの関わる興味深い現象を研究しています。本研究室では、光学分野で発展してきたナノオプティクス、超高速レーザー技術の先端光学的手法を用いて、ナノサイエンス・ナノテクノロジーと一体化した新たな学問分野を切り開くことを目標にしています。今年度も新たに院生、卒研究生を迎えて、研究活動を進めて

います。対面での授業が主になり、以前の通りの活気が戻ってきています。本年度、ダイヤモンドNVセンターを用いた電磁波イメージング、高感度化のためのマイクロ波共振器の研究や核スピンの検出と制御に関する研究に進捗がありました。卒研究生は「ベストプレゼンテーション賞」を受賞しました。是非お立ち寄りいただければ嬉しく思います。

野村研究室

HP: <http://www.px.tsukuba.ac.jp/~snomura/>

(野村晋太郎)



構造科学グループ（西堀研究室）

本研究室は先端放射光科学を利用した物質の構造研究による新原理の発見やエネルギー科学への貢献を目標に活動しています。また、平成29年度10月に筑波大学に立ち上がったエネルギー科学研究センター（TREMS）のメンバーとしての活動や、令和元年10月に立ち上がったイノベティブ計測技術開発研究センターの活動にも参加しています。

今年度の4月当初の体制は、教授1名（西堀）、助教2名（笠井、Tomasz）、事務補佐員、学振PD、D3、D1、各1名、M1が4名、研究生1名の12名でした。海外からの大学院生1名と研究生1名はコロナウィルス感染症対策のため、4月から来日することはできず、どちらも6月からとなりました。2名とも無事に入国でき、6月には研究室に加わりました。

主要な実験の機会となる、大型放射光施設SPring-8とX線自由電子レーザー施設SACLAの利用については、昨年に引き続き、今年度も通常の日程で利用可能でした。6月と7月には

海外教育研究ユニット招致のBo Iversen教授のグループから数名が来日しSPring-8で一緒にマシンタイムを行うことができました。9月には、3月に博士を取得し、その後学振PDとなった元学生がデンマーク・オーフス大学の博士研究員として転出しました。また、海外教育研究ユニット招致のJacob Overgaard教授が8/31に退職しました。9月の中旬から12月までD1の学生がデンマーク・オーフス大学に留学しました。10月末には笠井助教、D3、M1 1名が韓国済州島で行われた国際会議に参加しました。M1の学生はポスター賞を受賞し、賞金と副賞を獲得しました。また、ユニット招致のBo Iversen教授が12月に来日し、筑波大学で共同研究を行いました。

今年に入り、コロナの規制が緩和され海外との往来が比較的自由に行えるようになってきました。今後は、コロナ前の様に海外連携をより活発に進めていく予定です。

（西堀英治）

低温物性実験グループ（神田・森下研究室）

- 教 授：神田 晶申
- 准 教 授：森下 将史
- 助 教：友利ひかり
- 大学院生：柳井 力（9月修了）
石川 真智、楠川 将史、
梁 昊昀、増 野谷 拓実、
范 福
- 研 究 生：于 昊、
黄 天辰（10月～）
- 4 年 生：千葉 一輝

2022年度は、コロナ禍で来日の叶わなかった中国からの留学生が来日し、総勢12名（うち外国人4名）の賑やかな研究室となりました。大変うれしく思っています。

研究面では、原子層超伝導体、グラフェンのひずみ効果の研究を引き続き行っています。友利先生の精緻な試料作製テクニックによって超伝導試料の質が向上し、様々な興味深い結果が得られています。また、グラフェンのひずみ効

果では、新しい研究に着手しました。今後の展開が期待されます。

友利先生は2023年3月いっぱいでの退職が決まっています。2009年の大学院入学以来これまでの長年にわたる研究・教育活動への貢献に感謝するとともに、今後の新天地でのご活躍をお祈りしています。

（修士論文題目）

柳井 力：原子層超伝導体NbSe₂の電気伝導測定とトンネル分光

石川 真智：原子層超伝導体NbSe₂における磁場中金属状態の起源

楠川 将史：周期凹凸構造上のグラフェンの電気伝導

梁 昊昀：微小トンネル接合法を用いたメゾスコピック層状超伝導体NbSe₂における渦糸状態の研究

（神田晶申）

プラズマ実験グループ（プラズマ研究センター）

プラズマ実験分野では、プラズマ研究センターに設置されている世界最大のタンデムミラー型プラズマ閉じ込め装置GAMMA 10/PDXを基盤として、プラズマ物理と核融合科学に関する教育研究を行っています。最近では、これまでのミラープラズマの加熱・閉じ込め研究に加えて、装置端部（エンド領域）を活用したダイバータ模擬研究を積極的に推進しています。また、小型のプラズマ生成装置を用いて、プラズマと材料との相互作用に関する研究も進めています。さらに、核融合原型炉のダイバータ研究に貢献するために、超伝導ミラー型装置の建設も進めており、2022年10月にファーストプラズマの生成に成功しました（図1）。

令和4年度は、物理学学位プログラムの大学院生が16名、物理学類生が9名在籍しています。プラズマ分野の教員は、教授3（内連携大学院教授2）、准教授4（内連携1）、講師3、助教1の11名（内連携3）の構成となっています。センターで一緒に研究をしている他のメンバーとしては、応用理工学学位プログラムの教員2名（准教授と助教）と学生8名がいます。また、GAMMA 10/PDX装置本体やプラズマ加熱・計測装置等の管理など、研究基盤を支えてくれる技術系スタッフが6名と事務系スタッフ3名で、全て合わせると55名になります。

研究では、GAMMA 10/PDXにおけるダイバータ模擬研究において、高速カメラと4分岐

光学系を組み合わせ、同一プラズマの異なる4波長の発光の時空間分布を同一視野で同時計測するシステムを開発して、窒素分子の介在する分子活性化再結合に関する研究や水素リサイクリング研究を進めています。先進プラズマ計測として、密度揺動の流れの多点同時計測が可能なコム・ドップラー反射計やエンド部でのダブルパス・トムソン散乱計測などの開発も進められています。高密度プラズマの加熱手法を検討するため、2つのアンテナから異なる周波数の速波を励起して、波動間の相互作用により2つの周波数の差の周波数を持つ差周波波動（遅波）を励起させる実験を行っています。さらに、14GHzのジャイロトロンの開発が進められるとともに、大電力ジャイロロンを用いたECH実験において高密度プラズマ生成実験やELM模擬実験が行われています。また、小型プラズマ生成装置を用いたタンゲステン繊維状ナノ構造の水素同位体吸蔵特性の研究及びプラズマバイオ研究のための大気圧プラズマ源の開発も進められています。

新装置（Pilot GAMMA PDX-SC）プロジェクトも順調に進められ、GAMMA 10/PDXに加えてこの新装置を用いて、プラズマ物理の進展と核融合エネルギーの早期実現に向けた学術的研究に貢献して参ります。

（坂本瑞樹）

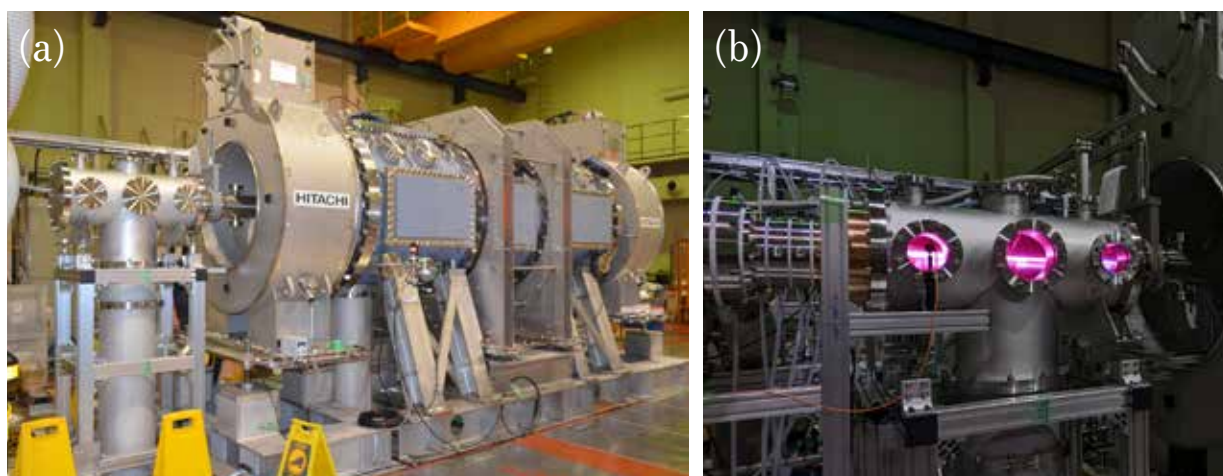


図1 (a) 超伝導ミラー型装置Pilot GAMMA PDX-SCと(b)ファーストプラズマ生成時の写真

人 事 異 動

最近、以下の方が着任され、また退職（転出等）されました。

着任教員

氏名	職	着任日	異動内容
清水 則孝	准教授	R 4 . 4 . 1	採用（原子核理論）
福島 肇	助教	R 4 . 4 . 1	採用（宇宙理論）
本多 俊介	助教	R 4 . 6 . 1	採用（宇宙観測）

退職教員

氏名	職	退職日	転出先等
梅村 雅之	教授	R 5 . 3 . 31	定年退職
原 和彦	准教授	R 5 . 3 . 31	定年退職
吉江 友照	准教授	R 5 . 3 . 31	定年退職
谷口 裕介	准教授	R 4 . 7 . 22	逝去



新 任 教 員 か ら

清 水 則 孝

令和4年4月に筑波大学計算科学研究センターに着任いたしました。その前は、東京大学理学系研究科にて18年間在籍していたのですが、最後の数年間は学生教育を担当する機会がありませんでした。久しぶりに学生の皆さんと一緒に研究を進められることで、期待に胸をふくらませています。

私の専門は、原子核構造理論です。陽子と中性子を構成要素とした原子核の量子多体問題を、配位混合を考慮した大規模数値計算で解くことによって、原子核の構造を研究しています。重イオン加速器施設による実験にて多くの不安定核の性質が精力的に調べられており、これらと連携して理論の側面から原子核の形状や殻構造を明らかにしています。並行して、量子多体問題の解法やスーパーコンピュータ向けのコード開発にも興味をもって研究を進めています。

どうぞよろしくお願いいたします。



福 島 肇

平成31年に京都大学大学院理学研究科物理学・宇宙物理学専攻で学位を取得し、筑波大学での研究員を経た後に、令和4年4月より筑波大学計算科学研究センターのテニュアトラック助教として着任しました。専門は星形成に関する宇宙物理学理論です。星間ガスからどのように星が誕生するのかをシミュレーションや解析的計算を用いて調べています。特に、大質量星の誕生やその周囲へ与える影響に着目してきました。また、円偏光波など星形成領域の観測的性質についても研究しています。今後は、偏光波計算の生体光イメージングへの応用や宇宙生命分野などの分野横断的なテーマにも挑戦していきたいと考えています。教育活動についても尽力するとともに、学生の皆さんと一緒に新しい研究へ挑んでいきたいと思っています。どうぞよろしくお願いいたします。



本 多 俊 介

2022年6月1日付で宇宙観測グループのテニュアトラック助教として着任しました。博士号取得までは筑波大生として素粒子実験グループで研究をしていたので、お世話になった先生方がいる筑波大学に戻ることができてとても光栄です。いまは小スケールの素粒子から一転して、宇宙全域に広がる宇宙マイクロ波背景放射（CMB）の観測を専門にしています。CMBによる宇宙最初期の時空の加速度膨張（インフレーション）の観測的検証を目指して、スペイン・カナリア諸島に設置した望遠鏡の装置開発と観測運用を現地で主導してきました。宇宙観測グループの電波天文とは共通技術が多いので、超伝導デバイス開発を中心にこれまでの経験を十二分に活かして、電波天文・南極テラヘルツ天文観測の研究開発に貢献していきます。学生教育にも力を入れて、学生と一緒に思考しながら研究を進めていき、天文観測の面白さや研究の達成感を味わってもらえるよう尽力いたします。どうぞよろしくお願いいたします。



退職にあたって

梅村 雅之

私と筑波大学との関り合いは、1993年6月の1本の電話から始まった。当時、国立天文台の助手をしていた私の所に、計算物理学研究センター長をされていた素粒子理論の岩崎洋一先生から突然お電話を頂き、筑波大学に宇宙物理分野を新設することになったので、筑波大に来ませんかというお誘いを受けたのである。私はそれまで、岩崎先生とは面識がなく、なぜ私がお誘いを受けたのか分からなかったが、後になって、京都大学の佐藤文隆先生から推薦いただいたことを知った。電話から1週間後、三鷹の航空宇宙技術研究所に岩崎先生が出張に来られるということで、その近くで初めて岩崎先生にお会いした次第である。そこで、岩崎先生が進められているCP-PACSプロジェクトのことや、今回のポストのことについて小一時間お話を聞かせて頂いた。そして、新天地で宇宙グループを作るということには大変魅力を感じ、赴任の件をお受けした。

1993年11月に筑波大学に助教授として着任し、翌年中本さん（現東工大教授）が助手として宇宙グループに加わった。学生の受け入れを始めた1994年は、大学院生2名、4年生2名の小さな研究グループであったが、今では、スタッフ7名、総メンバー数53名のグループになった。宇宙理論研究室の推移を表1に示す。この30年間の学位の総数は、博士28、修士105、学士146となった。筑波大での私自身の研究人生のほとんどは“輻射流体力学”の実現に注いできた。岩崎先生のお誘いを受けた当時、私は国立天文台で、“輻射輸送方程式”を世界に先駆けて解く構想を練っていた。輻射輸送方程式は光の伝播を正確に扱う方程式であるが、3次元空間で扱うためには6次元の輻射輸送方程式を解く必要があり、当時これを扱える計算機はなかった。そのため、輻射輸送専用機を作れないかという青写真を作っていたが、そこへ岩崎先生からCP-PACSプロジェクトへの参画のお誘いを受けたのである。そして、一緒に専用機の構想を練っていた中本さん（当時研究員）も筑波大に転任し、CP-PACSを使った輻射輸送計算の実現に着手した。その後須佐さん（現甲南大学教授）も加わって、1999年になってようやくCP-PACSを使った世界で初めての6次元輻射輸送計算が実現し、最初の論文が発表された。筑波大に赴任してから6年に及ぶ長い戦いだったが、何とか実現に漕ぎつけた。輻射輸送計算に流体計算を結合した“輻射流体計算”への取り組みは、その後のHMCSプロジェクト（1997年度～2001年度）によって実現することができた。これは、科研費「特別推進研究」に受け継がれ、2007年に輻射流体計算を行うための“宇宙シミュレータFIRST”を完成した。その後、多くの共同研究者に恵まれて、輻射流体力学を用いた宇宙物理の研究を続けられてこられたことは大変有難いことと思っている。

2004年に計算物理学研究センターは、計算科学研究センター（CCS）に改組され、2013～2019年度にセンター長を務めたが、それまでセンター長をされてきた、岩崎先生、宇川先生、佐藤先生のご尽力の有難さを痛感した。この10年は、輻射輸送計算を用いて、いくつかの異分野連携も立ち上がった。2012年には、宇宙生命計算科学連携拠点を立ち上げ、宇宙分野と生命分野の連携で、生命起源の問題に計算科学の手法で取り組んできた。また、2016年9月にそれまで面識のなかった浜松医科大学の星

詳子先生から、我々が開発した輻射輸送計算の技法を使って、近赤外線で体内をイメージングする新医療技術に活かさないかとのお誘いを頂き、計算光バイオイメージングというプロジェクトを創始した。ちょうどその頃、CCSで医療に関係する計算科学分野がいくつか始まったこともあり、2017年に、4分野を合わせた“計算メディカルサイエンス推進事業”を立ち上げた。この実現は、センター長時代にCCS内の様々な分野の研究を深く知ることができたことが大きかったと思っている。

現在私は、二足の草鞋を履いて、本部の事業推進にも関わっている。2021年9月に文部科学省の「世界で活躍できる研究者戦略育成事業」として、本学のプログラム「大学×国研×企業連携によるトッランナー育成プログラム（TRiSTARプログラム）」が採択された。この事業を推進するため本部に「若手研究者育成支援室」が設置され、私は室長兼プログラムマネージャーを務めている。TRiSTARプログラムが目指すのは「トランスボーダー型研究者」の育成で、自身の専門性の追求の先に、分野や業種の壁を超えた新たな展開可能性を見出すことができる研究者である。TRiSTARには、“3つ星”の意味があるが、ミシュランガイドによれば、1つ星レストランは、指定されたカテゴリーで美味しい料理を提供するレストランで、3つ星レストランは、わざわざ訪れる価値のある総合的に卓越した料理を提供するレストランとのことだそう。私は、専門である宇宙物理でいわば1つ星レストランを目指して研究を行ってきたが、生命や医学との異分野連携は、3つ星レストランを目指すようなものだ。TRiSTARプログラムで、若手研究者の3つ星へのチャレンジを支援していきたいと思っている。

国立天文台から筑波大学に移って30年、宇宙研究室を立ち上げて、思う存分研究をさせて頂き、多くの共同研究者もできた。共同研究を行ってきた天文分野の研究者の方々、学生諸君、そして異分野融合を共に推進してきた生命分野、医学分野の方々に深く感謝したい。そして、研究室運営に当たっては、歴代のセンター長をされてきた、岩崎先生、宇川先生、佐藤先生、朴先生には大変お世話になった。この場を借りて、深く感謝したい。そして、大学で一緒に仕事をしてきたCCSの全ての教職員の皆さん、物理の教職員の皆さん、全学の教職員の皆さんに心より感謝申し上げたい。

この退職の挨拶を書いている最中に、岩崎先生が2月2日にご逝去されたとの訃報に接した。30年前、宇宙物理分野を立ち上げたいという岩崎先生のお誘いで筑波大に赴任したが、最後に感謝の意を伝えられなかったのが残念でならない。安らかにご永眠されますことをお祈りし、心より哀悼の意を表します。

表1

宇宙理論研究室の年次推移																														
年度	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	計
総メンバー	6	10	12	11	12	14	14	11	15	18	18	29	29	26	26	24	23	27	24	28	34	33	30	30	30	38	47	50	53	
スタッフ	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2	3	3	3	3	4	5	5	5	3	3	5	6	5	7	7	6	6	7	
研究員他		1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	5	4	4	4	2	2	6	6	4	7	4	5	6	3	8	9	9	8	
博士後期		1	1	3	4	4	3	2	2	3	3	6	8	8	7	4		2	4	6	6	6	4	2	2	2	4	8	9	
博士前期	2	3	4	2	2	4	2	2	5	6	6	10	9	7	7	8	8	7	8	8	10	10	13	11	11	13	14	16	19	
4年生	2	3	3	3	2	2	4	2	4	5	5	6	5	4	5	6	6	7	1	7	8	8	2	6	7	7	7	10	10	
博士論文						2	2		1	1		2	2	2	2	4				2	2	2	2		1			1		28
修士論文			3	2		2	2		2	3	3	2	3	3	3	2	5	3	4	4	5	5	7	6	4	6	7	7	12	105
学士論文	2	3	3	3	2	2	4	2	4	5	5	6	4	4	5	6	6	7	1	7	8	8	2	6	7	7	7	10	10	146
指導学生(梅村)	3	3	6	5	2	5	6	2	5	6	5	8	8	8	8	9	5	6	3	6	7	5	3	5	2	4	2	2	2	141



原 和 彦

毎年新たな学生を迎え、若い積りではありましたが、確実に年を重ねていたことは間違いないことでした。昭和56年に新しい筑波大に3期生として当時の自然科学類に入学。1学期の力学試験で沢田克郎先生から生涯唯一の追試判定を受けた。「力学の第○法則を説明せよ」で、先生の採点労力を考えて「ニュートンの○法則」とだけ答えた結果！2年の実験「論理回路」中に父の訃報を受け、泣きながら常磐線に乗った。多くの先生方からとても丁寧な教育を受け、同級生らと引き続き大学院に進学した。院では Λ とK粒子の生成過程からストレンジクォークが如何に発生するかの研究で博士号を取得。卒業後4年間はスイスベルン大学でW/Z粒子の研究をし、再び素粒子実験室に助手として平成元年に戻り、以来、つくばでの生活となった。院時代・筑波大就職は、滝川紘治先生にお世話になりました。

フェルミ研究所でのCDF実験で μ 粒子検出器の建設をしながら、当時のSSC実験のための電磁カロリメータを設計。日本の他機関による設計と異なり $T\bar{T}$ （筑波大・反筑波大）と評される中、設計が採用されたが、SSC計画自体が終了。ベルン時代にUA2用シリコン検出器を作ったが、日本人としては極めて初期の業績であった。その経験から、CDFのISLシリコン検出器建設、さらにLHC-ATLASのSCTシリコン検出器を建設した。現在もATLASアップグレード用としてシリコン検出器の建設が継続されています。

SCT建設が終了してから、ATLASアップグレード用p型センサーの設計と並行して、新型半導体ピクセルセンサーの開発に取り組んだ。読出し回路一体型のSOIピクセルでは、半導体としては世界一の位置分解能 $0.65\mu\text{m}$ を記録した。時間分解能にも優れたAC-LGADの開発は現在も継続している。東日本大震災の直後からは、福島第一原子炉の燃料デブリの位置・量の把握のために宇宙線ミュオン粒子を使ったシステムを設計・製作し、1～3号炉の状況を観測した。

トップクォークを発見したCDF実験を計画・推進した素粒子実験室の創始者、近藤都登先生の強いリーダーシップを目の当たりにできたのは幸いでした。先生に「実験は5年かかるから、よく選ぶように」と言われたが、UA2、CDF、ATLASの3つでお終いになる。しかし、これら実験で多くの成果を挙げ、特に筑波大グループとしてATLAS実験への参加を主導し、ヒッグス発見を実現できたことは幸せである。

ここに挙げた先生方はいずれも他界されましたが、原はもうしばらくは生きています。趣味の音楽をしながら、筑波大学の今後の進展を見守っています。



吉 江 友 照

私は1976年に筑波大学に入学し、大学院生と学術振興会研究員を経て助手に採用され、以降、一度も筑波を離れる事なく、筑波で研究し業務に携わり、また生活してきました。定年退職を迎えるにあたって、筑波での47年間を振り返ると、筑波の地に足を踏み入れると同時に、『物理と計算機・ネットワーク』という分野に足を踏み入れ、今も、このキーワードとともに歩んでいる様です。この間、私の人生を変える重要な出会いが3回ありました。

最初は『計算機との出会い』です。大学の必修科目として情報処理の授業で『モンテカルロ法による円周率の計算』を学んだとき、私の半生の方向性が決まった様です。計算機に興味を持ち、大学のサークル『情報処理研究会』でプログラミングを学びました。

次の出会いは、大学院2年次（だったと思いますが）のことです。原子核三者若手夏の学校で岩崎洋一先生が格子QCDの講義をされた後の懇親会で、先生に『素粒子物理はもちろんだが、計算機にも興味があり勉強している』ことをお話ししたところ、『数値シミュレーションによってQCDの研究をしてみませんか』という話になり、岩崎先生の学生として、共同研究を始めました。格子上のトポロジーと素粒子物理学の長年の課題の一つU (1) 問題の数値的理解が研究の主要テーマでした。その後、岩崎先生が主導された『専用並列計算機による計算物理』研究のQCDPAX, CP-PACS両プロジェクトに参加させて頂きました。両プロジェクトと後継のPACSプロジェクトを通して、宇川彰先生、金谷和至先生、青木慎也先生をはじめとする物理の先生のみならず、多くの計算機工学の先生と、より高いパフォーマンスを実現する為のアーキテクチャやコーディングについて（物理的にも）同じテーブルについて議論を重ねた日々は刺激的であったし、今でも懐かしく思い出します。

3番目の出会いは、2002年12月の英国エジンバラでおきました。同年の夏の格子場理論国際会議で、R. Kenway 先生が提案された『格子QCDの国際データグリッドILDG の構築とその為の国際協力』の第一回のワークショップが開催され。私は、都合で出張できなくなった宇川先生の代理で出席し、ILDGのワーキンググループの一つの世話人に選出され、ILDGの為に働き始めました。国内でも、ほぼ同時期に、格子QCDデータのネットワークによる共有プロジェクトが始まり、2005年からのJLDG (Japan Lattice Data Grid) の構築・運用に繋がりました。筑波大からは宇川先生と私が物理サイドの、佐藤三久先生、建部修見先生、天笠俊之先生が計算機工学サイドの主要メンバーとして参加する、これらの学際かつ国際で拠点横断型プロジェクトには、20年間関わってきたこととなります。幸か不幸か、定年退職後もこれらのプロジェクトに暫く携わる事になりました。『物理と計算機・ネットワーク』の人生は、まだ続きそうです。

末筆ながら、最近逝去された岩崎先生に哀悼の意を捧げたいとおもいます。先生とは、2012年頃から2017年ころまで、再び一緒に研究する機会がありました。これが、たぶん、先生の最後の数値的手法による研究だと思います。『研究生活で初めてデータ解析プログラムを自分で書いたよ』と半分冗談まじりに話されていたお姿が、懐かしく思い出されます。

理学系事務室より

物理学学位プログラムと物理学域を担当する事務室は長くD313室にありましたが、2015年に行われた改修を機に数学・化学分野とともに仮事務室を経て理学系事務室となり、B221室に移りました。現在は、米山啓子、飯村美智子、新悦子の3名が主に物理学分野の対応をしています。米山は10年8か月間にわたり物理学分野の担当をしてきましたが、本年度末で退職となります。

2012年7月1日に物理に異動してから、10年8か月お世話になりました。

総務を担当させていただき、域長（専攻長）は大塚洋一先生、矢花一浩先生、守友浩先生、初貝安弘先生、受川史彦先生、都倉康弘先生とご教授いただき深く感謝しております。

先生方、学生さんにはご不便をおかけする事もあったと思いますが今まで本当にありがとうございました。今後の皆様のご健康とご活躍を心よりお祈り申し上げます。

米山啓子

物理学域メーリングリストへの登録について

物理学域だよりの案内や、その他の筑波大学物理学域からのお知らせをメールでお伝えするため、皆様にメールアドレスの登録をお願いしています。是非、ご登録ください。

登録の際、在籍時の専攻・学類や研究グループを選択して頂きます。選択肢は現在のもを表示しており、皆様の在籍時のものと異なる場合があります。メーリングリストは研究グループ毎に作成しますので、皆様の在籍時と名称が異なる場合は、内容が近いものを選択してください。

筑波大学物理学類・物理学専攻のメーリングリスト登録のページ

<https://physics.px.tsukuba.ac.jp/~alumni/>

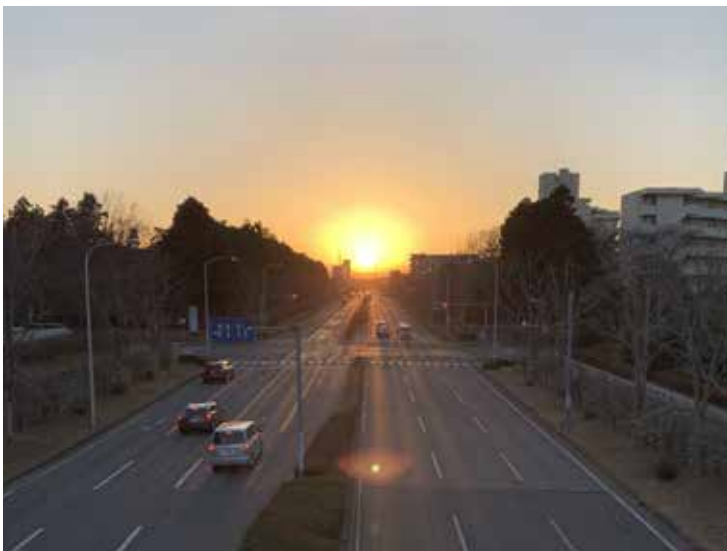


筑波大学大学院理工情報生命学術院数理物質科学研究群物理学学位プログラム

<https://grad.physics.tsukuba.ac.jp/>

筑波大学理工学群物理学類

<https://www.butsuri.tsukuba.ac.jp/>



筑波大学数理物質系物理学域

〒305-8571

茨城県つくば市天王台 1-1-1

Tel.029-853-4010/Fax.029-853-6618

E-mail jimsoumu@physics.px.tsukuba.ac.jp

U R L <https://grad.physics.tsukuba.ac.jp>
<https://www.butsuri.tsukuba.ac.jp/>

2023 年3月発行