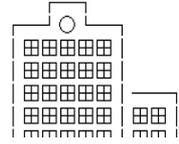


信州大学 物理 同窓会 文理学部 理学部 会報

● 信州大学物理同窓会会報 0083 号 (2023 年春号) SUPAA BULLETIN No. 83 ●
● 2023 年 4 月 26 日発行 ●
■——■ 発行所・信州大学物理同窓会事務局 (<https://www.supaa.com/>)
■——■ 〒390-8621 松本市旭 3-1-1 信州大学理学部物理教室内
■ 「旧文理学部物理学専攻」 + 「理学部物理学科」「理学部物理科学科」
「理学部理学科物理学コース」のOB・OG & 学生と教職員の会 ■



はじめに

コロナ禍もようやく終息に向かい、信大でも対面授業が主となり、3年前と同じ日常に戻りつつある。しかし、返ってこないものもある。当会においては、昨年暮れに奥山コース長から「これまで物理同窓会の学生学年世話人の選任を担当の教員が行ってきたが、今後は協力できなくなった」との通告。我々には寝耳に水で事務局には激震が走った。学年世話人は当会の制度設計

の根幹をなすものだ。文理から数え 75 学年中、50 学年で世話人を選任している。役割は学年名簿の保管と連絡役。近年は学生世話人からの持ち上がり。今後どうするか？ 思案に暮れる。いずれにせよ、学生との対話の強化が必要。これまで叫ばれつつも、活動を活発化できなかった分野で、ツケが回ってきたとも。おりしも、7年続いた太平当会会長の退任が決まった。(高)

=====《巻頭のこの1枚》 天王桜 =====



■撮影：倉田富二（理学3S）「天王桜」を紹介しよう。桜紀行の5年目に群馬県の山間で出会った名桜。樹齢は300年、薄紅色の大ぶりの花と共に葉も育ち、色合いが大変豊かである。根元近くから何十本もの枝を縦横無尽に広げ、圧倒的な存在感で歩み寄る人を包み込んでくれる。マップコード（540 321 739）を打ち込めばカーナビが現地まで案内してくれる。■撮影日：2015.5.1 ■撮影地：群馬県／片品村

【 I · N · D · E · X 】

第 26 回 信 州 大 学 物 理 会 総 会	(2023 年 5 月 27 日 開 催) の ご 案 内	
■ 記念講演講師：上野 信雄 氏		
■ 演題：大学とは？：時代の変化と高等教育を誤解/曲解した国立大学		
■ パネル討論：大学とは？ 小島 浩司 氏 上野 信雄 氏 中島 美帆 氏	 (4)
■ 学生・院生による研究発表：Hawking 輻射について.....	高松 晟久	(5)
◇ 《 新コース長からのご挨拶 》「学生とは何か」にもっと良い答えを?	中島 美帆	(5)
◇ 《 信州大学理学部同窓会 新会長からのご挨拶 》学科(同窓会)間の活動交流を	宮田 勝昭	(7)
◇ 丹羽公雄氏が第1回の石井健一郎賞を受賞	遠山 敏和 / 中村 光廣	(8)
◇ 【 第25回信州大学物理会総会 竹下徹先生・記念講演 講演録抜粋 】		
自然の理解(素粒子物理学)の進展と私の関わり《後編》	竹下 徹	(10)
◇ 《 リレーコラム・スペシャル企画 》		
宇宙線物理研究50年(私のライフワーク) = 第二回 =	小島 浩司	(21)
◇ 【情報通信業界の最前線から】 ChatGPT について	武原 一記	(24)
◇ 1960~70年代信大松本の学生だった者たちが集まった		
「ヒマラヤ杉の会」開かれる.....	遠山 敏和	(30)
★ 最近読んだ本/書評⑥ ★ 『部分と全体』 W.ハイゼンベルグ 著(補追編)	來田 歩	(32)
◇ 杉原保幸さん さようなら	渡邊 俊夫 / 神田 健三	(36)
◇ 【卒業にあたり学生生活を振り返る】物理学への尽きない興味をこれからも	高松 晟久	(39)
◇ T O P I C S		
● 信州大学東京同窓会が三年ぶりに開催されました	近藤 一郎	(40)
◇ 3月21日卒業式が挙行されました<成績優秀者の表彰><卒業写真>		(41)
◇ 4月4日入学式が挙行されました<入学写真>		(42)
◇ 《WEB 登録促進》・(42) ◇ 《『同窓会費会計細則』決まる!》・(43) ◇ 編集後記・(43)		

第 26 回 信 大 物 理 会 総 会 の ご 案 内

5月27日(土)に開催予定の当会26回総会は、以下のように日時と場所が決まりました。今回も、懇親会は新型コロナの影響が長引いておりますので、開かないと判断しました。記念講演には千葉大名誉教授の上野信雄さん(理2S)をお願いし、引き続きパネル討論「大学とは？」を開催します。また、新企画の学生・院生による研究発表会は、修士1年で昨年度の理学部成績優秀者に選ばれた高松晟久さん(理019S・素粒子論研究室)に行ってください。こうした講演会・パネル討論・発表会の模様は、Zoomによるリモート配信を行います。皆様におかれましては、何卒ご出席、あるいはZoom視聴をしていただきますよう、ご案内申し上げます。

記

- 開催日：2023年5月27日(土) 午後2:00 ~5:00
- 会 場：信州大学理学部第1講義室

■ 参加費：3,000円（学生・院生、現役の先生方は無料）会場の受付でお支払いください。

■ 主催：信州大学物理同窓会 ■ 共催：信州大学理学部

..... **式次第**

- 受付----- 午後1：30～
- 開会式----- 午後2：00～（Zoomで配信①）
 - ・第25回総会幹事長挨拶ならびに司会：百瀬 佳典(理学17S)
 - ・同窓会長挨拶：太平 博久(理学6S)
 - ・物理学コース長ご挨拶：中島 美帆 教授
 - ・前信州大学前理事・副学長ご挨拶：武田 三男(理学4S)
- 記念講演会----- 午後2：10～2：50（Zoomで配信②）
 - ・講師：千葉大学・学術研究アドバイザー 上野 信雄(理学2S)さん
 - ・演題：大学とは？：時代の変化と高等教育を誤解/曲解した国立大学
- パネル討論----- 午後3：00～3：40（Zoomで配信③）
 - ・テーマ：大学とは？
 - ・パネラー：司会・小島浩司氏（理学1S／電子研）・上野信雄氏（理学2S／統計研）
・中島美帆教授（物理学コース長）
- 学生・院生からの発表----- 午後3：45～4：15（Zoomで配信④）
 - 卒業研究：Hawking 輻射についてーブラックホールとの関係ー
 - 発表：高松晟久 019S／信州大学理工系大学院修士1年／2022年度理学部成績優秀受賞
- 記念撮影----- 午後4：20～
- 年次総会----- 午後4：30～5：00（Zoomでの配信なし）
 - 司会：三澤進（文理16）
 - 1) 議長・書記の選出【議長候補：三上浩佳(文理10) 書記候補：三浦貴司(理学03S)】
 - 2) 一般経過・年次活動報告：同窓会事務局長・高藤 惇(理学2S)
 - 3) 新しい人事案について： //
 - 4) 新しい人事案について 補足説明：総務担当・武原 一記 <審議・採決>
 - 5) 決算&予算案報告：会計担当・近藤 一郎(理学11S) <審議・採決>
 - 6) 議長、書記解任
- 閉会式----- 午後5：00～5：10（Zoomでの配信なし）<散会>

■ **参加・Zoom視聴申し込み方法：次のいずれかで。締め切りは5月20日**

- ① WEBサイトのオーダーフォーム (<http://www.supaa.com/meet26.html>) から
- ② 理学部同窓会報に同封したチラシ裏面「第26回 信州大学物理会総会 出欠連絡」に記入してファックスしていただく
- ③ 記念講演会・新企画をZoomで視聴される方は、①のオーダーフォームから
(出欠：WEB視聴)を選択してください

----- **ご支援金(カンパ)のお振り込み先** -----

◆ 郵便局の場合／通常郵便貯金 記号：11150 番号：20343411 口座名義：信大物理同窓会 代表者 武田三男 (たけだみつお)

◆ 銀行の場合／八十二銀行 信州大学前支店 店番号：421 普通預金 口座番号：650215 口座名義：信大物理同窓会 代表者 武田三男 (たけだみつお)

※ 一口1000円のカンパをどうかよろしく願いいたします。

===== **第26回信州大学物理会総会 幹事** =====

■ 幹事長・百瀬佳典(理17S) ■ 三澤進(文理16) ■ 高藤惇(理2S) ■ 武原一記(理22S) ■ 白川栄治(理23S) ■ 志水久(91SA) ■ 三浦貴司(03S) ■ 立花建(016S)

* 協力：信州大学物理同窓会学生世話人会

=====

■ 記念講演講師：上野 信雄 氏

理学2S 統計研究室／千葉大学 学術研究アドバイザー、名誉教授
前日本学術振興会・ロンドン研究連絡センター長

《プロフィール》

1971年 信州大学・理学部・物理学科を卒業。1976年 東北大学・大学院・工学研究科・応用物理学専攻、博士課程修了(工学博士)。学振・奨励研究員を経て1977年 千葉大学・工学部、助手。その後、西独 DESY (AvH フェロー) を経て助教授、教授(複数の学科等の教授)。2014年 千葉大学・大学院・融合科学研究科教授を定年退職、特別教授、名誉教授。この間、千葉大学の「高校2年生から大学への飛び入学」の創始担当、先進科学センター長、評議員、学長特別補佐、21世紀COEプログラム(物理学分野)およびグローバルCOEプログラム(物理学分野)のリーダー他、放送大学・客員教授、文部(科学)省・中央教育審議会・作業部会委員、内外の大学・学術機関の各種審査・評価委員などを歴任。2016年 日本学術振興会・ロンドン研究連絡センター長。2021年 千葉大学・学術研究アドバイザー。



■ 演題：大学とは？：時代の変化と高等教育を誤解/曲解した国立大学

【講演趣旨】

千葉大学における17才飛び入学の創始や独自性のある研究は、信州大・物理時代からの経験によるところが多いので、以下のような経験のまとめとして、大学教員(および日本の国民)が大学の教育と研究を誤解/曲解してきたことを話題にします。

第一次ポストク難の時代に学位を取得し少し苦労しましたが、運良く千葉大学の助手となり戦後初の17才飛び入学の創始、21世紀COEリーダー、グローバルCOEリーダーや学術振興会のロンドン研究連絡センター長を務めた経験から得たことを紹介します。信州大学では講義以外からも多くを学び、人材発掘・育成のコツを体得した気がします。

また東北大・大学院の研究では、当時の物理学分野の研究者が嫌った有機分子結晶の電子状態を光電子分光で研究することをはじめたので物理学の分野に仲間がおらず苦労しました。しかし研究で大切な力が身についたようです……初めは日本では私を入れて2グループ、海外には3グループしかありませんでした。

■ パネル討論：大学とは？



※パネラー

- ・小島 浩司 氏(左)
(理学1S/電子研)
- ・上野 信雄 氏(中)
(理学2S/統計研)
- ・中島 美帆 教授(右)
(物理学コース長)

■ 学生・院生による研究発表：Hawking 輻射について



高松晟久さん(019S/信州大学理工系大学院修士1年・素粒子論研究室/昨年の理学部成績優秀受賞)

「ホーキング輻射とは、簡潔に言えばブラックホールが温度を持った黒体であるかのように熱的輻射の源となっていることである。私は、この輻射が理論的にどのように示されるのかに興味をもったため、大学四年間の集大成である卒論のテーマとして、ホーキング輻射の理論研究を選んだ。」

新コース長からのご挨拶

「学生とは何か」にもっと良い答えを?

中島 美帆 (信州大学理学部理学科物理学コース長 磁性実験研究室教授)

2023年度の物理学コース長を務めます中島です。同窓会員の皆様、どうぞよろしくお願いたします。

先日、卒業生の結婚パーティーに参加したところ、席に置かれたメッセージカードに「僕を世の中に出荷してくださりありがとうございます」と書いてあり苦笑しました。その日の主役はメーカー勤務で、つい日常用語である「出荷」という言葉を使っただけなのでしょうが、大学教育の社会的役割を改めて考えさせられる言葉です。つまり大学とは、学生を教育し基準を満たした製品 (product) として社会に届ける機関である、と言えるのでしょうか。そうだとすると、国あるいは納税者は「出資者」、大学は「工場」ということになり、卒業判定や修論審査は「検品」、私の乾杯スピーチは、最後の車検シールのようなものだったのでしょうか。(末永く公道を走り続けられるように祈るばかりです。)

学生を製品に例えることの是非はともかく、これは教育方法にも当てはまる表現のように思えてきます。「ベスト・キッド」という映画に、主人公が空手 (またはカンフー) の達人に命じられるままにある動きを繰り返すうちに、いつの間にか素早い技を繰り出せるようになっていく、という印象的なシーンがありますが、特に日本ではこのように人を「型にはめる」ことが教育のイメージとして染みついています。近年は科学的根拠に基づいた教育方法が推奨されるとはいえ、まずは所作を身につけてから道を究める武道や茶道のような方法は、学問の世界においてもベースになっているのではないのでしょうか。一度に大勢を教えるときはその方が楽ですし、



教わる側としても、黙って言うことを聞いていけば一定レベルに到達する、というメリットがあるのでしょうか。

ただし、学生をモノに見立てて権威を振りかざしているような教員は、少子化による大学淘汰時代の訪れにより絶滅寸前です。大学は受験生獲得のためによりよい教育サービスの提供を謳いますが、この場合の学生は消費者（consumer）にあたります。学生は入学後も、費用の対価としての教育に目を光らせ、改善を要求する権利があります。この場合の大学は「商店」のようなものでしょうか。顧客サービスとクレーム対応が教員の仕事だという意見に簡単には同意できませんが、授業アンケートに辛辣なコメントを書く今の学生と、急な休講を知るなり喜び勇んで街に繰り出した昔の私と比べれば、どちらがまともな学生かは明らかです。

冒頭の近況話から乱暴に大学論に持ちこんでしまいました。この「大学にとって学生とは、product か？あるいは consumer か？」という綱引きは、大学論ではよく見るフレームであり、「教育の質保証」「大学経営の透明化」などというときの「ステークホルダーは誰か？」と同種の問いです。既に大学を卒業して一定年数が経った世代には、大学の大量化によって（あるいは大量消費社会に毒されて）崇高なエリート教育がお金で買える商品になり下がった、という理解をする人が多いかもしれません。大学内の議論でも「色々思うところはあるけど最近の流れだから仕方がない」と消極的な言い方で結論されることがあります。しかし、では学生 product 主義が大学の源流かと言えば、世界最古の大学といわれるボローニャ大学は学生が組合を作って教員を雇ったことから始まったそうですから、世界史的には consumer 説の方が原点回帰だと言えそうです。

また、最近やっとな多様性（diversity）というキーワードが日本社会に認知されたようですが、product 志向の教育と、この diversity 尊重の理念は単純に相性がよくありません。信州大学でも「SOGI の多様性を尊重するための基本理念・基本方針・対応ガイドライン」※が策定されたところなのですが、学内の一部に「理念は分かるが、これ以上教員の仕事を増やさないで欲しい」という不満が噴出しました。ベルトコンベアに寸分違わない材料が並んでいた方が作業しやすく効率が良い、というような表現はさすがに聞かれませんでした。新型コロナウイルス感染症対策が教員の負担を倍増させたことで、疲弊が極度に達してしまった人がいるということでしょう。ここで上記の基本理念からの一文をご紹介します。

本学は学生及び教職員が個々の性別、性的指向、性自認にかかわらず、お互いに自立した個性を尊重し、差別やハラスメントのない教育環境及び働きやすい環境の整備に取り組みます。（抜粋）

また違う話に飛んだところで唐突に結論付けますが、先の問いに対する答えのヒントは、この大学理念にあるのではないかと思います。つまり上の文章では、

学生は構成員（member）の一部だということを前提にしています。さらに重要なのは、大学にとって教職員も member であるという点です。学生を product としても consumer としても教員と学生は対立しますが、学生も教員も職員も「自立した個性」であり、お互いに尊重されるべき存在だという基本に立ち返れば、大学の役割も（工場でも商店でもない）新しい表現になるでしょう。どちらの解釈が間違っているわけではなく、両者の割合のちょうどいいところが目指すべき点「学生=member」だ、という結論でどうでしょうか。どうも上手く落ちておらず、最後まで経済用語（あるいはマーケティング用語）で揃えたい気もしますので、引き続き私のテーマとして悩み続けたいと思います。

さて、冒頭のパーティーで集まった卒業生たちに最近のオンライン授業の様子を伝えたところ、「もし自分たちが今の学生だったら、ちゃんと『出荷』されるか自信がない。」とのこと。（ついさぼってしまうだろうし、同級生に教えてもらわなければ危なかった単位もあったから、と。）一方、この春の新入生の大多数は終始コロナ禍の高校生活を過ごしており、学習環境が制限された時期を経て大学入試を乗り切った訳ですから、授業方式や勉強方法については在校生よりも一家言を持っていると思います。彼ら彼女らは、コロナ前の対面方式に戻りつつある大学の教育を、どう評価するのでしょうか。ひよっとすると私の問い「学生とは何か」にもっと良い答えを出してくれるかもしれません。

今年の開花予想は例年より早いそうです。桜とともに物理学コースに新しい member たちを迎えられる日をとても楽しみにしています。

※本文とは直接関係ありませんが、内容をご覧になりたいければ信大 HP を参照ください。
<https://www.shinshu-u.ac.jp/guidance/policy/activities/sogi/>

信州大学理学部同窓会 新会長からのご挨拶

学科(同窓会)間の活動交流ができればよいと考えています

宮田 勝昭（理学数学科 8S 本瀬研究室 元長野県高校教員 安曇野市在

理学部同窓会の活動にご理解とご協力をいただきありがとうございます。この紙面をお借りして感謝申し上げます。昨年 12 月森会長から会長職を引き継ぎました。まだ 5 か月ですが雑務の多さに驚いています。改めて森前会長に頼り過ぎた会の運営であったと思い知らされています。

さて、同窓会の役割は会員相互の親睦・連絡と学部及び現役学生の支援と考えま



す。現役学生の支援について、コロナ禍での「学生生活支援」としてこの1月まで計22回同窓会で用意したお米を大学職員の手をお借りして配布しました。私も何回か（ときにはサンタクロースに扮して）立ち合いました。毎回長蛇の列ができこれでしたら生活できると非常に喜ばれました。有意義な活動であったと自負しています。

会員相互の親睦について、3年に一度の総会を昨年は書面による決議に変えました。会報に同封した議案書について「はがきによる意見集約」を図りましたが、回収総数は179枚（会報41号をご覧ください）この数字をどう見るか。相互の親睦を図ることには課題が残ります。学科同窓会の活動にも温度差があります。物理学科ほどの活動が他学科ではできていません。私は数学科ですので数学科のことを載せます。

- ・年1回の会報の発行
- ・サイエンスラウンジ（上級生が下級生の質問に答える）への補助
- ・8月の信州サイエンスフェスタの数学ブースへの補助
- ・卒業式において成績優秀者に記念品贈呈

以上の4件が活動です。学科間の活動交流ができればよいと考えています。



▲1977年(昭和52年)2月追い出しコンパにて

同窓会会計の収入は新入生から振り込まれる同窓会費と寄付によります。残念ながら確実に繰越金が減少しています。

「会計検討委員会」を立ち上げていますがコロナ禍で活動が止まっています。また新入生の同窓会への「個人情報の提供同意書」が昨年までの『提出なきは同意が今年から『同意する人は提出』（提出なきは不同意）に変わりました。今年の結果はまだ分かりませんが、同窓会として連絡を取り合うために大事な住所録の作成に影響が出るかもしれません。

末筆ながら物理同窓会のご発展をお祈りいたします。

《 2020年ポンテコルボ賞受賞／2022年パノフスキー賞受賞 》
丹羽公雄氏が第1回の石井健一郎賞を受賞

石井健一郎賞とは、大同特殊鋼の代表取締役社長を務められた石井健一郎氏（名古屋大学経済学部前身の名古屋高等商業学校の卒業生）の寄附の意志に基づき、2022年度に名古屋大学に創設された教職員の顕彰制度です。

対象は名古屋大学に所属している期間に顕著な功績を上げた教職員あるいは当該教職員が所属する団体（名古屋大学内の共同研究グループ等を想定）です。研究分野は問いませんが、将来ノーベル賞相当の受賞が期待される者又は団体となっています。丹羽公雄氏（文理17回/名古屋大学名誉教授）が初回の受賞を獲得しました。

2023年3月19日 中日新聞 朝刊

功績評価 名大が「石井健一郎賞」 初回受賞は丹羽名誉教授



名古屋大は、最も顕著な功績を挙げた教職員に贈る「石井健一郎賞」を創設し、丹羽公雄名誉教授（左）を第一回の受賞者に選んだ。十八日、名古屋市千種区の同大で授賞式があった。

同賞は、名古屋高等商業学校（現名大経済学部）を卒業し、大同特殊鋼で会長などを歴任した故・石井健一郎氏の遺志に基づき、二〇二二年度に創設された。分野を問わず、大学に所属中に研究した成果を評価する。名大としては最高級の位置付けの賞となる。

丹羽さんは、特殊な写真フィルム「原子核乾板」を重ねる研究で、物質を構成する最も小さな素粒子の一つ「タウニュートリノ」の検出に成功した。今回、審査委員会は四件の推薦から丹羽さんを選んだ。

式には、ノーベル物理学賞を受賞した梶田隆章・東大宇宙線研究所長と小林誠・高エネルギー加速器研究機構特別荣誉教授も出席。杉山直学長が「先生の研究はノーベル賞級。これを機に賞をさらに育てたい」と話した。丹羽さんは「評価していただけてありがたい。名大は世界に誇れる研究拠点になってほしい」と期待した。（鈴木寛平）

杉山学長から賞状を受け取った丹羽名誉教授（右）と名古屋市千種区の名古屋大で

遠山 敏和（文理17/宮地研究室 愛知県立昭和高校[退職時] 名古屋市在住）

この賞は名古屋大学が最も顕著な功績を挙げた教職員に対して創設した顕彰制度である。その第一回受賞者に丹羽公雄氏（文理17回）が選ばれた。顕著な功績とは言うまでもなく「 τ ニュートリノの確認」（1998年）である。それができたのは原子核乾板の自動読み取り装置の開発であった。それまでは顕微鏡を覗き手作業で捜していた。装置の開発は解析の能率を10万倍以上早めた。その事で膨大な試料を解析可能にした。

丹羽氏はチャームクォークの第一発見者、丹生潔先生の元で13年間顕微鏡での検出に取り組んだ。「素粒子を捜す技術は誰にも負けない」と自負する。長年の蓄積が装置を生み出したと言える。更に当時、浜松フォトニクス、富士フィルムなど産業界の技術には研究の要求に答える高いものがあつた。これらが合わさって実現したと述懐する。そしておそらくこのプロジェクトには200億円程度の費用がかかっただろうと述べた。

丹羽氏の受賞記念講演会は、2023年3月18日名古屋大学ES総合館で開催され、オンライン配信されたので詳しい内容はそれで確認されたい。

石井健一郎氏は名古屋高等商業学校（現名古屋大学経済学部）の卒業生で日本の特殊鋼業界の再編に尽力した。第8代大同特殊鋼株式会社代表取締役社長、第2キタン会会長を歴任、氏の寄付の意志に基づき設立された。（名古屋大学 学術研究・産学官連携推進本部）

最後に丹羽氏は一昨年来「ポンテコルボ賞」「パノフスキー賞」「中日文化賞」を受賞、過去の「仁科記念賞」を加えると5回目の受賞となる。それだけ重要な発見を丹羽氏は成し遂げた。後はノーベル賞だけである。昨年10月中日新聞に東海のノーベル賞候補三人の内の一人として報道された。

「 τ ニュートリノの確認」はキュリー夫人のラジウムの発見と同等なるものと思ふ。ノーベル賞受賞者の梶田隆章氏の業績に十分匹敵する。丹羽氏は「 τ ニュートリノを確認する方法は原子核乾板による方法以外には無いと思ふ」と言い切った。

※ ※ ※

中村 光廣（理学 11S/素粒子研究室 名古屋大学未来材料・システム研究所 教授）

丹羽さんの業績についてはこれまでも同窓会報などで受賞のたびに紹介してきましたので繰り返しません。最近の国際的な再評価の動きを受け、名古屋大学内部でも再度その評価を確認したものと云えます。次を期待しましょう。

【第25回信州大学物理会総会 竹下徹先生・記念講演 講演録抜粋】
自然の理解(素粒子物理学)の進展と
私の関わり **《後編》**

ここからは、LEPという加速器のお話です。どうやって作ったらいいのですか？ というとzの質量とwの質量は、wが80 ジェブ、zが90 ジェブなので、まず重心系エネルギー 90 ジェブの加速器を作ります。どうやって作ったかというと、円周 27Kmのトンネルを掘り、電磁石があつて粒子を曲げます、電子がこっち側を向いて走ると、陽電子が反対向いて走って行く。

この加速器の問題は、曲げることじゃなくて加速することで、そのため超伝導の加速空洞というのを開発しました。(2022年7月16日)



▲2022年7月16日、当会第25回総会記念講演では、会場とZoomで同じ資料が表示された

竹下 徹 (理学部附属国際宇宙科学研究センター長 物理学コース特任教授 / 松本市在住)

e+e-の衝突、毎日、光電子増倍管をチェック

超伝導加速空洞の中に電磁波を閉じ込めて、電磁波で電子を加速します。漏れた電磁波を一旦バッファーしてまた元に戻すというシロモノが上の球体です。これで実験をすることになります。ちなみに、セルソ研究所付近の地図なんですけど、私の家はこの辺にあつて、私の実験装置はここ(右側)にあつたので、毎朝オフィス(左側)に行くか、実験装置に行くかというのを悩む日々を2年ぐらいやりました。



作った測定装置は何かというと、OPALという実験装置だと先ほどお話ししました。e+e-が衝突するこの衝突点の外側にあつて、これが鉛ガラス。長さが37センチ、重さが約30キロ。毎日毎日これを光電子増倍管と接着をして、チェックをする。ここにあるのが五千本です。もう半分あります。1万本作るのが5年間ぐらいの私の仕事でした。

この赤いデータは、皆さんまだ大学の頃に習ったかもしれない、ブライトウイグナーという形でピットアンコあつていて、共鳴曲線といわれるもの。この共鳴曲線は、

3個書いてあるのは実はZ粒子というのできて、Z粒子はいろんな粒子に崩壊するんですけど、クォークと反クォーク、レプトン(電子、 μ 粒子、 τ 粒子)とレプトンの反粒子、それ以外のペア、ニュートリノ(XXと書いてあります)にも崩壊します。

それら

によってこの確率、すなわち全体の面積が、変わってきます。もしもこのエックスの数、ニュートリノなんですけど、3個だったら緑のラインなんです。データにぴったりあっています。もしも2個だったらという計算をすると上側の赤の薄い線。もしも、4個だったら赤のきついやつ。明らかにデータはこの辺が、あってはいますけど、明らかに答えは3です。したがって、こ

のz粒子は3個のニュートリノに崩壊しているんだというので、ここがこの3つだということがわかります。

W/Zの検証

電子陽電子衝突
Z/Wの精密物理
LEPI: at Z $\sqrt{s}=90\text{GeV}$
LEPII: at WW $\sqrt{s}=160\text{GeV}$
トンネル周長27km <<<シンクロトロン放射
4つの測定器





u	c	t	γ
d	s	b	g
ν_e	ν_μ	ν_τ	Z^0
e	μ	τ	W^\pm

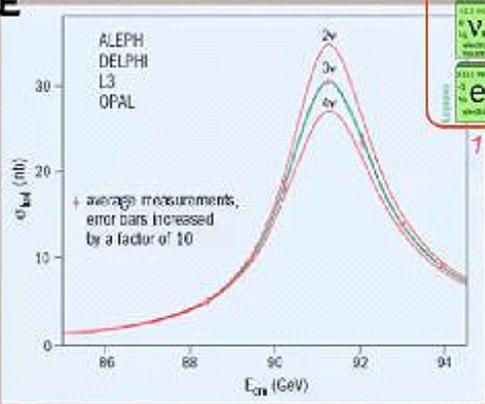
信大物理同窓会2022

LEP I の発見:世代数

$ee \rightarrow Z$ の全断面積測定

$Z \rightarrow q\bar{q}, \ell\bar{\ell}, XX$ (if $m_x < M_Z/2$)

X=ニュートリノで3種
quark & lepton
は同じ世代数だろう
世代は3



u	c	t	γ
d	s	b	g
ν_e	ν_μ	ν_τ	Z^0
e	μ	τ	W^\pm

信大物理同窓会2022

クォークの方はここまで見つかっていたんですけど3よりも上がないという証明はもちろん無かったんですが、おそらく周期率表的にはこの方が美しいだろうと思うので我々は、この縦方向を世代と呼んでいるんですけども。電子の世代の第1世代、粒子の第2世代、 τ の世代の第3世代と、こういう風に3世代でおしまい、世の中はきっと3世代でできているんだ。つまりこれが素粒子標準理論の正しい形

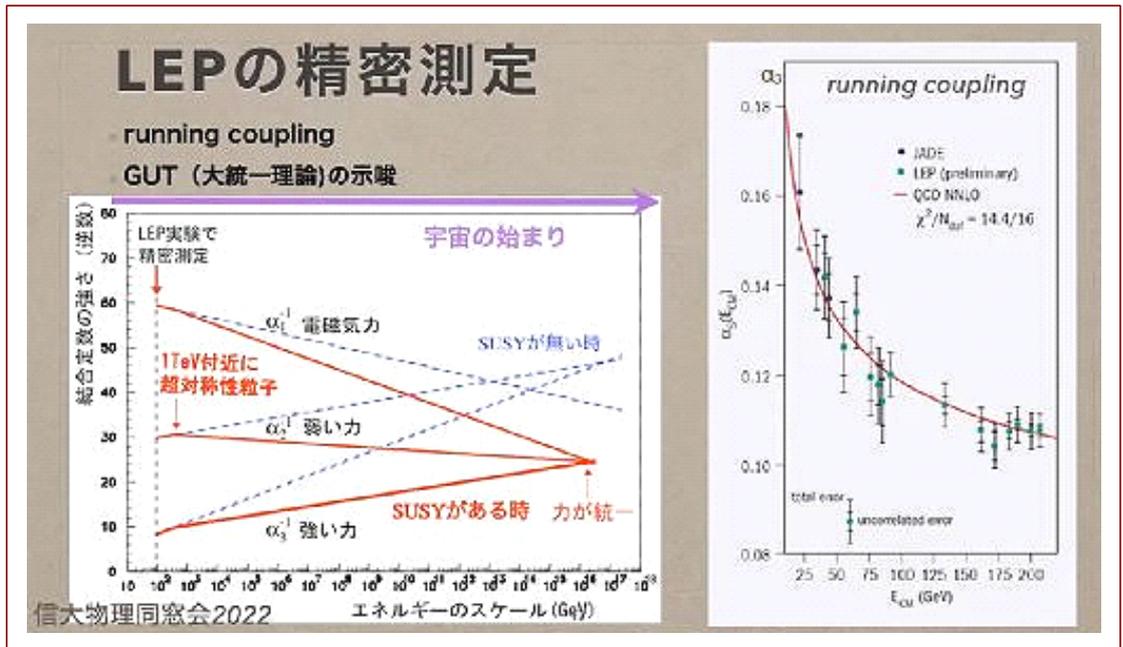
なんだという理解に至りました。ちなみに宇宙が始まった時の議論も後でありますけれど、そこでも3種類よりも多いといろいろ問題があるよねという風にはおおよそいわれてましたけれども、ここで3とびったり出たことにより、我々のニュートリノおよび世代数は3であろうと思っています。

大統一理論、グランドユニファイドセオリーを示唆

もう一つ私たちの LEP 加速器実験で解った新しいことは、実は図の縦軸は結合定数といいまして、粒子がどのくらいの気持ち良さでくっつくのか。それは実はエネルギーによるんだと教えています。周りのエネルギー、周りの温度が高いと違うような雰囲気になるんだ。これは走る結合定数と呼ばれるもの。これを理解するために結合力の強さを縦軸に書いてあります。横軸がちょうどそのエネルギー。

強い力は明らかにデータを見ればわかるように右下がりに落ちていて、強さはほとんどエネルギーが高くなるにつれて弱くなる。実はこの表は逆数でとってあるので、強い力の逆数なので、だんだんエネルギーが高くなるにつれて大きくなるというのがこのグラフ。

私たちの測定精度の実験データがここここここに並べてですね。これエネルギーは90ジエブなんですけど、点を打って、理論上の傾きを入れると青い線になる。



で、なんか面

白いもの何もないなと思ったんですが、実は超対称性という理論をこの辺におくとですね、3本が1点で交わってしまうということを発見したのが、このこの実験結果です。これが何を示唆しているかという3つの力が、強い力、弱い力、電磁気力が同じ強さであった時代がある。力は統一されていた時代があって、10の16乗ジエブぐらいの宇宙のエネルギー状態であったんだろうということがわかって、我々はこれを大統一理論、グランドユニファイドセオリーと呼んでいて、それを取りあえずは証明も何もないので、示唆して、これは大きな動きになっていると思います。

というわけで、我々は宇宙の話にだんだん近づいてきて、宇宙は小さいビッグバンで始まったんだけど、力はですね、おそらく重力ははじめに離れていき、強い力と電磁気力と弱い力の統合があったんだろうというのが前に述べた結論です。ちなみに LEP でわかった弱い力と電磁気力の統合というのはすでに理論上確立しています。そしてマクスセルによって統合された電気と磁気の統合もあったんだけど、我々は統合というのに関しては、多分2つ(弱い力と電磁力)一緒になり、この2つ(電弱力と強い力)がまた一緒になり、そして重力も統合したんだなあというような宇宙の流れになんとか惹かれていく訳です。

ここまでのヒッグスが出てくる前夜なんですけど、このヒッグス粒子、これ質量をつくるスカラー粒子、スピン0の粒子という変な粒子なんです。我々の実験が何をしたかという、実験からその確率分布は存在して、80 ジェブぐらいが一番今までのデータとぴったり合うんです。つまりせいぜい 100 とか、200 ジェブあ

ヒッグス粒子発見前夜

素粒子標準理論

- 3世代の素粒子周期律表
- クォーク 物質を構成
- レプトン
- ボソン 力を伝える
- スカラーヒッグス 質量を作る

Three Generations of Matter (Fermions)				
	I	II	III	
mass →	2.4 MeV/c ²	1.27 GeV/c ²	171.2 GeV/c ²	0
charge →	2/3	2/3	2/3	0
spin →	1/2	1/2	1/2	1
name →	u up	c charm	t top	γ photon
	4.8 MeV/c ²	104 MeV/c ²	4.2 GeV/c ²	0
	-1/3	-1/3	-1/3	0
	1/2	1/2	1/2	1
	d down	s strange	b bottom	g gluon
	<2.2 eV/c ²	<0.17 MeV/c ²	<15.5 MeV/c ²	91.2 GeV/c ²
	0	0	0	0
	1/2	1/2	1/2	1
	ν _e electron neutrino	ν _μ muon neutrino	ν _τ tau neutrino	Z ⁰ Z boson
	0.511 MeV/c ²	105.7 MeV/c ²	1.777 GeV/c ²	80.4 GeV/c ²
	-1	-1	-1	±1
	1/2	1/2	1/2	1
	e electron	μ muon	τ tau	W [±] W boson

信大物理同窓会2022 19

ヒッグス粒子発見加速器：LHC

CERN

- ヒッグス粒子を見つける加速器
世界最大最高エネルギー
- LEPトンネル再利用
- 陽子陽子衝突
陽子は質量が大きく曲がりにくい
- 超伝導電磁石 ~ 27km/8.6T



LHC 加速器 (地下100m)

長さ15mの超伝導電磁石
1232台

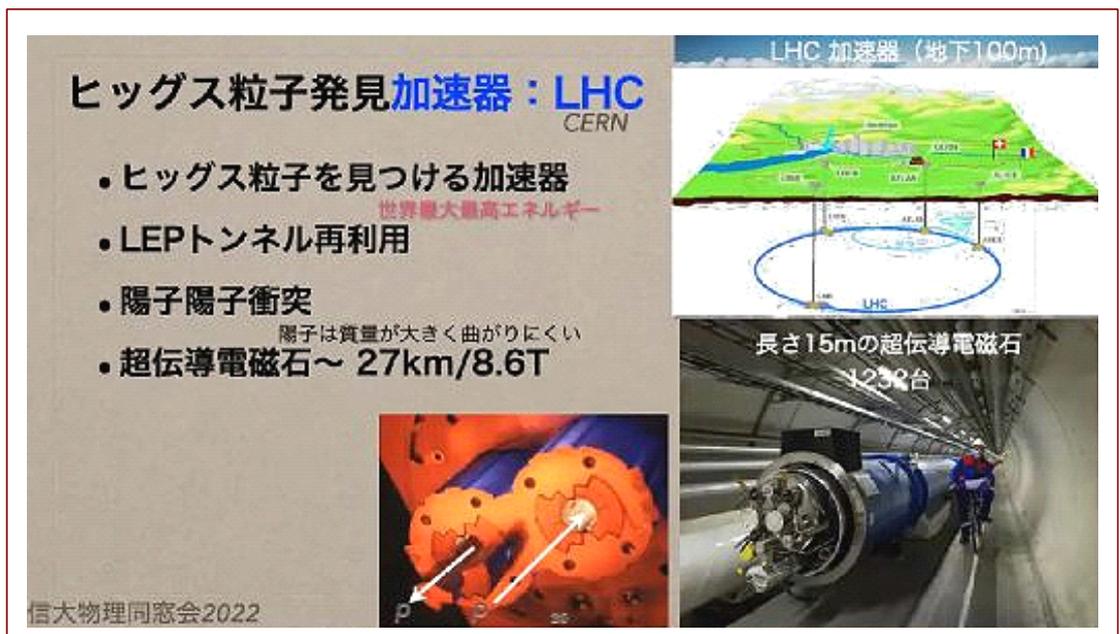
信大物理同窓会2022 P P 20

たりに、我々の実験が正しいならあるだろうという風に予言しておりました。ですから、そんならヒッグスを見つける加速器を作ろうやと。どうやって作るかということになる。名前はLHC、Large Hadron Collider と名付けました。ヒッグス粒子を見つける加速器で、実はLEPのトンネルを再利用します。この中に陽子と陽子を衝突させる加速器を入れ替えます。ちなみに私はその前のLEPの実験をやっていたので、早く退けというプレッシャーがかかっている、あんまり楽しく無かったんですけどね。それは、結果を見るとそうでも無かった。

いよいよヒッグス粒子発見加速器、LHCの稼動！

問題は、陽子の質量が大きくて曲がりにくい。今度は超電導の電磁石で、27キロの長さを8.6テスラで固めるという作業が必要になった。これはジュネーブの町とトンネルの関係です。トンネルの中はこんな風になりました。長さ15メートルの電磁石を1200台。これがその断面が見えるところで、人の大きさはこんなもん。こういうのをずーと繋いで。ちなみにビームパイプは、陽子のビームパイプともう1個のビームパイプ。これが陽子のビームパイプ。これがもう一つの陽子で、磁場はこういう風にかかって、磁場が回ってます。なので、反対方向に回すことができる。

これはイメージですけども、ビデオです。小さい加速器で157メートルのブースター、次に加速してプロトンシンクロトロンは25ジェブ。これSPSがW粒子を発見した加速器で、最後に

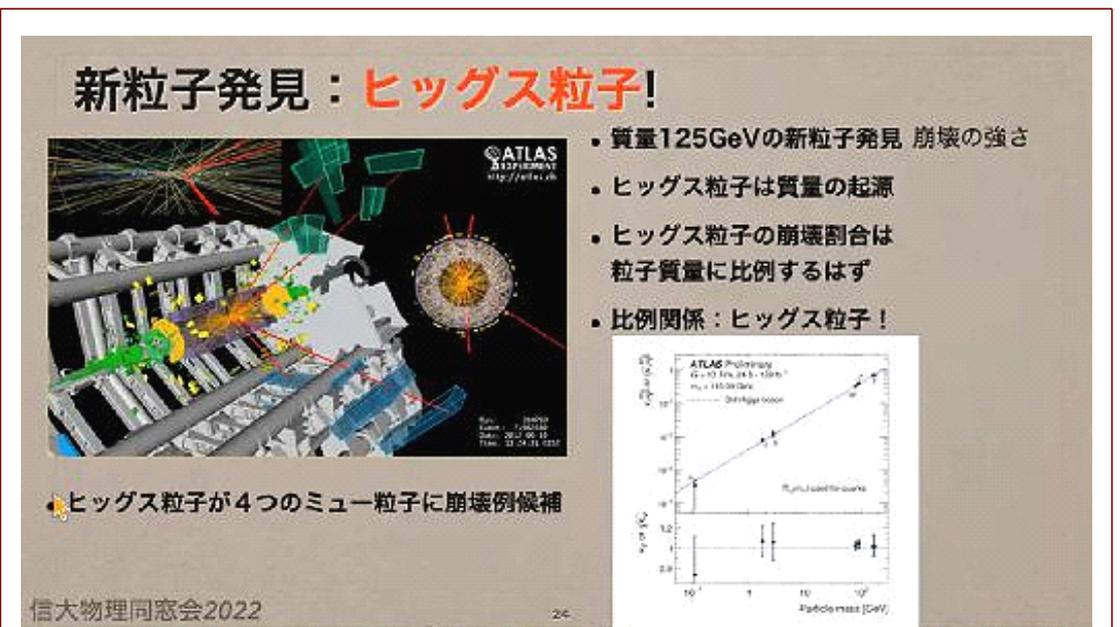


LHCの中に放り込む。中を見ると、どんな風なトンネルになっているか、こんなトンネルでした。このトンネルの中に、実はラグランジェアンが書いてあるんです。この先で国境を越えるので、旗が出てきてトンネルの中をずーと飛んでいきます。これが陽子の我々のイメージです。クォークがあるんだけど、ガチャガチャしてるんだよね。これがずーと走って行って、測定装置のところで、向こうからもきますけど、向かうからの陽子ともう一つの陽子がぶつかって、……ドーンと。何か起きる。その起きるのを我々の実験装置で測定しようというのが、ヒッグスを見つけるためのプロセスになります。ただし、偽物もいっぱいいるので、非常に大変な実験ではあります。

その作った装置がこれで、世界最大の実験装置です。7000トンで45メートル、高さが25メートル。これ実は理学部のA棟の建物そのものです。ほとんど。ちなみに信州大学は何をしたかという、ここの部分、結構でかいこの輪っか、こっち側とこっち側を作りました。でっかいこういう輪っかを作るのは難しいので、3000枚に分けてちっちゃい畳1枚ぐらいの。これが作っている途中で、これはうちの大学院生だった大下君です。その頃私はKEKに行っては大下君と話をしながら長谷川

先生にも会ったという時代です。完成した時のパーティ、200人ぐらいいるんですけど、集まってやーというのを写真を撮ってもらったので喜んでいたんですけど、後でよく見るとちゃんと俺もいたなあと。相変わらず真っ黒ですけど。

できたものが最終的にこのようになる。一枚一枚が畳一枚ぐらい。これを作りました。作って発見したのは実はヒッグス粒子であった。衝突してちょうど粒子が飛んでいったところの、この事象は、実は μ 粒子に崩壊したときの例で、 μ 粒子になってくれると我々の測定器がちゃんと捕まえてあるので、緑色の枠が書いてあ



る。質量が125 GeVとあって陽子よりも130倍ぐらいでかいと。原子核ぐらいのやつが飛び出してくる。1つの粒子で。質量の起源だと言われてますので、崩壊する粒子に比例して結合するはず。この図は横軸が我々が知っている粒子の質量で、縦軸がヒッグス粒子が崩壊する割合を測定した、アトラス実験の測定したデータで、この点を見るとまっすぐ直線になっていて、もちろんログロググラフなんですけど、直線ですから、ちゃんと比例関係にある。

ノーベル賞はヒッグス粒子を予言のヒッグス先生他に

ヒッグス粒子をちゃんと見つけたということで、ノーベル賞はヒッグス粒子を予言したヒッグス先生他に与えられました。ヒッグス粒子って何ですか？ というのを漫画のように見せると、実は宇宙が、真空中に詰まっている粒子なんだよ。なんの

我々の宇宙はこの先どうなるんでしょう。もともとの理論は、ヒッグスポテンシャルは4次関数で書かれています。ここに0のところ、つまり原点しかし、不安定点です。図のこれが縦軸がヒッグスポテンシャルで、こちら横軸がヒッグス場の強さです。ここで宇宙は生まれたんですけど、0点で0エネルギーから生まれます。

ヒッグスポテンシャルのおかげで、ポロポロポロと転がって、ここが我々の宇宙になったんじゃないかと。宇宙という意味は我々の真空状態。これが起こったのは10マイナス11乗ぐらいの宇宙が始まって、安定な宇宙。ここ不安定な宇宙。不安定な安定感ですが、まだ考えている人がいて、さっきのポテンシャルの下側に落ちていたところをここにしますけど、実は、こうゆう風に上がるんじゃなくて、もう1回べろっと落ちるところがあるんじゃないの。という怖い話があります。

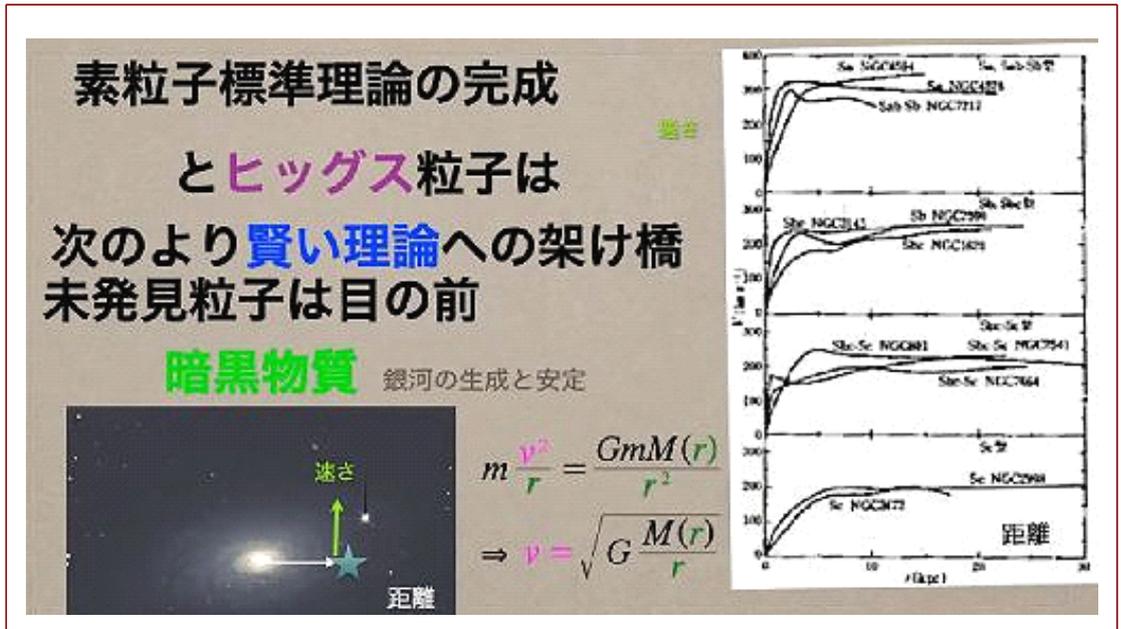
横軸にヒッグスの質量、縦軸にトップの質量、両方とも測定されているので、測ってみる。黄色の部分でMetastableと書いてある。メタステブルって何かというと、実はヒッグスポテンシャルは高く上がって行ってまた落ちて、ここにもう一個再安定なところがあるんじゃないかという風に。これまだ、測定点の精度が十分でないので、今のところそこに落ちているのでこういう宇宙になる。ただし、安心してください、遷移する確率はものすごく低くて、10のマイナス30乗以下なので、ほとんどここになることはないと思っています。

未発見粒子に我々は名前をつけて暗黒物質と呼ぶ

というわけで素粒子標準理論は完成しました。ヒッグス粒子を見つけていますが、これは次、これよりも賢い理論に至るためのプロセスでしかないはずです。なぜかという、未発見粒子がいるんです。未発見粒子は我々はすでに勝手に名前をつけて暗黒物質と呼んでいます。この暗黒物質はどこにあったかという、銀河、ここに今飛んでいるんですけど、銀河の生成を司り、及び銀河の安定性を司る粒子だと思っています。岩よりは圧倒的に軽い、なので、いろんな測定結果によって粒子だと思っています。この暗黒物質の出どころは、これ宇宙の銀河です。銀河の中心からある星までの、これ太陽です。距離と太陽が銀河の周りを回る速さみたいなものをプロットしてみますと、こういう図が天文学者によって得られています。横軸が距離です。縦軸が速さです。絵が4枚あっていろんな異なる銀河で測られています、どれを測ってもみんな外に行くほど一定と。一定というのが問題なんです。

というのは、我々が知っている太陽系で太陽の質量をラージMとしてコウシン力は万有引力ですという風に書き直すと、この式が出てきます。 $V = \sqrt{G \times M(r) / r}$ ですけれども、今これが一定、Vが一定なのでこれが一定、ルートの中が一定でなければいけない。ということはM(r)、rに依存した質量は距離rに比例してなきゃいけない。つまりつまり銀河の明るさは明らかに中心の方が明るいので星がいっぱいあるだろうけど、この辺星がないので質量がないのかという、質量がな

いとこれを一定に保つことができません。どこのrでもこれが一定値、これが測定値。したがってここに見えない物質があつて、銀河の周りをウニャウニャ回っているのか、取り巻いているのかよくわからない



けれども、これを暗黒物質と呼んでいます。これは明らかに我々の未発見粒子だと。未発見粒子が入っていない理論、標準理論は究極の理論ではあり得ない。

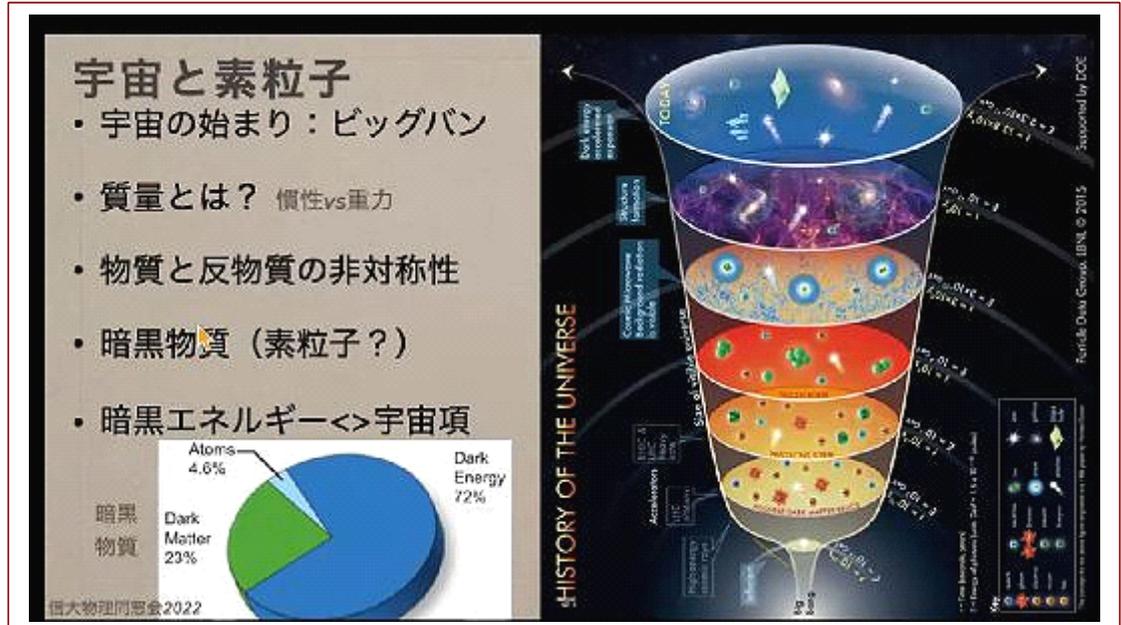
最後に私の知見ですけれども、加速器の伸張期、アメリカでは60年代にチャームクオーク、ボトムクオーク、トップクオークと、スピン1/2粒子を見つけてくれました。半整数ですこれら全部。セルン研究所は80年代、グルーオンはデジー研究所で発見しましたが、W、Z、ヒッグス、全部スピンの1、及びヒッグスはスピン0、整数の世界をここで発見しました。というわけで矢印を左から右に持ってきて、ここが私の勝手な想像図で、これ右に行くべきだよねと考えております。今から革命期に入ります。なぜかという標準理論が完成したので、次にこれを含んでもっとすごい理論が出てくるはずで、ビヨンドザスタンダードモデルと呼んでいるこの理論は、きっとアジアで花開くに違いないと。

という確信のもとにLEPで発見した、ここにあるよつていう風に精密測定をしたんですけれど、その後ヒッグスの加速器、LHCを作ってヒッグスを見つけました。ですから、次にやるのは、このループは終わったので発見の次に精密測定のできるリニアコラリダ、真っ直ぐな加速器、電子は磁場をかけると曲がる時にエネルギーをなくすので曲げないと。まっすぐ走らせる。ちなみにこれを松本に作ったら、美ヶ原の下に衝突点があつて、小諸から梓川の上流、この辺にくるような長さのものを作ればいいんだよというんだけど、さすがにここは地盤が悪くて、できる場所はここ辺り。東北地方、岩手県に今素晴らしい花崗岩の塊があつて、ここに作るという運動をしております。

というわけで最後になりますけど、我々は小さい方へ行く世界にずっと行ってたんですけど、実は大きい方へいく宇宙の一番端っことは何なのみたいな世界とこの辺

りで色々な意味で話が一緒になってきました。

宇宙の始まりはここら辺にあると。で、わかりたいのは重力です。というわけでこの重力をなんだかわかるように、この



宇宙の始まり、粒子がいっぱい出てきて最後に銀河ができて我々ができるまでのこのプロセスを我々は全部理解できますか。例えば今我々が見つけた質量を作るヒッグス粒子は慣性質量です。これはアインシュタインの同じものかと思えという原理に従っているんだけど、重力がわかればここら辺に踏み込める可能性がある。

それから我々の世界は物質ばかりなんです、反物質もいたはずで、対称性があるので。それがなぜか非対称になった理由を探している。もちろん暗黒物質は知りたいし、実は今宇宙の観測の人がやってくれた図で暗黒物質の寄与は23%。宇宙の残りほぼ72%がわからないダークエネルギー、暗黒エネルギーと呼ばれるもの。ちなみに我々は約5%の原子、我々の体や銀河を作る物質ですけれども、わからない72%は、アインシュタインの宇宙方程式の中に入っている宇宙項と関係がある。というわけで重力に関わる世界ができてきたと思っております、これはまた次のお楽しみです。

私は80年代から素粒子物理学で衝突型加速器実験をずっとやって

きました。そして素粒子物理学に至りまして、今や素粒子物理学は何になっているかという、宇宙を作ってその中身を理解するというような学問になりつつある。ここに新しいパラダイムシフトを起こせるのはILCではないかという風になって、退職してもまだこの辺の研究とか活動をしているというこのこいで、私の話を終わらせていただきます。ありがとうございました。

【 完 】

★竹下先生講演のアーカイブ→ <https://supaa.com/25sokai/video3410.mp4>

《 リレーコラム・スペシャル企画 》 信大物理入学から今日までを振り返る 宇宙線物理研究50年（私のライフワーク） ＝ 第二回 ＝

今回は、私が前途洋々たる将来を期待して常勤の職についたところまでお話させていただきました。ここまででもかなり浮き沈みの多い人生でしたがこの後の浮き沈みはより大きなものでした。長くなりますので、ここで番外的に私のライフワークの宇宙線研究について少し紹介させて頂きたいと思います。

小島 浩司（理学1S/電子研究室<宇宙線研究> 日本物理学会会員・元名古屋女子大学教授、現中部大学・天文台客員教授、インド国立タタ基礎科学研究所宇宙線研究室共同研究者

■■ モジュレーションとは「変調」のこと

私の宇宙線研究の分野は「宇宙線モジュレーションの研究」と呼ばれている分野だ。「モジュレーション」というカタカナ言葉で書いたが、その意味は「変調」という意味です。物理を専攻された方ならご存知かと思うが、電波等の時系列的振動現象に複数の周波数の波動が重なると変調波が生じる。変調とは大別すると基本波（ビート）の振幅成分が変動する振幅変調（AM）と振動成分である周波数が変動する周波数変調（FM）及び位相成分が変動する位相変調（PM）に分けられる。位相変調は変調波の時間微分を周波数変調したものと等価であるので実務上は周波数変調として取り扱われる事が多い。これらの変調理論及び計算手法を宇宙線強度の時系列的変動の解析に用いる分野が宇宙線モジュレーションの研究である。



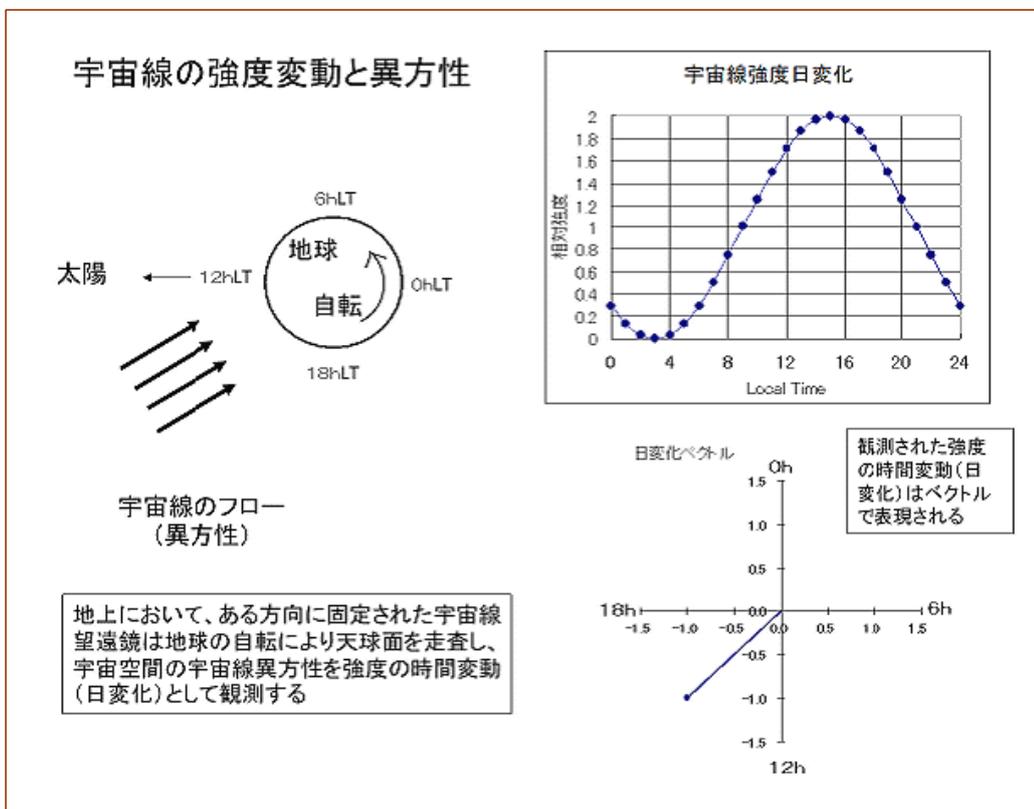
宇宙線モジュレーションの研究は1912年Hessによる宇宙線の発見から20年ほど

後の 1930 年代から始まった宇宙線の地上観測データの集積から始まった。観測手法としては電離箱やガイガーカウンターによる放射線検出の利用から始まり、現在はシンチレーション検出器、比例計数管、その他もろもろの放射線検出手段による観測が行われている。

これらの検出手段により観測された宇宙線強度の時間変動から宇宙空間及び地球周辺空間の物理的な環境・性質を明らかにするという事を目的としている。解析の基本は宇宙線の異方性と強度変動を測定して、各種物理量（宇宙空間中の諸量：太陽風速度、磁場等）の変動と比較する。しかし解析は簡単ではない、地上で観測する量は各種諸量の複合された積分値として得られる。

そのひとつの例をあげると地上で観測できるのはある時間における宇宙線の入射方向とカウントあるいはカウントに相当する電流量等である。普通に考えると宇宙線の異方性（宇宙空間における方向別の強度の違い）と宇宙空間における時間あたりの強度の変動とは別物である。しかしある地点で測定される宇宙線の量とは時間当たりのカウントの変動である。つまり宇宙線強度の変動と異方性が入り混じったカウントの変動として観測される。

異方性がどのようにカウントの変動として現れるかを図に示すと次のようになる。ある方向から入射する宇宙線（地上では 1 次宇宙線の 2 次粒子であるミュオン）を検出する装置を宇宙線望遠鏡と呼ぶ。



この図はある固定した方向に向いている宇宙線望遠鏡が地球の自転により天球面

を走査する時の宇宙線カウントの時間変動と宇宙空間の宇宙線の流れを表す異方性と
その表し方を示している。もちろん時間変動には他の多くの要素が紛れ込むので
グラフに示されたきれいな形のデータを得る事はできない。あらゆる時系列データ
解析手法を駆使してこの様な信号を抽出する。この図は宇宙線太陽時日変化に基づ
く太陽時異方性と呼ばれている宇宙線の異方性のイメージを模式的に表している。

太陽時異方性とは太陽方向を常に正午とする空間座標系である。ここに示してい
るのは2次元異方性構造を表す模式図である。宇宙線の異方性にはその他、基準座
標として恒星時座標系や銀河座標系で表されるものもあるが、その話については別
の機会にゆずる。

この様な異方性や強度変動を宇宙空間の物理状態を表す他の観測量(太陽風速度、
惑星間空間磁場、銀河空間磁場構造他多数)と比較してその関連性から宇宙空間の
電磁的環境・性質を研究するのが宇宙線モジュレーションの主たる目標である。

■■ 宇宙天気予報が社会の脚光を浴びて…

かつては全国に数か所の研究拠点があり、100名程度の研究者が存在していた。
日本におけるこの分野の中心的な存在は名古屋大学の宇宙線研究室が2000年くら
いまで担ってきたが、人工衛星ほか各種サテライト飛翔体の存在が充実し宇宙空間
の多くの物理的諸量が直接検出可能となり、どちらかと言えば間接的手法で宇宙空
間の物理を探求する宇宙線モジュレーションの分野は研究の規模や広がりや日本で
は縮小傾向が続いてきた(国際的には必ずしも縮小傾向とはなっていない)。

現状の日本国内の宇宙線モジュレーション研究の研究者はかつての中心的存在で
あった名古屋大学にはほとんど存在せず、これまでの経緯から設置された観測装置
だけが稼働している。現役の研究者としては名古屋大学の宇宙線研究室から巣立っ
た鷲坂先生や森先生が育てた信州大学の宇宙線物理学教室関係の若干名の研究者グ
ループの存在と日本における宇宙線研究の草分け的存在の大阪市立大学理学部宇宙
線研究室が2000年頃に南インドに設置した宇宙線空気シャワー観測装置に付置さ
れた巨大ミュオン望遠鏡のデータ解析の協力を依頼された、やはり名古屋大学宇宙
線研究室の藤本先生に連なる大阪市立大学関係者若干名のグループ(現在このグ
ループの中心は中部大学に数人があつまり核となっている)のみがまとまって存在し
ている研究チームである。

私もこの大阪市立大学関係のグループの一員として研究活動を継続している。こ
のように縮小傾向が続く絶滅危惧種の研究分野とも言われてきた宇宙線モジュレ
ーションの研究が数年前から少し風向きが変わってきた。それは宇宙天気予報と呼ば
れる部門が社会の脚光を浴びてきたからだ。宇宙天気とは主に太陽フレアと呼ばれ
る太陽面上の爆発現象を始めとした各種の宇宙空間の電磁環境の激変による様な
宇宙環境事象を表す。

比較的最近の話題では太陽面フレアに伴う宇宙空間の電磁衝撃波の影響で2022年2月にイーロンマスク氏のスターリンク衛星40個が墜落したことがあった。このような事故を防止するために地上の天気予報と同じように宇宙空間の天気予報ができないか、その可能性を追求する研究が注目されるようになってきた。なぜ宇宙線モジュレーション研究に再び関心が高まったか、その理由を説明すると次のようになる。

昨今の宇宙空間の物理環境は各種サテライト探査体による直接観測が主流となってきたが、単一の飛翔体サテライト探査は宇宙空間ある時刻のある点の物理量の観測が中心で広い範囲全体の様子を知るには数百万個の飛翔体を満遍なく宇宙空間に配置する必要がある。その点宇宙線による探査は間接的かつ高精細ではなく積分的ではあるが、広い空間範囲の電磁的特性を同時に検出する可能性があるということだ。

宇宙線モジュレーション研究について私の独断と偏見で見た面はあるが、かなり大雑把に述べて見た。かなり長くなってしまったので、この様な宇宙線モジュレーション研究を私の立ち位置とした研究活動と研究動態を次回以後にお話ししたいと思います。

【 以下次号 】

情報通信業界の最前線から



ChatGPT について

ChatGPT とは、イーロンマスクなどの技術に明るい出資者達により設立された非営利法人の OpenAI Inc (子会社には営利法人の OpenAI LP がある) が開発した AI チャットボット (文字メッセージのやり取りを行うロボットアプリ) です。個人ユーザはログインアカウントを作成することにより無料で利用出来ます。

利用者数が1億人を超えたという ChatGPT は、申し込んでみる価値はありそうです。(<https://openai.com/>) 人工知能が人間に近いレベルであるか判定する方法として、コンピュータが発明されたばかりの黎明期(1950年)に、情報科学の天才アラン・チューリングにより提案されたチューリングテストというものがあります。文字のみでやり取りを行っている相手が、人間か機械か区別出来なければ、その機械は合格とするものです。今回 ChatGPT を使ってみると、まさしくチューリングテストに合格するのではないかと、誰もが感じられたために、大きな話題となっています。

① ChatCPT の仕組み

ChatGPT の仕組みについて AI の基礎的な内容を含めて少し解説します。まず、AI のほとんどは機械学習という仕組みを利用します。



● 機械学習

コンピュータに何かの処理を行わせる場合には、普通はプログラムを記述する必要がありますが、人間の脳はプログラムなど組まなくても機能することから、人間の脳のニューロンをまねた仕組み（ニューラルネットワーク：NN）が生み出されました。これは、与えた入力データに対して適切な出力を得るように調整することで、プログラムを組む代わりにコンピュータの動作を制御出来る仕組みとなります。

具体的な例として、少ないパラメータの初期のニューラルネット型 AI の応用で成功を収めたものとしては、天気予報において、様々な気象数値（気温、風向・風速、気圧等や天気図など）を入力変数として、人の知りたい晴れ／曇り／雨などの結論（目的変数）を出すのに利用しました。正しい結論を出すようにパラメータを調整すれば、後は毎回、入力変数を与えると目的変数（天気）を出力してくれたのです。これには、入力と出力に相関があるという前提があり（ただし、線形相関である必要は無し）、相関パラメータを定めれば、正しい出力が得られるという話なのですが、画期的なのは相関パラメータを、多数の入力データを与えることで機械が自動的に設定してくれるという点でした。これが機械学習です。

ここで、正解が有って、これを教えることでパラメータ調整を行う機械学習を「教師有り学習」と言います。対して、正解が無い場合などは「教師無し学習」になりますが、多くは外的基準の正解を与えずとも統計理論的に正解を得られる場合があります。次に ChatGPT は文章を扱う AI ということで、言語を扱うために大規模言語モデルというものを基礎に置いています。

● 大規模言語モデル

言語モデルは、言語において単語列の中で、各単語の出現確率を、いろいろな条件を含めて集めることで作られます。（特定の単語の後に続きやすい単語の関係（成句などから）や、この単語の後には、この単語は来ない等の知識）言語モデル自体は、コンピュータの AI 分野で用いる前からコーパス（文章を構造化し大規模に集積したデータベース）として言語学では知られており、英語の学習などで、どの単語を優先的に覚えれば良いかなどでも知られていたものです。

文章の作成は1語1語追加していきますが、言語モデルをもとに確率の高い単語が選定されるのです。言語モデルを作成する際のパラメータ設定を大規模（億単位以上のパラメータ）に行った言語モデル（大規模言語モデル）を構築することで、単語選定が完璧に近くなり日常的な言い回しを十分に習得することが出来ました。

人がコンピュータと会話して、違和感を得る最も大きな原因は、内容の正誤ではなく、不自然な言い回しだと言われており、大規模言語モデルが人に近いと言われるのは、文章内の単語の選定や繋がりが自然になるためです。ChatGPTのTはTransformerから来ています。これまで説明した機械学習や大規模



言語モデルは一般的に使われていますが、以降の「ベクトル変換」や「注意機構」はChatGPTの元となったトランスフォーマーというソフトウェアの持つ仕組みですが、これが他のAI製品よりも成功した要因となります。

● トランスフォーマー (Transformer) のベクトル変換

機械翻訳用のモデルとして作られました。単語列の入力を与えられると、文章全体を計算機で扱えるように単語をベクトルで表わし、ベクトルの組み合わせとして文章全体も高次元のベクトルで表わします。この高次元ベクトルは言語とは独立に普遍的となり、英語、日本語のように異なる言語でも、意味が近ければ高次元ベクトルも近くなることから、異なる言語間の翻訳や、同じ言語内での文章の変換などに利用出来ました。

この高次元ベクトルは何やら言語を超えた普遍的な意味を表現しているように思えます。実際、この仕組みにより、人間から入力された文章を理解したかのように、文章の意味に似た内容を膨大な知識データベースから検索する際にも利用します。

● トランスフォーマー (Transformer) の注意機構 (Attention)

トランスフォーマーでは「Attention is All You Need」という有名なスローガンのもと(論文の表題でしたが)自然言語処理を大きく進める「注意機構」という仕組みが導入されました。注意機構は入力されたデータのどこに注目すべきか特定するための仕組みです。文章の意味構造の把握に注意機構が有効に働いています。

AIで文章の意味解析は1語1語行われるのですが、文章全体を通して全体を把握する必要があることは人間ならわかると思います。この文章全体を通した解析に用いられます。

GPT では、注意機構は「自己注意機構」という仕組みに進化して使われています。単語毎に「Query」「Key」「Value」の3つのベクトルを生成して処理する仕組みで、「Key」が見出し、「Value」が意味情報に相当します。この関係により問い合わせに対する答えを与えることが出来ます。「Query」は意味関係を調べる際に利用するもので、問いの種類を表わします。使用方法としては「Query」ベクトルに最も近い「Key」ベクトルを探し、その「Value」ベクトルを答えとして得ていくような動作です。

これにより、文中で代名詞が何を指しているのかとか、否定語が文の何を否定しているのかなどを把握することに利用します。

② AI の周辺に関連する話

● 学習データ

大規模言語モデルと言われるものは、大量の文章データを入力として学習するのですが、学習データにはインターネット上の文章が利用されました。Wiki やニュース記事、個人のブログなどまでありとあらゆるデータが使われました。

また、機械学習では学習に用いるデータは重要であり、データの内容が間違っていたり、偏った内容を持っていると、得られるモデルも間違った回答をするものになったり、偏った偏見を持った回答をするようになります。これを防ぐために学習データのフィルタリングを行うのですが、これには人手が必要であり労働集約的な話となります。

現在 ChatGPT を無料で公開しているのには、ChatGPT の継続的な学習を利用者の様々な入力と、結果の評価をもとに行っていることもあります。

● AI 向け半導体

AI 向け半導体と聞くと、なにやら複雑な処理を行う CPU を想像しそうですが、これまで見たとおり、実はベクトル計算というものが多用されています。

このため、AI 向け半導体といえば NVIDIA とされる独占的な会社がありますが、この会社の製品は、実はもともとコンピュータグラフィックスなどで、単純なベクトル計算を超高速で処理することを得意としていたもの (GPU: Graphics Processing Unit) が元になっています。

つまり、今の人工知能というのは、高度なロジックで複雑に考えるのではなく、何と何が似ているか比べることを大量に高速に行っているだけなのです。(昔、第5世代コンピュータと言われた三段論法のような推論を大量に行うタイプの人工知能が研究されたこともあります。これは複雑な処理を行う並列推論マシンを必要としていました。) つまり、大雑把に言うと入力されたデータが、既に持っている大量の知識データベース内のどれに近いかということを調べる機械なのです。

● 生成系 AI のバーナム効果

今をときめく生成系 AI には ChatGPT のように文章を生成するだけでなく、画像を生成する AI などもあります。もともとは入力された文章や、画像が、どの学習データに近いものか認識／分類する機能が中心の AI でした。(写真を見て男性か女性が判断することや、猫の画像を認識したりなど) それで、文章や、画像を生成するようになると、人々は知性を感じるようになりました。これには占いの言うことが当たっていると感じやすくなるバーナム効果の影響も考えられます。

AI が認識だけをしている間は、認識結果が合っても便利さを感じるだけで、知性までは感じませんでしたが、生成するようになると、その印象は変わりましたが、これには、占いで、無難に当てはまる文章を提示されると、受け手の側で勝手な解釈が入り当てはまっていると感じたり、少しずれていても、そこから新しいものを得られたと感じたりする効果により、有り難く感じてしまうことに似ています。事実 ChatGPT に専門的な話や地域固有の話を開いたりすると、内容的には少し間違った回答を得ることもあります。回答の文章が流暢なため妙に納得してしまいます。(実際、ChatGPT の回答は、間違った内容を結構答えるので、確認が必要です)

【【 ChatGPT の個性と動作 】】

ここまで ChatGPT の仕組みを見て、あるキャラクターに思い当たりました。スターウォーズの C-3PO です。多数の言語 (3 千語) をしゃべることが出来て、流暢で丁寧な言葉でおしゃべりに話すロボットですが、もう 1 台の R2-D2 は人間の命令は理解しますが言葉は話せません。計算などが得意で 1 度与えられた指示は守り続けます。これは、これまでのコンピュータのイメージと (R2-D2)、ChatGPT などの生成系 AI (C-3PO) の特徴の違いに似ています。

③ ChatGPT の得意なことをもとにした 典型的な問い合わせのパターン

● 翻訳

「XXX～を英語に訳して」など文章を与えることで翻訳してくれます。「XXX のエラー番号の意味は」などコンピュータの出力を翻訳させることも出来ます。

● 言い換え・添削

「XXX～について、わかりやすく説明して」や「修正して」など同じ言語内での変更が可能です。「このプログラムソースの間違いを修正して」などでプログラムの修正なども出来ます。

● 提案・文書作成

「XXX~について、どうすればよいか教えて」で、アドバイスを受けることが出来ます。「XXX~をもとに、物語を作って」などで長文を作成してくれます。

【【 懸念 (シンギュラリティ) 】】

OpenAI の当初の出資者であったイーロンマスクを中心とした人達から、ChatGPT の開発を一旦中止すべきだとの署名が提起されました。これは、社会に与えるインパクトが想像の付かないレベルになっているため、一旦開発を中止することを求めたことが話題になりました。

ここで注意したいのは、確かに博識を売りにするような職業については、今後厳しくなることもあると思いますが、ネットなどで噂になっているような、AI が意思を持って人類を滅ぼすなどの動作はあり得ないと言うことです。(意図的に戦争を起こして人類を滅ぼすとか)

これまで見て来た通り、入力されたデータに近いものを上手に選び出して加工して提供する機械であって、意思を持つことは原理上無いのです。(ちなみに、小説などの文章を与えて、文章の主人公の感情を分析させると回答はします)

ただし、回答に使うデータを偏った考えに染めることで、回答を特定の考えに寄せることは可能です。

現在の ChatGPT では不適切な回答にならないようポリティカルコレクトを意識したフィルタをかけており、回答の元になるデータについても選別を行っていますが、何が不適切なのかについては立場によって変わるため、この点については今後も注意が必要です。

最後に人間の脳も物理的に見れば、大量の入力データを過去の記憶や経験など蓄えた脳内のニューロンで処理して、出力を得るだけの機械と見れば、いつかコンピュータが人間の脳を模倣できる時代は来ると思えますし、AI が人間の脳のニューロン数を超えることで、人間の知性を超える日が来るのは意外と近いかも知れません。コンピュータが意思を持つことが出来るかについては、人間が持つ感情や欲求が脳のニューロンだけで作られるのではないという、最近の理解がもっと進めば、いつか実現されるかも知れません。

(感情が自律神経から集めた情報を島皮質で処理しているなどからいう最近聞いた話が本当であれば、体を持たない限り欲望や本当の感情は持てないかも知れませんが……)

● 1960～70年代信大松本の学生だった者たちが集まった ● 「ヒマラヤ杉の会」開かれる

3月20日、21日の2日間、長野県阿智村の昼神温泉「ホテル阿智川」で開かれた「ヒマラヤ杉の会」は同窓会のようなものであり、学生時代、自治会、生協設立、朝鮮文化研究会などのサークル活動など様々な分野で「戦ってきた」同士の戦友会のようなものでもある。会長の間間元氏は浜松で診療所を開いている現役の医師で静岡県の保険医協会の理事長なども歴任している。母体の文理は教養部でもあったので医学部、現理学部、人文学部、経済学部、教育学部、工学部、農学部などの学生の交流が県(あがた)のキャンパスで自然とあった時代。したがって参加者も多くの学部(当時の看護学校を含む)から21名の参加があった。

遠山 敏和 (文理 17/宮地研究室 愛知県立昭和高校[退職時])

当時(1960年代後半から70年代)文理改組があり、理学部、人文学部の1、2回生は教養のキャンパスが旭町に移ってから交流があり繋がりが強い。幅広い層から今回も参加があった。教授陣も渡辺義晴、小柴善一郎、天白一馬、鷺坂修二(いずれも故人)、中野和朗先生方がこの会に参加して下さっていた。今回は中野先生のご息女と参加していただいた。

20日は中野先生が出版された『やまなみの詩』という小説の解説に始まり、桜井政男(人文1回生)の『心騒ぐシニア文学サロン』(4月22日)と自身の小説『大



糸線純情小景』(原健一著ペンネーム)等の紹介があった。奈良から遠路、少し遅れて駆け付けてくださった宮城恭子(旧姓岡谷)医師(医学65入学)の「エスペラント語との関りの深かった長谷川テル」と題して講演があった。

それぞれの活動が報告されたが、特に中野先生には90歳とは思えない若さを感じた。日頃は農林漁業に携わっていると、すなわち畑仕事、釣り、山菜取りで健脚を保持していると強調された。参加者には先生からあたかも「まだまだ老けるのは早いよ」というメッセージを受けているようであった。

夜は型どおり夕食を兼ねた交流会となった。(内容省略)お風呂は信玄の「隠し湯」と言われるだけあり、つるつるになる良質の湯質で毎分200トン湧き出ていると書いてあった。

● 阿智村の「満蒙開拓団平和記念館」を訪ねる ●

翌21日は「満蒙開拓団平和記念館」の見学が予約されていた。9時半開館まで入口で並んで待った。我々だけでなく祝日と言う事もあり、多くの人が開場を待っていた。「どちらから見えました?」と後ろの女性に声をかけると「東京からです」と返って来た。少し話していると名刺を出された。日本美術家連盟会員でパステル画友の会を主宰をして見える人であった。

この日、満州からの「引き揚げ」の様子を描いた横20m、高さ3mの巨大な迫真の大作「一九四六」(作者 魯迅美術学院 王希奇 ワンシーチー氏)の公開初日であったのだ。作家本人も会場に見えており、更に満州引き揚げの経験を持つ「加藤登紀子氏」も参加されていた。時間になり会場に入ると「一九四六」の前は一杯の人で、彼女は多くの見学者に囲まれ説明をし、気楽に質問に受け答えしてみえた。かなり長い時間会場で交流してみえた王希奇氏もNHKの取材を絵画の前で受けていた。間間氏はこの日に合わせて「ヒマラヤ杉」の会を設定されたのである。

「一九四六」はセミナールームには直線に展示できずU字形に入れられていた。それでも凄い迫力があつた。作者は「引き揚げ者と一緒の気持ちで絵に沿って歩いて鑑賞してほしい」と言われたらしい。墨と油絵具で描かれ全体がグレーと黒のみで一切誰も喜びの表情は見えなかった。加藤氏達が絵の前を引き上げ、空いた状況で全体を見回して改めてその迫力を実感した。これを見るだけで今回参加した価値は十分あつた。

11時会場入口で記念写真を撮り散会した。上に写真を添付しておきます。



『部分と全体-私の生涯の偉大な出会いと対話』 補追編

(W.ハイゼンベルグ・著 湯川秀樹・序 山崎和夫・訳)

ハイゼンベルグの自伝「部分と全体」について、2回にわたって書いてきたけれど、編集長の高藤さんに書き足りなかったことを話すと、ご好意で今回、補足として3回目のエピソードについて、書かせていただく機会を得た。

早速だけれど、ハイゼンベルグは、ヒトラーが戦争を始めるにあたって、多くの優



秀な物理学者が亡命していく中で、ドイツに留まったわけだけれど、敗戦後、連合国によって、勾留される。ハイデルベルグ、パリ、ベルギーを経て、“ウラン・クラブ”の数人の古い友人や若い協力者たちとファーム・ホールの田舎の大きな邸宅で過ごすことになる。オットー・ハーン、マックス・フォン・ラウエ、ワルター・ゲルラッハ、カール・フリードリヒ・フォン・ワイツェッカー、カール・ビルツらとである。

出

来田 歩 (22S/物性論研究室 株式会社科学工房未来 代表取締役 福岡県糸島市在住)

★ 原子爆弾製造には、数十億ドルもの出費が必要と知っていた

そんな1945年8月6日の午後のことである。日本の広島市の上に投下された新型爆弾のニュースをラジオで聞いたとカール・ビルツが、ハイゼンベルグのところにやってくる。にわかには、信じられないが、それが原子爆弾であることを。なぜなら、原子爆弾を製造するには、おそらく数十億ドルにもものぼるであろう莫大な技術的出費を必要とすることを、ハイゼンベルグは知っていたからで、また、心理的にも、自分がよく知るアメリカの原子物理学者たちが、そのようなプロジェクトに全力を投入することなどあり得ないと、思われたからである。

「最もひどいショックを受けたのは、当然のことながらオットー・ハーンであった。ウランの核分裂は彼の最も重大な発見であったし・・・」

「ハーンのショックはひどく、取り乱して彼の部屋にもどって行った。われわれは彼が自殺するのではないかと真剣に心配した。」これは、『研究者の責任について』の、一節である。

カール・フリードリヒが話し始める。

「オットー・ハーンにとって、彼の最大の科学的発見が、今やこの想像もできないほどの惨事によって汚されてしまったということで絶望的になっていることはわかる。しかし彼がなんらかの点で罪悪感を持つことに、いったい根拠があるだろうか？」

▼ヴェルナー・カール・ハイゼンベルク (1901年～1976年)
Wikipediaより



ともに原子物理学をやってきたわれわれの誰かより、彼がそう感じなければならぬ根拠があると言えるだろうか？ この不幸について、われわれは皆共犯なのだろうか。またこの罪は、そもそもどこにあるのだろうか？」

「科学の発展の過程が、そのような破局にむすびつくこともあるということで、われわれは将来それを放棄しなければならぬと主張するような、非常に極端な思想の持ち主が今や当然出てくるに違いない。自然科学の発展よりも、もっと重要な社会的、経済的、そしてまた政治的な課題があるかもしれないし、その点では、彼らはひょっとすると正しいかも知れない。しかし彼らはその際に、今の世の中では人間の生活が非常に広範囲にわたって科学の発展に基づいていることを見落としている」

そうなのだ、この言辞は、現代の状況に関しても、言えるのではないだろうか？ 特に、僕が住んでいる海と山に囲まれた糸島半島なんかには、移住してくるコミュニティの価値観は、どちらかというところ、科学礼賛というより、科学技術がもたらした負の側面を強調しがちだ。

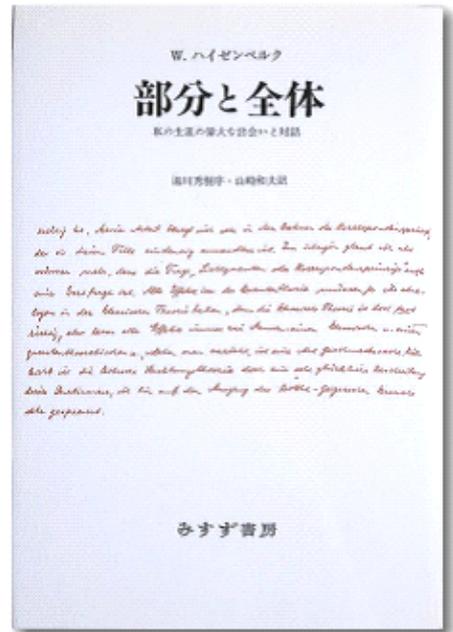
原爆を作ったのは誰か？ 彼らの議論は、誰か？ ではなく歴史的な過程の中にそれをみる。

「もしアインシュタインが相対性理論を発見しなかったとしたら出ならば、遅かれ早かれ他の人によって、おそらくポアンカレかローレンツによって定式化されていたであろう。ハーンがウラン分裂を発見していなかったならば、おそらく数年後にフェルミかジョリオがこの現象にぶつかっていたであろう」『部分と全体』は、当事者たちに、当時の考えなどが、反映されているのが、興味深い。それが、いくらか時がたって、回想された出来事であったとしても。ハイゼンベルグという書き手が一方的に書いていることだから、そこには、自分に都合のよい嘘も入っているだろうし、言い分というのものもあるだろう、立場、立場の。

★ ヴォルフガング・パウリとの学問上での論争が私を憂鬱にした

パウリによると、戦後の社会的な地位の確立に、ハイゼンベルグは、やっきになっているきらいがあると、どこかに書いていたし、そういう意味で、一面的な見方ではあるが、とにかく、当事者であることにはかわらない。

さて、最後に、ハイゼンベルグとパウリの、お互い、ひと仕事おえてからのやりとりについて、紹介したいと思う。このやりとりから、僕は、パウリに興味を持ち始めて、彼の生涯を巡る本や、ユングとの往復書簡、そして、彼とユングとの共著を読み始めていくのだから……。



発行 みすず書房
ISBN 9784622049715
ページ数：403ページ
サイズ：判
価格 定価3,500円（税込）
初版発売 2009年

以下に、ハイゼンベルグが書いているいくつかのポイントを羅列してみよう。

「ヴォルフガング・パウリとの学問上での論争が私を憂鬱にした。それは私にとって非常に重要な学問上の問題で、彼を私の見解に同意させることができなかつたからだ。それより1年前のピザの学会で、私は素粒子の理論における数学的構造に対して、かなり普通とちがったやり方を提案し、それをヴォルフガングが是認しようとしなかつたのである。ヴォルフガング自身も、アメリカにいる中国人で卓越した物理学者リーが作った一つの数学的な模型について、似たような可能性を調べ、私の見当違いをしているにちがいないという結論に達していた。その点では、私は彼は正しくないと思った。」

「私はヴォルフガングとの論争に決着をつけようとつとめた。素粒子に対する自然法則の定式化に、量子力学以来そのような目的のために用いられ、多少不正確に“ヒルベルト空間”と名づけられている数学的な空間を拡張しようという提案についての問題があつた。量子力学より、いくらかより一般的な計量を許容することによって、この空間を拡張しようという計画は、すでに十三年前にパウル・ディラックによって与えられていた。」

「そこで、別れぎわにヴォルフガングはそれをただ“退屈な合意”と結論した。我々が後日、われわれの手紙による討論を冗談に名づけた“アスコナの戦い”は終わり、そして決着がつけられた。」

★ 若い中国生まれのアメリカの物理学者リーとヤンによる発見

1957年の秋、パドアで行われた原子物理学学会、若い中国生まれのアメリカの物理学者リーとヤンによる発見。それまでほとんど自然法則の自明の構成要素とみなされていた右と左との間の対称性が、弱い—すなわち放射性の現象を支配されている—すなわち放射性現象を支配している—相互作用では乱されているに違いないという考え、ウーによる実験がすぐにその後で、放射性のベータ崩壊の際に、右と左の対称性からの非常に強いずれが現れるということ、あきらかにした。

「ヴォルフガングはこのニュートリノの存在を20年前に最初に予言したこともあって、ニュートリノの性質については、この時、彼が特に興味をもった。その間、この粒子は比較的早く存在が証明されていたが、しかし新しい発見はニュートリノの描像に独特のしかも刺激的な変更をもたらした。われわれ、ヴォルフガングと私とは、この最も簡単な質量のない粒子によって表現される対称性は、同時に根底に横たわっている自然法則の対称性でもあるにちがいないという見解を常に抱いていた。」

「彼はニュートリノに関連する数学的構造に特によく精通していたことによるし、またもう一つは“アスコナの戦い”におけるわれわれの以前の討論の結果から、相対論的な量子化された場の理論を、数学的に矛盾なく構成できるという希望を得たからでもあつた。彼は特に先に言及した二倍增、あるいは二分割の手続きに魅惑された。彼の信ずるところによると、それは左右対称性の出現を支配するものであり

得るかもしれなかった。」

「ヴォルフガングはこの方向へ一歩を進めるごとにますます熱狂的になっていった。私はわれわれの研究の経過について、ヴォルフガングの生涯を通して、これほどまでの興奮を見たことがなかった。(中略) 1957年のクリスマスの前に、私はヴォルフガングから一通の手紙を受け取った。それは多くの詳細な数学的な部分の他に、あの週における彼の高ぶった気持ちを描き出していた。『・・・二分割と対称性の減少、それがむく犬の正体なのだ。二分割は非常に古い悪魔の象徴なのだ(疑うという言葉は元来は二分割を意味したにちがいない)。バーナード・ショーの一篇の中の僧正の言葉に“悪魔のためにどうぞフェア・プレーをして下さい”とね。だから悪魔はクリスマスのお祝いにも欠くことができない。二人の神々しい方々キリストと悪魔—はその間に、より対称的になったということだけに気が付かれるにちがいない。』この邪教のことは君の子供たちには言いなさんなよ、しかしフォン・ワイツェッカー男爵にはこの話をして下さっても結構—いまこそ、われわれは見つけたのだ。本当に、本当に、心をこめて、君のヴォルフガング・パウリ」

パウリの高揚ぶりが手に取るようにわかる、それは、137という素数に関することでもある、世界を構成している主だった定数が、関係する微細構造定数と137という素数の関係ということは、他の本に書いてある。そして、パウリは、アメリカに渡り、運命の日を迎える。ハイゼンベルグは、未完成の進行中の興奮状態の段階で、アメリカ人の味気ない実用主義の中に、パウリがさらされることを危惧しており、3ヶ月間の講義を含む旅行を思いとどまらせたかったという。彼の夢想は、否定的になじられ、若い女性物理学者であるリーは、かつての英雄が、体をよこたえ、死を迎えたようだったと、これも、別の本で、述べていた。パウリは、この旅行を境に、物理に対する情熱を失っていく。

「君がこの問題について、さらに仕事を続けることを僕はよいことだと思う。君はそこにまだたくさんなすべきことがあることをよく知っているし、年月がたてばきっと先へ進めるだろう。ひょっとすると何もかもが、われわれがそうだと熱望したその通りになっているのかもしれない。ひょっとしたら君の楽観主義が全く正しいのかも知れない。しかし今や僕の手はそれには十分ではないので、僕はもはや手伝えることはできない。この前のクリスマスには、僕はまだ昔のように全力をあげて、この全く新しい問題の世界に踏み入れるものと信じていた。しかし今はちがう。おそらく君(パウリ)にはそれができるだろうし、あるいは君の若い仲間たちがやりとげられるかも知れない。」

『「いやいや、僕にはすべてが昔とちがうのだ』とだけ彼(パウリ)は言った。」そして、それがハイゼンベルグとパウリの最後の出会いとなり、彼の訃報に接し、ハイゼンベルグは書く。

「彼（パウリ）が素粒子理論の近い将来における完成への希望を放棄したあの週に、彼の病気がはじまったということを私は疑うことはできない。しかし、私はここで何が原因であり、そして何が結果であったかということについて、あえて意見を述べようとは思わない。」

『部分と全体-私の生涯の偉大な出会いと対話』書評 補追編【完】



杉原保幸さん さようなら

理学5Sの同窓生・杉原さんが、昨年暮れ72歳という若さで旅立たれた。信大時代は自然研で活躍し、4年時の研究室は鷺坂先生の電子研で学び、都立大の大学院に進学した。短大での教職を経て、人生の後半は信州に戻り、木崎湖畔にある自らのコテージを「西丸震哉記念館」に改装して過ごした。カレーが絶品であった。本誌にも多くの投稿をいただいた。ご冥福をお祈りします。

■ 杉原保幸君の逝去を悼む ■

渡邊 俊夫（理学5S／電子研究室 愛知県江南市在住）

杉原保幸君が昨年12月25日に亡くなった。享年72歳であった。生来物静かで落ち着いた学者肌の性格の人であった。思えば彼とは50年以上の長い付き合いであった。彼とは理学部物理学科の同級生で、大学内では5年間、サークル活動（自然研）、自治会活動など様々な活動で、さらに彼のご両親やお姉さんが営むロッジや木崎湖の「レークサイド」（現西丸震哉記念館）などにも度々行って語り合ったものである。



彼との最初の出会いは入学した5月のクラス会であったと思う。当時問題になっていた70年安保改定問題について、物静かな語り口でその不当性を語っていたのが印象的であった。その後、彼と一緒にデモにも参加した。それ以来、友人として仲間としてともに色々な活動を行うようになった。学部に進級してからの彼は自然研の中心メンバーとして、様々な場所で観測や実地調査を行い、雪やけの真っ黒な顔で帰ってきたことも度々であった。気象学の手ほどきを受けた自然研の3年先輩である故岡田菊夫氏を紹介してくれたのも杉原君であった。

その後、都立大学の大学院を経て関東の短大に就職したが、50歳を機に職を辞し、木崎湖のレークサイドに居を構えた。そこで彼は西丸震哉氏を所長として、西丸震

哉記念館を設立した。記念館には西丸氏がニューギニアなどで収集した品を展示し、さらにご子息と共に木崎湖を中心として、毎年夏に「原始感覚美術祭」を開催していた。ここに多くの芸術家が集い、まさに祭を生み出すような取り組みであった。

この時期の最大の出来事は、彼が住んでいた西丸震哉記念館の敷地内で、2009年頃に縄文期の土器や石器を見つけたことである。どうやってそれが縄文期と知ったかは不明であるが、さらに掘り進めるうちに旧石器時代の地層をも見つけ出し、その中から旧石器時代と思われる石器を掘り出した。その間の経緯は「長野県大町市木崎小丸山遺跡の前期旧石器—杉原保幸採集資料の全貌—」(『旧石器考古学』85(2021)に詳しい。その後、2016年に学術発掘調査が行われるまでの5年以上にわたって、1人根張り強く石器類を採集し続け、資料として保存していった。学術調査の結果、これらの石器類や石器の見つかったローム層の年代から8万6千年前の遺跡とわかり、この地域一帯を木崎小丸山旧石器遺跡とされた。この遺跡は2000年におきた旧石器遺跡捏造事件によって、4万年以前の考古学研究が振り出しに戻ってしまった時期に、杉原君の執念にもとづく発掘調査によって、年代が確定した遺跡として画期的な意義がある。この時期が彼の最も充実した時であったろう。木崎を訪れる度にこれらの石器類を見せ、熱っぽく語っていたことが思い出される。



▲松川村高瀬川大橋から見た白馬連峰(2022. 12. 27 撮影)

去年10月に会ったときが最後であったが、その時彼は「すべてやりきった」と言ったことが今でも思い出される。おそらく死を覚悟していたのだろう。

最後に松川町の葬儀場に行く途中、フッと見上げると白馬連峰が青空の下くっきりと見えた。聞けば「今日は珍しくきれいな山の姿である」とのこと。杉原くんにはもう少し長く生きてほしかった。

■ 杉原保幸君、やすらかに ■ (信大物理 | まつもと便り | 032号より転載)

神田 健三 (理学3S/統計研究室 中谷宇吉郎雪の科学館顧問 加賀市在住)

1970年、杉原君が私より2年後輩として入学し、自然研に入ってきた。間もなく、木崎湖の彼の両親が所有するクラブレークサイドに招待され、その後しばしば利用させていただいた。彼はとても親切にいろいろ世話してくれた。彼の案内で居谷里湿原へ出かけてザゼンソウの群落を見て歩いたこともある。又、冬に、もう一つの



別荘の白馬エーデルワイスに泊めていただいたこともある。

そのとき彼と一緒に近くの柔らかい雪を掘って断面を作り、表面から底に向っての温度分布（底側ほど温度が高くなる）を調べた。雪溪の硬い雪ではできない観測で、予想通りの結果になり、面白かった。

杉原君は気象分科会の会長として努力していた。気象については先輩の岡田菊夫さんのめざましい活動があったが、それを継いだかたちだ。翌年、岡田さんは名大の大学院に進学して松本を去った。しかし、一緒にの時期が1年あったのは杉原君のために良かったと思う。

後に、彼は東大海洋研の研究生となり、浅井富雄教授と共著の論文を書いた。それは、『局地風「松本の南風」について』（天気、1977.8）である。この題を見て、私は、岡田さんの「松本の逆転層」研究と一脈通じるものを感じた。

2015年9月29日に、自然研のOB・OGで白山に登り、杉原夫妻も私も同行した。翌日は御前峰までは登れたが、すごい強風でその後の稜線歩きは断念した。そして、室堂近くまで降りてから、今度は千蛇ヶ池の雪溪の所までトラバースした。後で聞いて知ったことだが、杉原君は少し調子が悪く、雪溪へは同行しなかった。どうやら、その頃から、彼の体調に翳りが出ていたようだと、美津子夫人から没後に伺った。

白山を下山して片山津の温泉宿に泊り、翌日、中谷宇吉郎雪の科学館と深田久弥山の文化館を一緒に見学した。私は雪の科学館に開設の時から関わったが、杉原君はクラブレークサイドに「西丸震哉記念館」を作っていた。私はそこに伺う機会がなかったので、「今度行くからね」と言って別れたが、そのままになってしまったのが心に残る。

杉原保幸君、どうぞやすらかに。



▲左から安田夫妻、杉原夫妻、菊地、神田（2015.10.1 雪の科学館で 撮影：稲葉）

【この3月の卒業生に信州大学での学生生活を振り返ってもらった。コロナ禍のなかの4年間であったが、果たしてどんな印象を持ったのか？】

■ 物理学への尽きない興味をこれからも

◎ 高松 晟久（理学 019S／素粒子論研究室）

私が物理学に興味を持ったきっかけは、小学校3年生の時、名古屋市科学館に行った時見つけた「世界で一番美しい元素の本」に出会ったことである。幼いころの私は、母が絵本や物語を読み聞かせても興味を示さず、ブロックやパズルをしたり、戸外に出て川で魚釣り、昆虫採取に夢中になる子供であった。しかしその本の表紙の美しさに目を奪われ開いた瞬間からその内容に引き込まれ、毎日のように繰り返し読んでいたことを、記憶している。

世の中にある事物のすべての物質が、元素で構成されている事実に、幼な心に衝撃を覚えた。そのことが物理学という学問につながるということは、中学に進学してから、理科の授業の中で気づき、それから、ニュートン、アインシュタイン等、物理学に関する本を読みあさった。中学三年生の時に読んだ大栗先生の「超弦理論入門」の万物がひもできていくという内容は面白く強烈な印象を持った。そして高等学校へと進学しても物理学に関する興味は尽きることはなく、大学進学を前に物理学を学べる学部以外は、私の中では、選択肢として全くなかったのである。

いずれの大学を受験するか迷った時には、田舎で、育った私にとって、町の騒々しさには不慣れなこともあり、環境が似ているこの信州大学を第一志望とした。受験の前日、松本城の天守閣から見た春の訪れを感じるアルプスの山々の柔らかな稜線の風景に感動し、澄んだ空気に心洗われ、豊かな自然に囲まれた信州大学に合格してこの地で、好きな物理学を学び、学生生活を送りたいという思いを強く持ったことを鮮明に記憶している。だから合格したときは、望外の喜びであった。

大学生活のスタートは、寮生活から始まったのであるが、初めて母親の元を離れて生活することへの不安や緊張感は、大学生活への憧れや期待感を凌駕するものがあった。しかし、先輩方が、そんな思いを一掃するように、入学式までの数日、様々なイベントを企画してくださり、楽しい時間を過ごさせていただいた。おかげで、同級生とも親しく打ち解けることができ、大学生活をスムーズにスタートできたことは、大変良かった。夕食後は時間を忘れて、深夜まで友人たちと語り合ったり、また、寮食のない休日などは友人と夕食の買い物に出かけてカレーライスを作って食べたり、夏祭り、クリスマスなど様々なイベントもあり、本当に楽しかった。寮での同級生と「寝食を共にする」生活は、一人っ子の私にとってこの上なく楽しい



日々であった。学生時代の温かな思い出としていつまでも心に残ることと思う。2年生からは、アパートでの一人暮らしとなったが、寮生活で、友人と深めた友情の絆は、絶えることなく、コロナ禍であっても、孤独にならずに、順調に学生生活を送ることができた。

さて大学での学業は、入学後、待ちに待った物理学の講義が始まった時は、信州大学の理学部物理学コースに入学できた喜びをかみしめた瞬間であった。大学での講義の内容は、物理学の基礎から専門的なものを幅広い分野にわたり丁寧に講義していただき、学問に対してより一層興味が深まり、日々の授業が楽しみであった。そんな大学生活の中で物理学界にとって画期的なニュースに接した。それは、初めてブラックホールが撮影され、私たちが住む地球が属する天の川銀河のブラックホールまでも撮影されたというニュースである。さらには。昨今話題の尽きないこのブラックホールに関してホーキング輻射と呼ばれる現象を起こしていることを知った。

ホーキング輻射とは、簡潔に言えばブラックホールが温度を持った黒体であるかのように熱的輻射の源となっていることである。私は、この輻射が理論的にどのように示されるのかに興味をもったため、大学四年間の集大成である卒論のテーマとして、ホーキング輻射の理論研究を選んだ。

4月からは本校の大学院に進学することになったが、学ぶべき事の多いたまた尊敬できる教授陣の元で、さらに物理学への研鑽と探求を深められる機会を与えられたことに感謝するとともに、風光明媚な信州の自然を満喫しつつ有意義な院生生活を送りたいと思う。

T O P I C S

□ 信州大学東京同窓会が三年ぶりに開催されました

2023年2月11日(土)、信州大学東京同窓会第13回総会／懇親会がおおよそ130名の参加者を集めて開かれた。うち理学部卒の参加はわずか9名だった。当同窓会は、信州大学全卒業生の交流をねらって、講演会(講演2本)、総会、懇親会の三部構成で催される。

新型コロナ前には、毎回少しずつ新顔を増やしてきたが、今回はそうはいかなくて、20名ほど減少してしまった。また、中村宗一郎・学長による同窓会場へ来所しての大学報告が、開催数日前に突然ZOOMによるリモート講演に切り替えられた。

さて信大東京同窓会の好評企画は卒業生による講演会だ。前回の山と溪谷社『山と溪谷』元編集長から出版分野の方が続き、三省堂の代表取締役の瀧本多加志氏(人

文学部卒業生) が登壇した。限られた人しか経験できない辞書を編む仕事について語ってくれた。

瀧本氏のお話の中で印象に残った一枚の写真があった。2011年3月東日本大震災を受けた小学校の一教室で、無数の付箋があふれんばかりに付けられた国語辞典が何冊か机の上に散乱している。福島第一原発の近くだったので、その後立ち入れなくなったままなのだ。

辞書を引くことによって、辞書がその言葉の持つエッセンスをやさしく要領よく伝えていることを知ることができる。引いた言葉を付箋に書いてその頁に貼る作業を繰り返すことが、辞書を真に活用した痕跡となった。それらを学校の被災写真の中に見つけたという。

なお総会では、東京同窓会の会長が繊維学部卒業生の葉袋正彦氏(くすりぶくろと書いて「みない」と読む)に交代した。年齢が60代の新会長は、東京同窓会参加者の女性比率を在校生の女性比率である35パーセントに近づけたいとの抱負を述べた。

(報告:近藤一郎 12S/物性研究室)

3月21日に卒業式が挙行されました

成績優秀者の表彰

卒業式の日、次の成績優秀者が表彰され、当会からは副賞記念品としてガラス製の置物「子ふくろう」(右)が贈られました。



【卒業生】天木 美希 小林 和弥 高松 晟久 増田 吉起 村田 佑真
山田 海智

【3年】佐藤 良 高谷 翔太 田中 亮祐 牧田 歩実 吉田 航

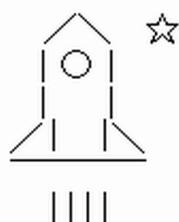
【2年】井上 雅貴 小林 真尋 馬本 真吾 宮澤 和裕 安田 龍

【1年】小木曾 千佳乃 片山 哲郎 瀧脇 光太 田中 優大 三田 空河



▲3月21日挙行の卒業式の後、全員集合しての記念撮影。ことしの卒業生は、学部：28人、修士：6人

でしょうか。新緑が美しいこの季節は、同窓会の開催にもぴったりの季節ですね。さて、今回の会報には、私が書いた ChatGPT の記事を掲載しています。ChatGPT は、OpenAI が開発した大規模言語モデル「GPT-3.5」をベースにした言語モデルで、自然言語処理の分野で注目を集めています。私はこの ChatGPT についての解説記事を書かせていただき、会報に掲載していただくことができました。皆さんのお役に立てるような情報が含まれているかと思しますので、ぜひご一読ください。 (KT)



★・・・父の一周忌やら墓の引越やらで、今号においては何も働きがなく、大変に申し訳なく思う。墓の引越とは、山の中にある墓地を町中のお寺の霊園に持つてこようというのだが、何を捨てて何を持って行くか、頭を悩ます。単なる石であるが、それぞれに物語を持っている。世代を超えて何かを引き続いていくことの責任と意味を考えさせられた。今の時代、引き継ぐことが如何に難しくなっているか。春になり、新入生が松本の地に集う。同窓会の HP の冒頭には、「松本の地で物理学を志した者たちが集う」とある。松本という地で物理学を学ぶこと/学んだことで、私たちはつながっている。その形は時代とともに変化していくのだろうが、物語はそこにある。充実した学生生活を送られることを祈っている。 (NA)

☆・・・影響を受けた大学時代の友人が大ファンだった“教授”の訃報に接し、故人のご冥福を祈り、今「energy flow/ピアノ坂本龍一」を聞いている。学部に上がった2年の時に Yellow Magic Orchestra は散開（解散）してしまっていたが、同じ物理学科だった彼に誘われて銀嶺祭のコンサートに参加したことがある。曲はたしか“Rydeen”だったが、ほとんど貢献できなかったというより、むしろ迷惑をかけたくらいで、失礼なので楽しかったとは言えないが、良い経験であり私にとっては大学時代の大切な思い出の1つだ。今年も新入生を迎え、新しい年度が始まった。特に若い時には様々な影響を受け多くの経験をその後活かすことができる。学生の皆さんにとって松本で過ごす時間がたくさんの良い経験となることを祈ります。 (YM)

■・・・この春の桜前線は例年より1～2週間も早く北上し、既に本州を過ぎ去りつつあります。また、気温25度を超える夏日の出現もあって快適な春は短くなり、四季の変化を味わうことが難しくなっています。しかも、穂高岳涸沢に例年残雪として残る大雪渓は近年消失しており、山岳地帯での積雪量は少なくなっているようです。ようやくコロナ禍が過ぎ去りつつあるものの、エネルギー危機の中、この夏の水不足が心配されるようです。 (HT)

●・・・20年ほど務めたこの会の事務局長を退任することとなった。思えば、当同窓会の始まりの2001年から規約作成・WEB制作に始まって今日まで、ず～っと働いて来た。さまざまな思い出はつきない。たくさんの人に支えられたこと、逝ってしまわれた方々の面影…。同時に7年会長を務めた太平さんも一緒に退任する。いま当会は難しい局面だが、役員顔ぶれも新たに心機一転、乗り越えることを祈る。私たちは一兵卒に戻って、会の発展のために縁の下から出来る限り応援したいと思う。 (MT)

-
- 信州大学物理同窓会会報 0083 号 (2023 年春号) SUPAA BULLETIN No. 83 ●
 - 2023 年 4 月 26 日発行 ●
 - 編集・発行/信大物理同窓会事務局
 - 編集長：高藤 惇 □ 発行人：太平 博久
 - 《編集委員》高藤 惇(2S) 渡辺 規夫(4S) 太平 博久(6S) 足助 尚志 (17S) 百瀬 佳典 (17S) 來田 歩 (22S) 武原 一記 (22S)
 - 当会報のバックナンバー閲覧サイト：<http://www.supaa.com/kaiho/index.html>
 - 当会へのお問い合わせ先：<http://www.supaa.com/postmail/postmail.html>

