

---

## 会場 B

# 素粒子・核物理領域 (B), 理科教育(領域13)

---

### B-1 ILC における電磁カロリメータのためのシリコン検出器のレーザーを用いた特性研究

九州大学<sup>A</sup> 富田龍彦<sup>A</sup>, 川越清以<sup>A</sup>, 吉岡瑞樹<sup>A</sup>, 須藤裕司<sup>A</sup>, 上野翔<sup>A</sup>, 宮崎陽平<sup>A</sup>

ILC(国際リニアコライダー)で研究される主要な物理過程は終状態に複数のジェットを含んでいる。精密測定のためにはジェットエネルギー分解能の向上が鍵であり、ジェット中の個々の粒子を飛跡検出器とカロリメータで重複することなく再構成することが要請される。そのため電磁カロリメータには位置分解能の良い検出器が必要とされ、細分割されたシリコンセンサーの使用を検討している。本講演では、シリコンセンサーの基礎特性と赤外線レーザーに対する応答の電圧依存性等の測定の現状について報告する。

## B-2 ILC における Si-W 細分割電磁カロリメータ試作機の性能研究

九大理<sup>A</sup>, LAL Orsay<sup>B</sup> 宮崎陽平<sup>A</sup>, 川越清以<sup>A</sup>, 吉岡瑞樹<sup>A</sup>, 須藤裕司<sup>A</sup>, 上野翔<sup>A</sup>, 富田龍彦<sup>A</sup>, RomanPoschl<sup>B</sup>

ILC (国際リニアコライダー) ではサンプリング型細分割電磁カロリメータが提案されており、その試作機として吸収層にタングステン、検出層にピクセルサイズが  $1 \times 1\text{cm}^2$  のシリコン検出器を用いる電磁カロリメータが開発された。2008 年にフェルミ国立加速器研究所においてその試作機の試験を粒子ビームを用い行った。本講演ではビームテストで得られた応答の線形性及びエネルギー分解能の測定結果について報告する。

## B-3 J-PARC でのミュオン電子転換探索実験 (COMET 実験) における電磁カロリメータの開発研究

九大理<sup>A</sup>, KEK<sup>B</sup>, 阪大理<sup>C</sup>, 九大 RCAPP<sup>D</sup>, 岡山大理<sup>E</sup>, BINP<sup>F</sup>, JINR<sup>G</sup> 大石航<sup>A</sup>, 五十嵐洋一<sup>B</sup>, 上野一樹<sup>B</sup>, 川越清以<sup>A</sup>, 佐藤朗<sup>C</sup>, 齊藤直人<sup>B</sup>, 東城順治<sup>A</sup>, 豊田晃久<sup>B</sup>, 中居勇樹<sup>A</sup>, 西口創<sup>B</sup>, 深尾祥紀<sup>B</sup>, 松本侑樹<sup>C</sup>, 三原智<sup>B</sup>, 三部勉<sup>B</sup>, 吉岡瑞樹<sup>D</sup>, 吉村浩司<sup>E</sup>, Leonid Epshteyn<sup>F</sup>, Dmitry Grigoriev<sup>F</sup>, Anastasiya Kuzmenko<sup>F</sup>, Tran Hoai Nam<sup>C</sup>, Elena Velicheva<sup>G</sup>, Kalinnikov Vladimir<sup>G</sup>

荷電レプトンフレーバー保存を破るミュオン電子転換事象は素粒子標準理論では強く制限され、そのため標準理論を超える新しい物理の探索に適している。

COMET 実験は茨城県東海村 J-PARC のハドロン実験室にて、 $10^{-17}$  の感度でこの事象を探索することを目標としている。生成される単色電子の運動量とエネルギーを精密に測定するために、検出器は飛跡検出器と電磁カロリメータにより構成される。カロリメータは結晶による全吸収型で、その候補に GSO と LYSO を考えている。

結晶選定のため、ハドロン実験室 K1.1BR ビームラインにおいて電子ビームを用いた GSO の試験を 5 月に行った。本講演では、結晶単体の特性測定結果や、ビームテスト実験結果について報告する。

## B-4 J-PARCでのミュオン-電子転換過程探索実験 (COMET 実験) における MPPC を用いたチェレンコフトリガー検出器の開発

九大理<sup>A</sup>, 九大 RCAPP<sup>B</sup>, 阪大理<sup>C</sup> 中居勇樹<sup>A</sup>, 大石航<sup>A</sup>, 川越清以<sup>A</sup>, 久野良孝<sup>C</sup>, 坂本英之<sup>C</sup>, 佐藤朗<sup>C</sup>, 東城順治<sup>A</sup>, 吉岡瑞樹<sup>B</sup>

ミュオン-電子 ( $\mu - e$ ) 転換過程は標準理論で強く抑制されている。その存在が確認されれば即座に標準理論を越えた新しい物理の発見を意味する。また超対称性理論や余剰次元模型では将来観測可能な程度のレートを予測している。

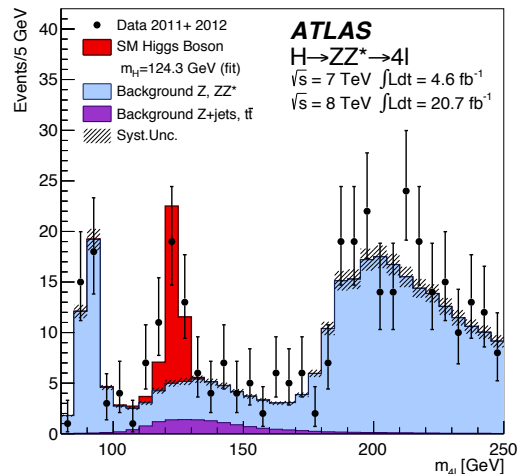
COMET 実験では茨城県東海村の J-PARC 加速器における大強度パルス  $\mu$  ビームを用いて、 $\mu - e$  転換過程事象の探索を行う。実験は二段階に分けて行い、第一段階では現在の上限值より 2 桁改善された  $10^{-15}$  の感度での事象発見を目指し、第 2 段階では 4 桁の改善を目標とする。第 1 段階では、生成される信号電子の運動量を円筒ドリフトチェンバー (CDC) を使って測定する。その CDC での粒子識別とトリガーのために、MPPC を使用したチェレンコフ型検出器を開発している。

本講演ではチェレンコフ型検出器のシミュレーションと、使用する MPPC の性能評価について報告する。

## B-5 LHC-ATLAS 実験における $H \rightarrow Z^{(*)} Z^{(*)} \rightarrow 4\ell$ チャンネルを用いたヒッグス粒子の研究

九大理<sup>A</sup> 織田勸<sup>A</sup>, 他 ATLAS Collaboration<sup>B</sup>

素粒子物理学の標準模型を構成する素粒子のうちで唯一発見されていなかったのがヒッグス粒子である。昨年 7 月に、スイスの欧州原子核研究機構 (CERN) の LHC 加速器の ATLAS 実験と CMS 実験は、標準模型ヒッグス粒子の探索において、質量が約 125 GeV の新粒子を発見した。本講演では、ATLAS 実験で昨年 12 月までに取得した、積分ルミノシティ約  $25 \text{ fb}^{-1}$ 、重心系エネルギー  $\sqrt{s} = 7 \text{ TeV}$  または  $8 \text{ TeV}$  の陽子陽子衝突データを用いて、新粒子が  $Z^{(*)}$  粒子 2 個に崩壊し、さらに  $Z^{(*)}$  粒子が電子 2 個もしくはミュオン粒子 2 個に崩壊するチャンネルで、新粒子の性質 (生成断面積、スピン、パリティ) を調べた結果について発表する。結果はスピン 0、パリティ偶の標準模型ヒッグス粒子である場合の予測とおおむね一致し、新粒子がヒッグス粒子であることを示唆した。



## B-8 クライン・ゴールドン方程式とプロカ方程式について

熊本県<sup>A</sup> 那須俊一郎<sup>A</sup>

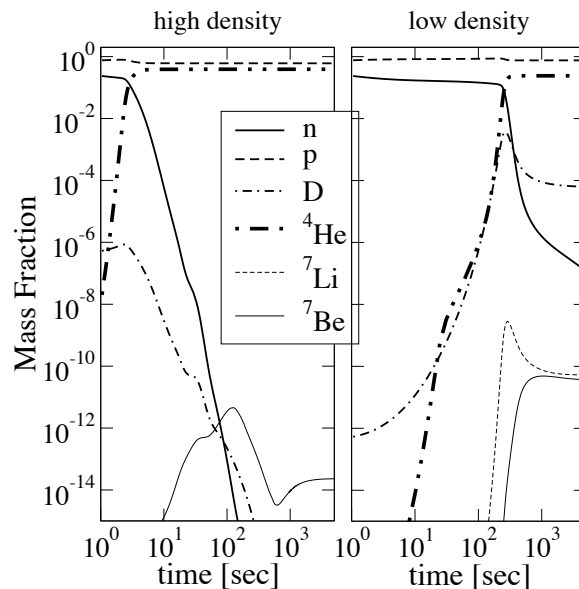
1 クライン・ゴールドン方程式は、相対論的エネルギー-運動量の関係式  $(E/c)^2 - p^2 - (mc)^2 = 0$  のエネルギーと運動量を微分演算子でおきかえて、波動関数(スカラー  $\phi$ )に作用させることで  $(\square - m^2)\phi = 0$  と導かれる。2 プロカ方程式も、同様にして、波動関数(4元ベクトル  $A_\mu$ )に作用させて、 $(\square - m^2)A_\mu = 0$  となることが予想されるが、実際はそうっていない。歴史的な理由からか、マクスウェル方程式  $\square A_\mu - \partial_\mu(\partial_\nu A_\nu) = 0$  に質量項を付加して、 $(\square - m^2)A_\mu - \partial_\mu(\partial_\nu A_\nu) = 0$  とすることになっている。それからローレンツ条件を使って、 $(\square - m^2)A_\mu = 0$  という形に持っていくことになっている。3 日本文理大学の竹本義夫教授は、4元ポテンシャルの微分からマクスウェル方程式を導き出し、電磁場には、電場  $E$ 、磁場  $B$  の他に電場の時間成分  $E_t = \nabla \cdot A + \partial \phi / \partial t$  が存在することを発見した。この電場の時間成分を使うとマクスウェル方程式全体は、最初から、 $\square A_\mu = 0$  の形になることが示されローレンツ条件は必要としない。プロカの方程式も最初から、 $(\square - m^2)A_\mu = 0$  となるのが自然であることがわかる。4 ヘルムホルツの定理を使うと、無限遠で0となるベクトル場  $A$  は、 $A = A_{\parallel} + A_{\perp}$ 、 $\nabla \times A_{\parallel} = 0$ 、 $\nabla \cdot A_{\perp} = 0$  のように縦成分  $\parallel$  と横成分  $\perp$  に分けることができる。これを使って電磁場を縦成分と横成分に分けてみよう。横成分は、 $E_{\perp} = -\partial A_{\perp} / \partial t$ 、 $B_{\perp} = \nabla \times A_{\perp}$ 、 $E_{t\perp} = \nabla \cdot A_{\perp} (=0)$  となって横波(横波光子)  $\square A_{\perp} = 0$  を再現する。縦成分は、 $E_{\parallel} = -\nabla \phi - \partial A_{\parallel} / \partial t$ 、 $B_{\parallel} = \nabla \times A_{\parallel} (=0)$ 、 $E_{t\parallel} = \nabla \cdot A_{\parallel} + \partial \phi / \partial t$  となって、縦波(縦波光子)  $\square A_{\parallel} = 0$  とスカラー波(スカラー光子)  $\square \phi = 0$  を新たに発生させる。これらに質量を持たせたのが、スピン1やスピン0の中間子やウィークボソンではないだろうか。

## B-9 宇宙初期における重元素生成に対する観測からの制限

九州大学<sup>A</sup>、久留米工業大<sup>B</sup>、熊本高専<sup>C</sup>、明星大学<sup>D</sup>、自然科学研究機構<sup>E</sup>  
 中村理央<sup>A,B</sup>、橋本正章<sup>A</sup>、藤本信一郎<sup>C</sup>、佐藤勝彦<sup>D,E</sup>

本研究では、宇宙初期において非一様な物質分布が元素合成に与える影響を観測との整合性を調査した。まず、陽子から  $^{16}\text{O}$  までを含んだ BBN コードを用いて軽元素合成計算を行った。すると、高密度領域(左図)と低密度領域(右図)において、元素合成の始まる時期や  $^4\text{He}$  等元素の生成量に違いが見られた。 $^4\text{He}$  と重水素の観測値と比較し、観測と矛盾しないようなパラメータ領域を得た。

続いて、得られたパラメータ領域の範囲内で、重元素がどの程度生成されるのかを調べた。 $^{292}\text{Am}$  までを含んだ重元素合成コードを用いて、高密度領域における元素合成計算を行った。その結果、 $^{56}\text{Ni}$  が  $^7\text{Li}$  より多く生成された等、過剰に生成される元素もあり、宇宙の化学進化に大きな影響がでることが示唆された。

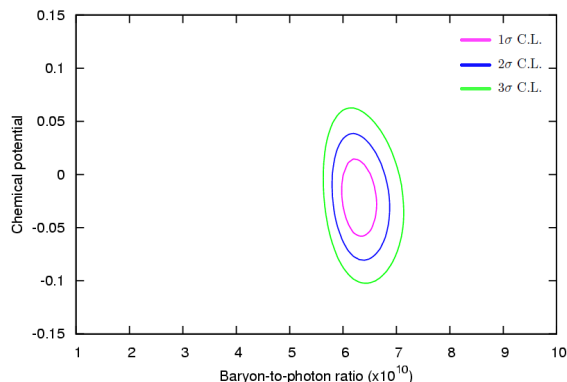


## B-10 ビッグバン元素合成における $^4\text{He}$ の組成比

九州大学<sup>A</sup>, 久留米工業大学<sup>B</sup>, 熊本大学<sup>C</sup> 一政遼太郎<sup>A</sup>, 中村理央<sup>B</sup>, 荒井賢三<sup>C</sup>, 橋本正章<sup>A</sup>

ビッグバン元素合成 (BBN) は、宇宙初期に存在する D や  $^4\text{He}$  の存在比を説明することで成功した。D は非常に核反応に敏感であり、更に宇宙初期にしか合成されない元素なので BBN において重要な元素である。近年では観測の精度が向上しており、D の abundance にはかなりの精度で制限が加えられ、BBN に強い制限を与えている。また、現在の宇宙に存在する  $^4\text{He}$  は宇宙初期のものに加え、星の中で合成されたものが混ざっていると考えられる。そこで星の寄与の少ない  $\text{H II}$  領域の観測から、重元素比と  $^4\text{He}$  の相関をとることによって宇宙初期の  $^4\text{He}$  の存在比を得る事ができる。しかしながら、近年の  $^4\text{He}$  の観測はこれまでよりも BBN における  $^4\text{He}$  が多いことを示唆している。本研究では、電子ニュートリノの化学ポテ

ンシャルを変化させることにより、BBN の D と  $^4\text{He}$  が観測値を説明するようなパラメータを探した。その結果、電子ニュートリノの化学ポテンシャルと baryon-to-photon ratio に制限を加えることができたのでこれについて発表する。



## B-11 ハイブリッド星におけるカラー超伝導と核子の超流動の冷却に対する影響

久留米工業大学<sup>A</sup>, 九州大学<sup>B</sup>, 千葉工業大学<sup>C</sup>, 原子力研究開発機構<sup>D</sup>, 京都大学<sup>E</sup>, 北海道大学<sup>F</sup> 野田常雄<sup>A</sup>, 橋本正章<sup>B</sup>, 安武伸俊<sup>C</sup>, 丸山敏毅<sup>D</sup>, 巽敏隆<sup>E</sup>, 藤本正行<sup>F</sup>

大質量星はその進化の最終段階で超新星爆発を引き起こすが、その際に残される高密度星は、高密度領域の原子核物理学の研究において興味深い対象である。このような星の内部状態は、実験では再現の難しい低温高密度領域であり、クォーク物質の出現が議論されている。クォーク物質の核を持つ高密度星のことをハイブリッド星と呼ぶ。このような高密度星は、その内部に熱源を有さないため、誕生時 (超新星爆発時) の熱を放出しながら冷えていく。熱の放射は主に星内部からのニュートリノ放射によってなされるが、その放射率は内部の物質の状態に強く依存する。クォーク物質のような「エキゾチック」な状態では強いニュートリノ放射をすることが考えられているが、カラー超伝導状態にあるクォーク物質では、冷却を抑える効果があると考えられている。

超新星残骸 Cassiopeia A (Cas A) の中心天体は、若い ( $\sim 330$  yr) 高密度星であると考えられており、高い有効温度と大きな質量を有することが観測によって得られた。これは、高密度領域ではエキゾチックな相が出現しやすく、重い星ほどニュートリノ放射が強くなる従来からの冷却理論に反する。

本研究では、カラー超伝導状態のクォーク物質を中心を持つハイブリッド星のモデルを構築し、冷却計算を行った。その結果、重い星ほど冷えにくいという、Cas A の観測結果を他の星のそれと同時に矛盾なく説明できる状況を作ることができた。また、Cas A の直近 10 年間の温度低下についてもこのモデルを用い議論する。

## B-12 Triple alpha 反応率の不定性が大質量星の進化ならびに s-process 元素合成に与える影響

九州大学理学府<sup>A</sup>, 熊本高専<sup>B</sup> 菊池之宏<sup>A</sup>, 橋本正章<sup>A</sup>, 小野勝臣<sup>A</sup>, 藤本信一郎<sup>B</sup>

太陽質量の10倍を超える質量を持つ大質量星は主系列星段階の後、ヘリウム燃焼や炭素燃焼などの熱核反応を経て温度や密度を上げながら進化し最終的には鉄コアを形成する。また、この進化でのヘリウム燃焼と炭素燃焼において中性子源があるため、weak s-process と呼ばれる鉄より重い元素の合成過程が起きると考えられている。近年、Ogata et al.(2009) によって新しい triple- $\alpha$  反応率が発表された。この反応率は恒星進化に関わる  $10^7$  から  $10^8$ K 付近で従来の反応率より数桁大きい。Triple- $\alpha$  反応は進化における主要な元素である  $^4\text{He}$ 、 $^{12}\text{C}$  及び  $^{16}\text{O}$  に関わる重要な反応であり、OKK rate は恒星進化や組成分布の従来の結果を変える可能性がある。

本研究では星全体の質量が  $25M_{\odot}$  で中心に  $8M_{\odot}$  のコアを持つ星をモデルとした。まず、恒星進化コード (Hashimoto et al.1995) を用いて恒星進化計算を行ない、ヘリウム燃焼から超新星爆発直前までのそれぞれの時間における温度、密度、元素分布を求めた。s-process 元素を含む重元素の生成量を比較するために上記で得られたデータをもとに大規模元素合成計算を行なった。Triple- $\alpha$  反応率については、OKK rate と従来の反応率として Fynbo et al.(2005) のものを用いて比較した。

OKK rate を用いると多くの  $^4\text{He}$  が triple- $\alpha$  反応に使われるために  $^4\text{He}$  を消費する反応は阻害され、ヘリウム燃焼での  $^{12}\text{C}$  の生成量が増加し  $^{16}\text{O}$  が減少した。そのため、ヘリウム燃焼以後は従来の反応率ならば O rich layer を形成する層が Ne rich layer となるなど星の内部組成を大きく変化させた。また、重元素合成では、s-process によって生成される元素の生成量は OKK rate を用いると減少するが、p-process と呼ばれる元素は Fynbo rate を用いると光分解するのに対し、OKK rate だと壊れずに残ることがわかった。今回の講演ではこれらの結果を定量的に議論する。

## B-13 超新星 r-process と fission

九州大学大学院理学府物理学専攻<sup>A</sup> 福田遼平<sup>A</sup>

元素の起源の問題の中で特に、白金、金、ウランなどの重元素は r-process によって合成されるとされている。r-process 温度が  $10^9\text{K}$ 、かつ低い電子存在度  $Y_e$  の環境が必要である。そのような条件を作り出すことのできる天体現象として、超新星爆発、中性子星の合体が注目されており、さまざまなモデルの流体計算と元素合成計算により r-process の3つのアバンダンスピークを再現することが試みられている。今回流体計算は行わず、エントロピーと  $Y_e$  をパラメータとして与えるようなモデルをつかって、fission の効果を含めた場合にアバンダンスピークが再現されるかどうかに着目し、元素合成計算を実行し、結果を発表する。

## B-14 星周物質分布が超新星残骸形成過程での物質混合に与える影響

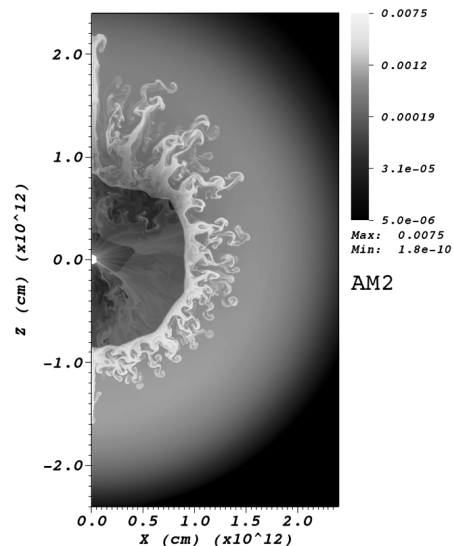
九州大学<sup>A</sup>, 理化学研究所<sup>B</sup>, 福岡大学<sup>C</sup>, 早大理工<sup>D</sup>, 山梨大学<sup>E</sup> 松尾康秀<sup>A</sup>, 橋本正章<sup>A</sup>, 小野勝臣<sup>A</sup>, 長滝重博<sup>B</sup>, 固武慶<sup>C</sup>, 山田章一<sup>D</sup>, 山下和之<sup>E</sup>

超新星残骸 Cassiopeia A (Cas A) は銀河系内にある非常に若い天体であるため多くの観測がなされており、近年では Cas A の 3 次元の元素分布までもが得られている (Badenes 2010)。これによると Fe が Si よりも外側に存在しているように見える。一方、球対称な超新星爆発シミュレーションでは Fe は Si よりも内側に分布する。従って、Cas A は爆発直後から残骸となるまでの 330 年の間に何らかの物質混合があったと考えられるが、そのメカニズムは未だよく分かっていない。そこで本研究では流体不安定性、特に Rayleigh-Taylor 不安定性 (RTI) に注目した。RTI は衝撃波が星内部にいる時 (time scale  $\sim 1$  day) と超新星残骸段階 (SNR phase) (time scale  $\sim$  数 10 年 - 数百年) に発達することが先行研究でよく知られている。そこで我々は爆発直後から SNR phase までの 1 次元及び 2 次元シミュレーションを行い、RTI のよる元素分布の発展の様子を調べた。爆発モデルは thermal bomb モデルとした。親星は  $6M_{\odot}$  He core を仮定し、星周物質を RSG wind または RSG wind + WR wind から成るものとした。恒星風の速度や WR wind の継続時間などを parameter とする 12 モデルの星周物質分布を用意し、星周物質分布の違いによってどの程度物質混合の様子が変化するか調べた。2 次元計算の結果、まず星内部では Fe は RTI によって混合することはなかった。また SNR phase でも RTI が発達している reverse shock 前方の領域に Fe が存在しなかったため、330 年後の Fe はあまり混合されなかった。さらに 1 次元計算では、今回の計算したほとんどのモデルで Fe が reverse shock に衝突しなかった。これは衝撃波が星を通過した後の Fe の膨張速度が非常に遅かったためである。SNR phase で Fe を混合するには親星モデルを変更し、Fe の膨張速度をより早くしなければいけないことが分かった。本発表でその詳細を報告する。

## B-15 非対称な超新星爆発における物質混合 - $^{56}\text{Ni}$ が高速度領域へ運ばれる条件の探査

九州大学<sup>A</sup>, 理化学研究所<sup>B</sup> 小野勝臣<sup>A</sup>, 長瀧重博<sup>B</sup>, 伊藤裕貴<sup>B</sup>, LEE, Shiu-Hang<sup>B</sup>, MAO, Jirong<sup>B</sup>, 橋本正章<sup>A</sup>, TOLSTOV, Alexey<sup>B</sup>

超新星 1987A の観測から、爆発の元素合成で生成された  $^{56}\text{Ni}$  が予想より遥かに外側に運ばれていることが分かった。これは  $^{56}\text{Ni}$  を外層へ運ぶ物質混合が起こったことを意味する。物質混合のメカニズムとして流体不安定性が有力だと考えられ、近年になって高解像度な流体数値実験に基づき、観測の一部を説明する物質混合モデルも報告 (Kifonidis et al. 2006) された。しかし何が最も本質的か理解されていない。本研究では、観測を説明する物質混合モデルを探査するため、非球対称爆発に基づく 2 次元の高解像度流体数値実験を系統的に行った。その結果、大局的に非球対称でかつ衝撃波がクランプ状の構造をもつ爆発の場合のみ、観測に近い  $^{56}\text{Ni}$  の速度が得られることが分かった。



## B-16 “周回振動エネルギー”と”加速量”

日本文理大学工学部機械電気工学科<sup>A</sup> 竹本 義夫<sup>A</sup>, 島元 世秀<sup>A</sup>

### 1. 電子の周回振動エネルギー

(a)(プランク定数による) 光の「エネルギー・運動量」と「振動数・波長」の関係

$$E = h\nu, \quad P = \frac{h}{\lambda} \left( \frac{E}{c} = P \therefore \lambda\nu = c \right)$$

(b)(周回する) 電子・物質波の「エネルギー・運動量」と「振動数・波長」の関係

$$E = ?h\nu \text{ (対応なし)}, \quad P = \left( = \frac{m_e c (\frac{v}{c})}{\sqrt{1 - (\frac{v}{c})^2}} \right) = \frac{h}{\lambda} \left( \frac{E}{c} \text{ or } \frac{E}{v} = ?P \text{ (不明)} \therefore \lambda\nu = ?c \text{ or } v \text{ (不明)} \right)$$

⇒電子のエネルギーに代わるものとして“ $E'$ :周回振動エネルギー”を導入する。(新しい概念)

$$E' = \left( = \frac{m_e c^2 (\frac{v}{c})^2}{\sqrt{1 - (\frac{v}{c})^2}} \right) = h\nu, \quad P = \left( = \frac{m_e c (\frac{v}{c})}{\sqrt{1 - (\frac{v}{c})^2}} \right) = \frac{h}{\lambda} \left( \frac{E'}{v} = P \therefore \lambda\nu = v \right)$$

(\*エネルギー、運動量共に電子の運動に還元される。)

### 2. 電子の加速量

(a) 加速度  $\alpha = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2 \mathbf{r}}{dt^2}$ 、4元加速度  $\begin{pmatrix} \alpha_t \\ \alpha \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{du_0}{d\tau} \\ \frac{d\mathbf{u}}{d\tau} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{d^2 ct}{d\tau^2} \\ \frac{d^2 \mathbf{r}}{d\tau^2} \end{pmatrix}$

(b) 4元加速度に代わるものとして“加速量”(電磁場)を導入する。(電磁場の新しい解釈)

$$\frac{d}{d\tau} \begin{bmatrix} \frac{dct}{d\tau} \\ \frac{d\mathbf{r}}{d\tau} \end{bmatrix}^- = \begin{bmatrix} E_t \\ \mathbf{E} - ic\mathbf{B} \end{bmatrix}^+ \frac{e}{m_e c} \begin{bmatrix} \frac{dct}{d\tau} \\ \frac{d\mathbf{r}}{d\tau} \end{bmatrix}^- \quad \cdot \cdot \text{4元加速度}$$

$$\frac{d}{d\tau} \begin{bmatrix} \frac{dct}{d\tau} \\ \frac{d\mathbf{r}}{d\tau} \end{bmatrix}^- \begin{bmatrix} \frac{dct}{d\tau} \\ \frac{d\mathbf{r}}{d\tau} \end{bmatrix}^{-,-1} = \frac{e}{m_e c} \begin{bmatrix} E_t \\ \mathbf{E} - ic\mathbf{B} \end{bmatrix}^+ \quad \cdot \cdot \text{加速量 (静止状態から)}$$

詳しくは <http://www.nbu.ac.jp/~takemoto/genko.html>

## B-17 回転リンク上のカーリング

長崎大 J F P<sup>A</sup> 後藤信行<sup>A</sup>

外力を受けず、内力によって変形しながら回転する物体の運動にも角運動量の保存則が成り立つ。つまり、回転している物体が収縮すると、回転の角速度が大きくなる。フィギュアスケートで見られるこの現象を、次のような手順で直感的に理解することを試みる。☒上から見て左回転しているリンク上でのカーリングを考える。☒慣性系から見れば、リンクの回転の有無にかかわらず、ストーンは等速直線をする。☒しかし、リンクが回転している場合、リンクに取り付けた回転座標系からみれば、コリオリの力のため進行方向に対して右に曲がる。☒以上をパソコンを用いてバーチャル実験を行う。☒次に思考実験を行い、回転しているリンク上に直線の氷の溝を掘り、ストーンをその中で滑らせる。☒ストーンは氷の溝の壁に力を及ぼし、リンクの回転の角速度がが変わる。☒ストーンが回転中心から遠ざかろうとすると回転の角速度は遅くなり、中心に近づくと、早くなる。☒以上を実際に体験する。ダンベルを手持って、回転椅子に座り、回転しながら手を広げた状態から手を縮めると回転が速くなる。☒変形しながら回転する物体についての角運動量保存則が、コリオリの力から定性的に説明できる。



## B-18 現在の理科教育における放射線の取扱いの研究

福岡教育大<sup>A</sup> 山根悠希<sup>A</sup>, 松崎昌之<sup>A</sup>

平成 20 年改訂の中学校学習指導要領には、放射線に関する教育が追記されているが、平成 24 年度発行教科書や文部科学省発行副読本では、内容が不十分、会社により内容が大幅に異なる等の問題点がある。そこで本講演では、平成 24 年度発行の教科書、副読本を分析、問題点を提示し、中学校の理科教育における放射線教育の今後について考察する。

全体的な印象として、原子力発電の内容の取扱いについて、教科書では放射線と原子力発電との関連性が、副読本では原子力発電の内容自体が、非常に欠落している。事故が起こった今となっては、原子力発電所の内容も含む必要がある。

平成 24 年度発行教科書 5 社の内容を比較検討した結果、放射線の危険性、原子力発電所事故、放射線の特徴的な性質（半減期等）、被ばくの種類、人体の影響に伴う健康被害、人体での透過度、等が、副読本には、原子力発電所事故の記述、低線量被ばくの健康被害、危険性や生物への影響、等の記述に問題点が見受けられた。

上記問題点の根幹は、中学校学習指導要領にあると考えられる。具体的に何を指導すべきか、軸が非常に曖昧であり、なぜ放射線教育を行うべきなのかが明確になっていない。教育は、可能な限り中立的立場に立つべきであり、主観が入りすぎてはいけない。主観が混在した結果が風評被害だと考えられる。放射線に関する教育は、現在そして未来のエネルギー、経済、雇用、貿易等の様々な問題に関わることである。故に、放射線と人体の影響、食品と放射線の関係等も学習していきたい内容である。正しい知識でもって判断ができる人を 1 人でも多く育てることが、放射線教育を通じた理科教育にとって重要である。

## B-19 久留米工大における物理駆け込み寺の試み

久留米工大<sup>A</sup> 巨海玄道<sup>A</sup>, 中村文彦<sup>A</sup>, 野田常男<sup>A</sup>

現在私立大学の約 4 割は定員割れを起こしている。そのような大学はいきおい全受験者を合格させ（いわゆる全入大学）経営基盤を固めようとしており、また生き残りをかけて多くの魅力ある（一見）教育システムの構築を目論んでいる。その典型の一つが学習支援センターの設置であろう。久留米工大（以下本学と略）は入試偏差値が 40 程度で学生の学力レベルは低いのもう一つの特徴として「学力の分布」が広いことがあげられる [1]。これは本学における授業を更に難しくしている。学力が低い学生は支援センターに来て質問等を行い、学力向上に努めるべきであろうがそのような事はまづありえない。学力の低い学生は一般に多くのことに無関心で意欲に欠けるからである [2]。したがってこのような学生に自発的な学習を期待するのは無理である。むしろ学習へのきっかけが大事であろう。

今般本学では子のようなことに鑑み、講義と密接に関連した学習システムの構築あるいは学びの場を作るため、試みに「物理駆け込み寺」を作り、講義で理解できなかった学生のケアをすることにした。このシステムの背景と実態について報告したい。

参考文献

[1] 巨海玄道、第 60 回九州地区大学一般教育研究協議会議事録（平成 24 年 3 月）p.91

[2] 巨海玄道、第 62 回九州地区大学一般教育研究協議会議事録、to be published.