会場B

領域2,13,宇宙線·宇宙物理領域

B-2 基板入射熱流束測定用サーマルプローブの作製

長崎大学大学院生産科学研究科^A,長崎大学工学^B<u>北川博章</u>^A,嶺健二^A,篠原正 典^A,松田良信^B

スズ添加酸化インジウム (ITO) に代わる透明導電膜材料として、金属添加酸化亜鉛(ZnO) が最 近注目されている。我々は高品質な Al 添加 ZnO(AZO) 薄膜を成膜するためのプロセス技術の確立 を目指し、誘導結合プラズマ (ICP) でプレーナマグネトロンを支援することを試みている。これ までに本方法により、透過率 80% 以上、抵抗率 $10^{-3}\Omega\cdot cm$ 程度の薄膜が得られている。本プロセ スにおけるプラズマ・表面相互作用を明らかにする上で、基板入射熱流束の把握は重要である。そ こで、今回温度平衡型サーマルプローブ (TP) を作製し、動作確認試験を行った。TP 本体は銅板 (厚さ:0.1 mm)、セラミック棒 (半径 6 mm、長さ:10 mm)、アルミ棒 (半径:6 mm、長さ:300 mm) で構成し、銅板とセラミック棒の接合部分から軸方向に4 mm、セラミック棒とアルミ棒の 接合部分から軸方向に 10mm の位置の温度差を熱電対で測定する構造である。また、セラミック 棒とアルミ棒の側面はプラズマによる影響を防ぐために、テフロン、アルミナ、ステンレスで覆わ れている。銅板は真空容器中でプラズマに晒され、アルミ棒のもう一方の端部は真空容器外にあり 水冷している。熱流束密度 J $[{
m W}\,{
m m}^{-2}]$ は $J=-k\Delta T/\Delta x$ の式で評価した。ここで、 $\Delta T/\Delta x$ はセ ラミック棒における定常状態での温度勾配であり、k=1.6 WK⁻¹m⁻² はセラミックの熱伝導率で ある。まず、1次元の熱拡散方程式を用いてプローブの温度分布の時間発展を調べたところ、100 s 程度の時定数で熱平衡に達することを確認した。講演では、シミュレーション結果と実験結果と の比較を行い、基板入射熱流束を定量的に評価した結果を報告する。

B-3 基礎教育をシルバーに任せてよいか

元長崎大学環境科学部^A後藤信行^A

特色ある大学や学部が求められる時代に、基礎分野に人員を割く余裕などないのか、ここ十数年 の間に物理学や数学の大学教員数が激減している。その結果、入試の出題員の不足などの支障をき たしているが、特に深刻なのは入学後の基礎教育であろう。学生の物理学や数学の学力は目に余る ものがある。その対策として、大学は定年退職者の活用を考えているようだが、当分はそれでやっ ていけても、理学部などの基礎学部のない大学では、やがて基礎教育関係の定年退職者もいなくな る。その後は専門教育にしか関わったことのない定年退職者が基礎教育を行うことになろう。それ ぞれの分野の専門家であれば物理や数学の基礎的な知識はあるのだから、餅屋でなくても餅ぐらい 誰でもつくれるだろうか。 理科離れ、物理離れの対策として科学の祭典などのイベントが各地で 行われている。長崎大学でも、下村氏のノーベル賞受賞を機に今年から小中高生を対象にした未来 の科学者養成講座を開催している。しかし、それに参加している生徒たちが大学に入ったとき、充 実した大学教育が受けれなければ無意味となろう。 大学教育が単にノウハウやハウツーだけを教 えるだけなら、大学に基礎教育は必要ないだろう。しかし、そこから独創性が生まれるだろうか。 基礎教育は文字通り、あらゆる分野の基礎となる重要な教育である。非正規雇用の非常勤に任せる のではなく、そのための正社員を雇うべきではないだろうか。

B-4 マクスウェル型重力場方程式について

熊本県^A 那須俊一郎^A

1.アインシュタインの重力場方程式を弱い場で近似すると、マクスウェル方程式と同型の重力場方 程式を得ることができる。divEg=-ρm/εg,divBg=0,rotBg=-μgjm+ $1/C2 \cdot \delta Eg/\delta t, rot Eg = -\delta Bg/\delta t, ここで、Egは重力場, Bgは重力磁場, \rhom$ は質量密度, j mは運動量密度, ε g = 1 / 4 π G, μ g = 4 π G/C2, C2 = 1 / ε g μ g,G は重力 定数,Cは光速度定数,また、重力スカラーポテンシャルをφg、重力ベクトルポテンシャルをA gと置くと、Eg=-grad ϕ g- δ Ag/ δ t, Bg=rotAgが成り立つ。2,この方程式 は、欧米の物理学者によって、1990年代以降、GEM方程式(GravitoElectroMagnetism)と 呼ばれ、重力研究の最新のアイテムとなっている。ここでは、2つのグループの研究を紹介する。 (1)M.Tajmar and C.J.de Matos のグループの研究, (2)Raymond Y.Chiao のグループの研究. 3、竹本義夫教授は、電磁場は電磁ポテンシャルの微分から導かれるという理論(四元ベクトル積) を、重力場の導出にも使うことを提唱している。 (1) 重力ポテンシャルの微分=E gt(重力場の 時間成分), Eg-icBg(重力場の空間成分).(2)重力場の微分から、Egt(重力場の時間 成分)を付加したマクスウェル型重力場方程式が導かれる。 (3) この方程式の空間成分を、一般 相対性理論以前に最初に導いたのはヘビサイドである。(それを再発見したのはフランスのカース チュー)それで、マクスウェル型重力場方程式(空間成分)のことをヘビサイドの重力場方程式と 呼ぶことを提唱したい。

熊本大学自然科学研究科 A 馬場多聞A, 甲斐隆志 A, 荒井賢三 A

B-5

銀河 NGC 4258 では中心から $r = 0.14 - 0.28 \, \text{pc}$ の領域で強力な水メーザー放射が観測されている. このメーザー源の運動からメーザー領域で円盤はケプラー回転し中心には質量 $M = 3.9 \times 10^7 \, M_{\odot}$ のブラックホールがあることがわかっている.また、NGC 4258 は 2 – 10 kev の X 線観測から $L = 4 \times 10^{42} \, \text{erg s}^{-1} \sim 10^{-5} L_{\text{Edd}}$ と光度が比較的低いこともわかっている.我々は、NGC 4258 の光度が低い原因は降着円盤の質量降着率が低いためであると考え、そのモデルを構築し放射スペクトルを計算している.

質量降着率が低い系における降着円盤は移流優勢降着円盤に分類される. 降着円盤は粘性過程を 通じて重力エネルギーを開放することによって光り輝くが,移流優勢降着円盤では粘性によって生 じたエネルギーは円盤からほとんど放射されることなく円盤中に蓄えられ内部へ移流されるため光 度が低くなる. 円盤は低密度で高温なプラズマから構成される. 従って,プラズマ中のイオンと電 子は十分クーロン衝突によるエネルギー交換を行うことができず熱平衡とならない. 更に,放射に よって電子のみが冷却されるため円盤中のプラズマは2温度となる. 我々はイオンと電子のクーロ ン衝突によるエネルギー交換と制動放射,シンクロトロン放射,逆コンプトン散乱による冷却のバ ランスから電子の温度を決定し,スペクトルを計算した. 本研究では,このモデルを NGC 4258 に適応する.

B-6 自己重力による加熱を考慮した降着円盤モデル

熊本大・院・自然^A 甲斐隆志^A, 荒井賢三^A

活動銀河 NGC 4258 では中心からの距離 r = 0.14 - 0.28 pc の領域で H₂O メーザーが観測され ており、メーザー源が精確な Kepler 回転をしていることなどから幾何学的に薄い降着円盤の存在 が示唆されている。

この領域の円盤では鉛直方向の自己重力が無視できず、重力不安定性を考慮することが必要である。我々はこれまでに、重力不安定性に起因する self-regulation 機構による限界安定状態を仮定し、 さらに粘性加熱 *Q*⁺_{vis} と放射冷却 *Q*⁻_{rad} によるエネルギー平衡が成り立つとしてモデルを構築した。

 H_2O メーザーを生じるには温度 $T \sim 数 10^2$ K,水素の個数密度 $n(H_2) \sim 10^7 - 10^{10}$ cm⁻³ 程度 の状態が必要と考えられ、我々のモデルにおいても同程度の温度・密度を得ることができたが、粘 性パラメータ α は通常考えられている $\alpha < 1$ を大きく上回ってしまう矛盾が生じた。これはエネ ルギー平衡式に粘性加熱とは異なる要因による加熱を加える必要性があることを示唆している。

本研究では、自己重力に起因する加熱 Q_{sg}^+ が存在し鉛直方向の重力エネルギーに比例する、すなわち $Q_{sg}^+ = \gamma_3^4 \pi G \rho^2 H^3$ と仮定し、エネルギー平衡式を $Q_{sg}^+ + Q_{vis}^+ = Q_{rad}^-$ としてモデルを構築した。ここで、 γ は比例定数、G は万有引力定数、 ρ は密度、H は円盤の半分の厚みである。

中心ブラックホール質量 $M = 3.9 \times 10^7 M_{\odot}$, 質量降着率 $\dot{M} = 10^{-3} \dot{M}_{Edd} (\dot{M}_{Edd}$ は Eddington 質量降着率), $\alpha = 10^{-1}$ とし, γ を変化させて数値計算を行った結果, 自己重力優勢な領域では円 盤の温度は γ に依らず一定となり, 密度は γ を大きくすると r 依存性を失い一定となることがわ かった。また, メーザー発生条件を満足する温度・密度のとき重力不安定性は抑えられ, 円盤は安 定となることもわかった。

B-7 降着円盤内のガス塊での水素分子形成

熊本大学^A 富田美紀^A, 荒井賢三^A, 甲斐隆志^A

降着円盤内でガスの密度の高いところは自己重力により収縮する。そのガス塊中での水素分子形成 を調べる。そのために、ガス塊をポリトロープ(力学平衡にあるガス球)としてモデルを構築した。

静水圧平衡の式と連続の式を用い, $\rho = \rho_c \theta^n (\rho_c \, \text{tkg} \, \text{cheve})$ として状態方程式を仮定することでポリトロープ指数 *n* の Lane-Emden 方程式が得られる。その際, 無次元変数 $\xi(r \equiv \alpha \xi)$ を導入している。この式は,

$$\frac{1}{\xi^2}\frac{d}{d\xi}(\xi^2\frac{d\theta}{d\xi}) = -\theta^n$$

である。ここで θ に対する中心 ($\xi = 0$) での境界条件は

$$\theta(0) = 1,$$
 $(\frac{d\theta}{d\xi})_{\xi=0} = 0$

である。

この Lane-Emden 方程式を n = 1.5 について解き, 得られた $\xi \ge \theta$ を用いて密度と温度のモデル を作った。また, これらの表面境界条件 ($\rho = 0$) から ρ_c, T_c, p_c を決定した。

$$\begin{split} \rho_c &= -\frac{M\xi_1}{4\pi R^3 (\frac{d\theta}{d\xi})_{(\xi=\xi_1)}}\\ p_c &= \frac{1}{4\pi (n+1)} [\frac{1}{(\frac{d\theta}{d\xi})_{(\xi=\xi_1)}}]^2 \frac{GM}{R^4} \end{split}$$

B-8 相対論的磁気リコネクションの数値計算

熊本大学大学院自然科学研究科 A 森野了悟A

磁気リコネクションは太陽フレアや磁気圏 サブストームなどの爆発現象における基本的 なエネルギー解放機構である。最近ではブラッ クホールの近傍においても磁気リコネクション が頻繁に起きていると示唆されている (Koide 2010)。このブラックホール近傍で起こると期待 される相対論的磁気リコネクションについて相 対論的抵抗性 MHD(RRMHD) コードによる数 値シミュレーションが Watanabe & Yokoyama (2006) により行われた。それにより outflow 速 度が inflow 領域での Alfven 速度に達し、相対 論的場合にも、より速い Alfven 速度はより高 いリコネクションレートを与えることが分かっ た。

本研究では先行研究で考慮されなかった縦磁 場のある場合を数値シミュレーションにより 調べ、リコネクションレート、outflow 速度へ の効果を明らかにする。図は縦磁場なし (左) と縦磁場を加えた場合 (右)の同時刻におけ る密度分布 (濃淡)と磁力線 (実線)を示す。



B_9 コラプサーモデルに基づく大質量星の磁気回転爆発と重元素合成

九大理^A, 熊本電波高専^B, 国立天文台^C, 早大理工^D 小野勝臣^A, 橋本正章^A, 藤 本信一郎^B, 固武慶^C, 山田章一^D

γ線バーストはその放射のエネルギーが 10⁵¹ erg にもなる高エネルギー天体現象である。しかし、 その膨大なエネルギーを生み出すための中心エンジンはまだよく分かっていない。有力な候補と して、ブラックホールと降着円盤の系からのジェット状爆発(コラプサーモデル)が提唱されてい る。爆発の際には、通常の超新星爆発と同様に r, p-process などの重元素合成過程が起こる可能性 があり、生成された元素は、爆発前の恒星進化過程で生成したものと一緒に星間空間に放出される と考えられる。しかしながら、これまでのコラプサーモデルにおける元素合成計算では、元素合成 過程を特定した(恒星進化段階での元素合成を含まない)部分的な議論しかなされていなかった。

本研究では、コラプサーモデルに基づく、星の磁場と回転の効果によって形成されたジェット状 爆発における重元素合成計算を行った。恒星進化過程における元素合成計算の結果も総合するこ とで、放出物質全体の組成を太陽系組成と比較した。コラプサーモデルは2次元の磁気流体シミュ レーションを行い構築したものを用いた。元素合成計算には最大で4500核種を含む大規模な核反 応ネットワークコード用いて行い、今回は、2つの異なる質量公式の元素合成への影響も調べた。

その結果、質量数 60 < A < 200 までの元素が太陽系組成比より $10 - 10^3$ 倍の間で多く生成さ れることが分かった。講演では得られた結果をもとに、爆発モデルに対して議論を行う。

B-10 ニュートリノを考慮した超新星爆発シミュレーションと r-process 元素合成

九州大学^A,国立天文台^B,早稲田理工^C<u>猿渡元彬^A</u>,橋本正章^A,固武慶^B,山田 章一^C

超新星爆発は星の進化の最終段階でみられる大爆発現象で、ニュートリノや重力波など様々な話題 に関わっている重要な現象である。しかしその詳細なメカニズムは未だ理解されていない。超新星 爆発メカニズムについて、近年ではニュートリノが重要な働きをすると考えられており、様々な研 究がなされている。²³⁸U などの中性子過剰な重元素は超新星爆発時の *r*-process 元素合成などに よって生成されると考えられており、現在のところ太陽系組成の3つのピークを再現させることが 元素合成研究の重要な課題となっている。 そこで我々は回転と磁場をパラメータとして、いくつ かのモデルを Leakage scheme と呼ばれる手法を用いてニュートリノを取り扱うことによって磁気 駆動型超新星爆発シミュレーションを行った。そこで爆発したモデルに関して *r*-process 元素合 成を2つの質量公式を用いて計算し、太陽系組成と比べた。公園では特に第3ピークの再現に注目 し発表する。

B-11 超新星残骸 Cassiopeia A における流体不安定性

九大理^A, 京大^B, 国立天文台^C, 早大理工^D, 山梨大^E 松尾康秀^A, 橋本正章^A, 小野勝臣^A, 長滝重博^B, 固武慶^C, 山田章一^D, 山下和之^E

超新星残骸とは、星が超新星爆発を起こした際に生じた衝撃波によって周囲の物質が加熱され、明 るく輝く天体のことであり、銀河系内でも 200 個以上観測されている。近年、比較的近傍に存在す る超新星残骸に対して高解像度な観測が多数、行われている。これら多くの観測の中で、我々は超 新星残骸中の元素分布に注目した。観測されている超新星残骸の元素分布は多くの場合、非球対称 な分布をしており、さらに超新星残骸 Cassiopeia A(Cas A)ではより重い Fe が Si の外側で観測 されている。このような元素分布の観測は、超新星爆発の非球対称性を示唆し、また Cas A にお いては、Fe 層と Si 層が激しく混合されたことを示唆している。しかしこのような残骸中における 物質分布についての議論はこれまでほとんどされてこなかった。

そこで本研究では残骸中の元素分布、特に Cas A で見られるような Fe 層、Si 層の物質混合に注目した。超新星残骸の元素分布を議論するため、超新星爆発直後から残骸形成に至るまでの計算を行った。星周物質は、RSG(red supergiant) wind のみ及び、RSG wind + WR(Wolf-Rayet) wind からなる分布を考慮した。今回は特に、星周物質の違いによる Fe 層と Si 層の物質混合に注目した。

球対称シミュレーションの結果、星周物質に WR wind が存在する方が Fe、Si 層は現在の Cas A 形成以前に混合を受けることが予測される。reverse shock 付近は、Rayleigh-Taylor 不安定性により激しく物質混合が起きている領域である。WR wind が存在すると Fe-Si 境界面がこの reverse shock に衝突するため、より早く Fe、Si 層が混合を受けるのである。本発表ではその詳細を報告 する。

B-12 大質量星におけるs過程元素合成の不定性

九大理^A 菊池之宏^A,橋本正章^A,小野勝臣^A

恒星では主系列段階でH燃焼が起き、He コアを形成する。質量が太陽質量の8倍以上の恒星は He 燃焼や C 燃焼などの熱核燃焼過程を経て中心に Fe コアを形成する。He 燃焼段階では 22 Ne $(\alpha, n)^{25}$ Mg 反応により中性子が放出される。この中性子を捕獲し不安定核になった重元素が β 崩壊を起こし 安定になる。こうして元素が質量数を増加しながら重い元素を形成していく過程を s-process という。s-process では最大で Bi まで合成されると考えられる (Rauscher et al. 2002)。進化過程で の s-element は超新星爆発時の元素合成に大きく影響を及ぼすことが知られている。大質量星進 化の s-process を含めた元素合成計算を行わなければ、超新星爆発による元素合成や銀河の化学 進化を正しく理解することはできない。

そこで今回は恒星進化と元素合成の数値計算を行い、s-process が大質量星の元素合成に与える 影響を調べた。主系列星段階での質量が $10\sim70M_{\odot}$ である恒星が形成する He コアを初期値とし た。球対称進化コードに小規模なネットワークでの元素合成計算を組み込だ恒星進化計算を行い、 それによって得られた温度、密度の時間発展を基にs-process を含めた大規模なネットワークによ る元素合成計算を行った。本発表では得られた結果と太陽系組成を比較し議論する。

B-13 X線バーストに対して 3 α 反応率が与える影響

九州大学理学府物理学専攻宇宙物理理論^A,北海道大学理学部宇宙物理^B 辻本英之^A,橋本正章^A,野田常雄^A,藤本正行^B

3α反応は、天体物理学において最も基本的な原子核反応の一つであり、その反応率は、元素合成 だけでなく天体の温度進化や密度進化にも影響するので、正確な反応率を知ることは関係する天体 現象の物理を議論するうえで非常に重要である。近年、3α反応の低温領域における反応率が、従 来考えられていたものに比べかなり大きくなるといった研究がなされた (Ogata et al.2009)。この ことが恒星進化 (Dotter et al.2009) や TypeIa 超新星 (Saruwatari et al.2009) に与える影響につい てはすでにいくつかの研究がなされ、それらによると新しく報告された反応率は観測事実と一致し ないという結論がなされた。3α反応率が影響を与える現象として上記以外に TypeI-X 線バース トがある。TypeI-X 線バーストは中性子星に周りの降着円盤から水素やヘリウムが降り積もり、周 期的に増光を繰り返す現象である。我々は、新しい3α反応率がこの現象に与える影響、特にバー ストの繰り返しの周期、について X 線バースト進化計算コードを用いて考察を行う。従来の反応 率を用いた場合の結果と比較し新しい反応率の妥当性などについて議論を行う。

B-14 大学全入時代の物理学実験の試み

九大理^A, 久留米工大教育創造^B, 久留米工大創造工房^C 野田常雄^A, 巨海玄道^B, 野口聡仁^C

大学全入時代と呼ばれるようになってしばらくたつが、近年の大学における学力低下が甚だしい。 特にすでに全入状態となっている大学では、その効果は顕著である。高校教育で基礎的な理科の知 識を身につけていない学生に物理学実験をさせなければならない事態となっている。

今回、久留米工業大学における物理学実験を、既存のカリキュラムからより簡単なテーマへと変 更を試みた。既存のテーマは、通常の大学の教養課程で行うものと大差なく、要求される基礎知識 が高いため、高校時代及び大学初年次時代に物理学を理解していない学生にとっては非常に敷居が 高いものであった。そのため、実験を行い考察に至る過程が、ただ測定値を穴埋めすれば求めたい 量が出てくるという状態であった。このままであれば、課題の消化は可能ではあるが、実験を行っ たことでわかった結果や、その結果に至るプロセスについての理解は不可能になり、自然の仕組み を知る喜びやいわゆる知の営みの機会を失うことになる。より簡単なテーマであっても、仕組み・ 原理を理解した上で実験を行うことで、基礎的な物理の知識が乏しくとも、物理的な考え方の理解 は進むと考えられる。

今回は、この物理学実験の改変の方法と効果について報告する。

B-15 ダイヤルゲージを用いたヤング率の測定

久留米工業大学教育創造^A 篠田啓介^A, 巨海玄道^A

ダイヤルゲージを用いたヤング率の測定久留米工大・教育 篠田啓介、巨海玄道

物理学実験のテーマの一つに、ヤング率の測定がある。代表的な実験装置として Ewing の装置 がある。この装置は、光てこ、望遠鏡とスケールを組み合わせたもので金属棒のたわみを測定する ことによりヤング率Eを求めるものである。たわみ量δhを求めるためには、望遠鏡の視野中の 目盛りの変化量るS、光てこの鏡面とスケールの距離、光てこの脚の長さの3つの測定が必要とな り、精密測定のためかなり熟練と時間を要する。これは、金属棒のたわみ量が非常に小さく測定が 難しいためである。今回δhをダイレクトに、精度よく測定する装置としてダイヤルゲージの使用 を試みた。これを用いたヤング率の測定と、他の実験 (ここでは Ewing の装置を用いた実験) との 間で、実験結果の精度の具合、実験にかかる時間、実験者の各実験に対する感想等を比較検討し、 ダイヤルゲージを用いたヤング率の測定における利点について調査を行った。この結果、実験の 精度については Ewing の装置を用いて測定した場合ヤング率 E の複数の学生の測定による平均値 は、真鍮の場合 E = 10.61 × 10 10 [N/m 2](文献値: E = 10.06 × 10 10 [N/m 2])、銅の場 合 E = 14.64 × 10 1 0 [N/m 2](文献値: E = 12.98 × 10 1 0 [N/m 2]) であった。一方、ダイ ヤルゲージを用いた実験を行った場合の平均値は、真鍮の場合 E = 10.94 × 10 1 0 [N/m 2]、銅 の場合 E = 12.61 × 10 1 0 [N/m 2] となった。銅の場合は、ダイヤルゲージを用いた方が文献値 にやや近いようである。この結果から光てこと、ダイヤルゲージを用いた方法で得られたEの値に は大きな違いはないことがわかった。しかし、実験に要する手間や時間については両者に顕著な違 いがあった。これらの詳細はついても当日報告する。

B-16 大学における理数系リメディアルの為の e-Learning 教材作成ツール の開発

大分大学工学部^A, 別府大学短期大学部^B 近藤隆司^A, 後藤善友^B

多くの大学で初年時にリメディアル教育を実施している。理数系科目に関して言えば、計算問題等の基礎的な内容で e-Learning を有効に活用可能ではないかと予想されるが、実際に利用するにあたっては幾つかの問題点がある。そのひとつに受講者に課せる問題の形式が限定されるという点が挙げられる。一般的に e-Learningの回答形式は数値入力か選択肢からの択一である。数式を用いた回答は利用できない。そのため数式による回答形式の問題は、数値入力による回答形式に書きかえるか、あるいは利用を諦めざるを得ない。教育効果の向上と、これまでの教育資源の有効利用の観点から、数式を用いた回答を e-Learning で手軽に活用できるようになることが望ましい。

今回,数式による回答に対応した e-Learning 教材を作成するツールを開発した。作成され た教材は,数式処理システム(MAXIMA)に よって、数式を採点する機能を有し、加えて SCORMに対応している。これにより、これま で講義で使用してきた紙媒体の問題などを、そ のまま e-Learning コンテンツとして活用でき るようになった。また各大学に導入されている 様々な e-Learning システムに SCORM 教材と して容易に取り込むことが可能になった。

当日は、教材作成ツールの概要や、 実際に授業で使用した時の学生の反応等について報告する予定である。

クーロンの法則 教科書から:クーロンの法則を式で表そう。Q1とQ2を2つの点電荷の 電気量、rを2つの点電荷の距離とすれば、点電荷間の電気力の大きさ Fは次のように表される。		
$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \tag{1}$	答(1	$\frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$
下付の文字はQ[1]と入力します。2乗はr [*] 2と入力します。複数の項 を分子に載せたいときには (A*B)/Cのように括弧で分子を囲みます。		
#= X= @IP kanaike susi oita-u ac in	소설금 가 내 1 년	未採占 輕占

B-17 中国と日本の理科教育一その相違点と類似点一

長崎総合科学大学 А 井手義道А

上海・北京・長春・西安・新郷等で1999年から小・中・高・大学・科学技術館など通算50回以 上の授業・講演を行っている。児童・生徒および教師・校長が授業に対して大変熱心で学習内容も レベルが高い学校がある。例えば西安交通大学付属小1・2年生の児童が日本の中・高校レベルの 内容を学習している。北京市内の中学校では学校単独で「科学博物館」を持ち生物の教師は大学と 協力して人間の癌細胞の研究を行っている。この「科学博物館」には恐竜の骨格・卵の化石ほか物 理・化学・生物・地学の領域があり日本の県・市の「科学館」と同じかそれ以上のレベルである。 国あげて創新教育を実施し小学校から大学まで熱心に取り組んでいる。工作室や創新実験室があり 物作りをしている。

ー般的に小学生から大学生まで日本よりよく勉強している。例えば大学では球・円板・円環の慣 性モーメントの値をすらすらと言うことができ基礎力がある。中国では日本と違い児童生徒・学生 は理科が大好きのようである。昔から「物理・化学・数学を勉強して能力をつけると世界中のどこ に行っても成功する」ということわざがある。高校のトップクラスの生徒は「理学部や工学部」へ 進学する生徒が多く科学者・技術者を目ざしている。勿論「医学部」へ進学する生徒もいる。

私と中国・東北師範大学・韓長明教授とが協力して西安市内の2つの学校に「中日友好創新教育 実験室」を設立した。 両国の科学技術の共通の場として発展することを願っている

参考資料: 井手義道 青野 修 : 物理教育 第57巻(2009) 第2号

B-18 重力方程式の解釈について

日本文理大学工学部機械電機工学科 А 竹本義夫А

電磁力と同様のメカニズムより重力の方程式を得て、更にその方程式を解釈する。
(A) 重力の発生(重力源は静止しているものとする。)、A = 0
(i)(電磁 (重力) 場とポテンシャルの関係) ・・ "+, -" はローレンツ変換不変を表す。

$$\begin{bmatrix} E_t \\ \mathbf{E} - icB \end{bmatrix}^+ = \begin{bmatrix} \partial ct \\ -\partial \mathbf{r} \end{bmatrix}^- + \begin{bmatrix} \phi \\ -cA \end{bmatrix}^+, \phi(=U) = \frac{G}{c^2} \frac{M}{r}$$
(ii)(クーロン・ローレンツ力)

$$\begin{bmatrix} F_t \\ \mathbf{F} \end{bmatrix}^- = \begin{bmatrix} E_t \\ \mathbf{E} - icB \end{bmatrix}^+ - \begin{bmatrix} q \\ \frac{\mathbf{i}}{c} \end{bmatrix}^-, q = q_0 \frac{u_t}{c} \frac{\mathbf{j}}{c} = q_0 \frac{\mathbf{u}}{c}$$
(B) 重力の方程式(相対論不変) $\theta = \frac{\pi}{2} - i\Omega(赤道上) \Omega : 虚角 (公転のスピード)$

$$\begin{bmatrix} \frac{d^2ct}{d\tau^2} = -\frac{M_G}{r^2} \frac{dr}{d\tau} \frac{dct}{d\tau} \cdots (1) \\ \frac{d^2r}{d\tau^2} = -\frac{M_G}{r^2} \frac{dr}{d\tau} \frac{dct}{d\tau} - \sinh\Omega \frac{d\phi}{d\tau})^2 - (r\frac{d\Omega}{d\tau})^2 \} \cdots (2) \\ \frac{d}{d\tau} (r^2 \cosh\Omega \frac{d\phi}{d\tau}) = (\frac{M_G}{r^2} \frac{dct}{d\tau} - \sinh\Omega \frac{d\phi}{d\tau})(r^2 \cosh\Omega \frac{d\phi}{d\tau}) \cdots (3) \\ \frac{d}{d\tau} (r^2 \cosh\Omega \frac{d\phi}{d\tau}) = (\frac{M_G}{r^2} \frac{dct}{d\tau} - \sinh\Omega \frac{d\phi}{d\tau})(r^2 \frac{d\Omega}{d\tau}) \cdots (4) \end{bmatrix}$$
(C) 重力方程式の解釈 (詳しくは http://www.nbu.ac.jp/~takemoto/genko.html)

$$\begin{cases} \frac{dct}{d\tau} = C_0 e^{\frac{M_G}{r}} \cdots (1)' [(2 \pi \lambda \nu \mathcal{X} - (\vec{n} \mathcal{T} \rightarrow \nu \mathcal{Y} \nu \nu \pi \lambda \nu \mathcal{X} - \mathcal{E} \Rightarrow 0)] \\ (\frac{dct}{d\tau})^2 - (\frac{dr}{d\tau})^2 - \{(r\cosh\Omega \frac{d\phi}{d\tau})^2 - (r\frac{d\Omega}{d\tau})^2\} = c^2 \cdots (2)' [\mathcal{X} \wedge \mathcal{Y} \neg \mathcal{Y} - [(\mathbf{C} \otimes \mathbf{n} \Omega \frac{d\phi}{d\tau})(r\cosh\Omega \frac{d\phi}{d\tau}) \cdots (3) \\ \frac{d^2}{d\tau^2} (r \sinh\Omega) = (\frac{M_G}{r^2} \frac{dt}{d\tau})(r \cosh\Omega \frac{d\phi}{d\tau})^2 + c^2 \cdots (3)' [2 \boxed{R} \boxed{R} \boxed{R}$$

 $\left((r^2 \cosh \Omega \frac{d\phi}{d\tau})^2 - (r^2 \frac{d\Omega}{d\tau})^2 = C^2 \cdots (4)' [面積速度一定] \right)$