

現代の物理学と宇宙物理学 において、特に重要で面白い問題は何か？

V.L. ギンズブルク (アカデミー会員) / 小島 英夫訳 (静岡大学)

昨年、アメリカ物理学会の雑誌“Physics Today”の5月号に、ソ連邦の物理学者、アカデミー会員 V.L. ギンズブルクの論文が掲載された。その論文は、“物理学と宇宙物理学のどんな問題が、現在とくに重要で面白いか？”と題されていた。その論文は、あなた方、つまりこの雑誌の読者、特に学生諸君にも有益で興味深いものであると思われる。そこで、多少の変更を加えて、ここに掲載することにした。もし、術語や表現の中に、現在のあなたにとって理解できないものがいくつかあったとしても、驚かないで頂きたい。著名な学者による現代物理学の“肖像”は、きっとあなたの記憶に残り、さらにあなたの科学研究の方向の選択に影響するかもしれないのである一神のみぞ知る。

たぶん多くの人々は、若い物理学者が、有能な人達でさえも、狭い視野しか持っていないことに気付いているだろう。これらの物理学者は、ある難かしくて複雑な領域、たとえば場の量子論においては、詳細にいたるまで知っているだろう。ところが、超伝導あるいは強誘電性とはどんな性質なのか、中性子星の構造はどのようなものか、あるいは重力波の検出は見込みがあるのか、というような問題を彼らに尋ねても、答は得られないだろう。しかし、あれこれの問題の全般的なイメージを得るためには、多くの時間と労力を費す必要はまったく無い。その上、証明する必要もないことだが、視野の広さと情報量の豊かさは、自然であるばかりでなく（物理学は本当に面白い！）、研究で成功するためには非常に重要である。すなわち、純粋なプラグマチストにとってさえ、視野の広さと情報の豊かさは、目的とすべきことなのである。ここは、上述の状況の原因やそれを改善する一般的な方法を考察する場所ではない。ただ次のことだけは述べておこう。後の方の目的を達成するために、私は学生に対して特別の追加講義を企画して実行し、1971年に論文 [1]^{*} を公表した。そこには、当時私にとって特に“ホット”と思われた約20の問題が列挙されている。各々の設問(問題)について、短い説明(問題の本質、不明瞭な要因、など)をつけ、文献をあげた。基本的に私は若い世代に期待したので、経験をつんだ人々にとって

はまったく自明なことにも、十分に詳しい説明をした。特に私は、“最も重要で面白い問題”の任意のリストが主観的で制約のあることと、そのような問題だけに取組むことがすべての人に出来ることではないことを強調しておいた。それと同時に、私はこの一連の問題と設問の全体が、実際には種々の理由で選ばれていること——その潜在的な技術的重要性、特殊の不可解さ、などなどのために——を認識している。さらに、すべてを取扱うことは不可能なので、教育と視野を広げることのためだけでも、何らかの限られた範囲の問題領域を選ぶことが不可欠である。

私の論文 [1] とその後の出版物とに対して、若い物理学者がどんな態度をとったのかを、今までのところ、私は知らない。しかし私の同僚達は、一般にその論文を、何の感激もなしに受取った。耳に入ってきた非難を数え上げることは止めよう。しかし、私に言われたのではないが、次のようなものがあったのは確かである：このリストには批判的な人達が取扱っている問題がない；“したがって明らかに”このリストは悪い。私の古い友人が言ったことを思い出す：“もし君が、科学アカデミー会員に選ばれる前にこの論文を公表していたら、君はアカデミー会員には決してなれなかったろう”。たぶん、彼は正しかった。ともかく、私はある程度熱心に、私の“リスト”を作成し、考察してきた。それゆえ、論文 [1] はその後いくつかの分野を変更して、小冊子になった。その最新の(より広範な論文を集めた)版は、1985年に出版された [2]。現在、この本の新しいロシア語版を準備中である(この本が1991年中に出ることを期待している)。どの場合にも、本文は変更され、補足された。それは当然必要とされたことであったが、それにはマイナスの面もあった。

現在の私の“特に重要で面白い問題”のリストを、次に掲げる：

マクロ物理学

1. 制御核融合

^{*} この記事では、括弧に入れた数字で末尾に付した文献の番号を示している。

2. 高温超伝導, 超反磁性
3. 新しい物質 (金属水素およびいくつかの他の物質をつくる問題)
4. 固体物理学のいくつかの問題
5. 2次の相転移, および2次に近い相転移 (臨界現象). そのような転移の興味ある例.
6. 表面の物理
7. 液晶, 非常に大きな分子 (巨大分子) の研究.
8. 超強磁場中での物質のふるまい
9. X線レーザー (raser), γ 線レーザー (graser) および超強力レーザー (laser)
10. 非線形性の強い現象 (非線形物理学), ソリトン, カオス, ストレンジ・アトラクター, 乱流.
11. 超重元素 (極超ウラン元素), “エキゾチック核”

ミクロ物理学

12. 素粒子の質量スペクトル, クォークとグルーオン, 量子色力学.
13. 弱い相互作用と電磁相互作用の統一理論, W^\pm と Z^0 ボソン, レプトン.
14. 大統一理論, 陽子崩壊, ニュートリノの質量, 磁気モノポール (単極子), 超統一理論, スーパースtring (超ひも理論)
15. 長さの素量 (基本的長さ), 高エネルギーと超高エネルギーにおける粒子間相互作用
16. CP 不変性の非保存, 真空中と超強磁場中の非線形現象, 真空の相転移

宇宙物理学

17. 一般相対性理論の実験的検証.
18. 重力波
19. 宇宙構造論の問題, 宇宙構造論と高エネルギー物理学の関係.
20. 中性子星とパルサー
21. ブラックホール
22. 準星と星雲の核, 星雲の生成, 隠れた質量 (暗黒物質) とその検出の問題
23. 宇宙線と宇宙 X線および宇宙 γ 線の起源, 超高エネルギーの γ 線天文学
24. ニュートリノ天文学

一般的に言って, 考えれば分かるように, これらのテーマの名称が内容を語っている. テーマ4だけは, 説明を必要とする. ここには, 例えば次のようなテーマを入れることができるだろう: 金属的エキシトン (電子-正孔) 液体に関する問題. これは前のリストに取り上げられている. ここに入れるにふさわしい, 今日の切実な問題には次のものがある: 金属-誘電体転移, 電荷密度波とスピン密度波, 不



V.L. ギンズブルク (1916~), 理論物理学者, ソ連邦科学アカデミー会員 (1966~), レベデフ物理学研究所理論部主任. 量子電磁気学, 凝縮系光学, 超伝導, 超流動, 強誘電体, プラズマ中の電磁波, 宇宙線の起源, 宇宙物理学および一般相対性理論の各分野ですぐれた業績をあげている. 著書に, 「プラズマ中の電磁波伝播」(1960), 「宇宙線の起源」(1963), 「磁気プラズマ中の波動」(1970) などがある. 写真は1990年12月, 仁科シンポジウム (東京) で高温超伝導について講演する V.L. ギンズブルク博士.

整列半導体, スピンガラス, 量子ホール効果, メソスコピックなど. 固体物理学における問題と答は非常に多いので, それらをこのようなリストに並べることさえ恐らく不可能だろう. 時がたつにつれてその内容は変化し, その中のいくつかはリストから除かれ, 他のものが追加されることになるだろう. そういう訳で, 高温超伝導の問題は, 高温超伝導体が未だ作られていなかった1971年に, 既にリスト [1] に取り上げられている. しかし, 現在もこれは切実な問題であり, 見取図では室温超伝導の問題を取上げることもできる. この問題についての本の新しい版にも取上げたが, テーマ2の名称は変えなかった. その代り, 超反磁性, つまり超伝導体ではないが, 非常に大きな反磁性磁化率をもつ物質についての問題を付加した.

物理学者は誰でも, このリストにあげられたすべての問題における問題点について, 一応は知っているべきであると思う. 一般的な知識 (“公式なしの”) だけを持つことを考えているのだから, その目的は容易に達成されるだろう. 私のリストには絶対性がないことを, もう一度強調しておこう. それを金科玉条と考えることは, 科学の本質自体に矛盾することである.

文献

1. V.L. ギンズブルク, “物理学と宇宙物理学のどんな問題が現在とくに重要で面白いか?” Успехи Физических Наук (物理科学の成果), 1971.103.87.
2. V.L. ギンズブルク, 物理学と宇宙物理学について. モスクワ, ナウカ出版社, 1985.

(訳 こじま ひでお)