

トロピーは

$$S = \pi \left[ 2M^2 - Q^2 + 2M^2 \left( 1 - \frac{Q^2}{M^2} - \frac{J^2}{M^4} \right)^{1/2} \right]$$

となることがわかる。すると、その比熱は

$$C_{J,Q} \equiv T \left( \frac{\partial S}{\partial T} \right)_{J,Q} = -MTS^3 \left[ T^2 S^3 - \pi \left( J^2 + \frac{1}{4} Q^4 \right) \right]^{-1}$$

となる。 $J$  又は  $Q$  が大きくなると、 $C_{J,Q}$  は負から正に無限大の不連続性で変化する。この変化は第2次相転移である。

B. H. のエントロピーが通常のそれと異なっているのは次の点である。B. H. のエントロピーは全時空にわたる global な概念であり、それを部分系に分割することはできない。また、B. H. の温度が零 ( $J^2 + Q^2 M^2 = M^4$ ) の時でも、そのエントロピーは零でないし、等温過程によって結びつけられる状態間にもエントロピーの差異が残ってしまう。つまり、通常の熱力学第3法則の定式化は成立しない。

B. H. は自分自身の重力によって独特の熱力学的系になっているが、星のような重力平衡系の場合とどの程度類似した熱力学的性質を持っているかは興味ある問題である。

参考文献としては多数の論文があるが、

P. C. W. Davies, "Thermodynamics of B. H."

Rep. Prog. Phys. 41 (1978), 1313.

が適当なレビューになっていると思われる。

## 物理法則は歴史法則か

京大基研 佐藤文隆

時間の問題は現実の宇宙の歴史的 성격と物理法則の超歴史的 성격との矛盾から発している。宇宙論というものを宇宙という特殊な系に超歴史的物理法則を適用することであると考えるなら、この矛盾は初期条件の特殊な設定にその原因をもつことになる。しか

佐藤文隆

し、「初期条件の設定云々」ということはより大きな系を前提としてのみ可能である。だから、宇宙論を物理法則の一応用問題に解消できるかは疑問であり、物理法則の超歴史性は単なる近似概念と解した方がよいのかも知れない。

現実の宇宙と物理法則の対称性のギャップの問題には時間の問題以外にバリオン数（あるいはレプトン数）の問題がある、この2つの問題は内容的にも関連している可能性があるだろう。

「基本的」と目されている素粒子の法則の中でも時間反転に対する対称性の破れが  $K$  中間子の weak decay で発見されている。超歴史的法則を出来るかぎり対称性のよい法則に維持しようと思うなら、対称性の破れの原因はこの宇宙の特殊な前歴、構造、状態に起因するとすべきであろう。素粒子の真空状態の相転移ともいえる spontaneous symmetry breakdown を導入して構成されている Weinberg-Salam の理論（弱い相互作用と電磁相互作用の統一理論）の成功は、こうした考え方を勇気づけるものである。現在の素粒子法則は現在の宇宙の状態に depend してあるのである。

$K$  の CP violation（直接見つかっているのは CP violation であり、CPT invariance を前提とすればこれは T violation がおこっている）の機構について spontaneous symmetry breakdown による理論もあったが、その後の研究によるとむしろ粒子の種類が多い（quark の flavour や Higgs boson の数など）とあらわれてくることが指摘されている。CP violation は明らかにある種類の粒子と反粒子との間に差をつけている。しかし、全ての種類を含めた粒子-反粒子間の対称性は保持されている。T invariance などよりはより基本的ではないと考えられる粒子の種類分けといった出来事が歴史的な現象であるならば、CP violation もこの現象の結果として生じたものかも知れない。

T invariance が成立しない相互作用のある系でも熱平衡状態では CP 対称な状態が出現する。最近、宇宙のバリオン数の説明を weak, electro magnetic, strong interaction を統一する grand unification theory の立場からしようとする試みがある。そこではバリオン数を破る反応と CP を破る過程の共存が基本になる。そしてバリオン数はこの反応についての熱平衡状態が宇宙において成立しなくなった時に発生するわけである。その意味ではこれも一種の“落こぼれ現象”である。

強調したいことは、現在では超歴史的な基本法則とされていることでも、将来は宇宙の進化にともなって固定した一つの歴史上の産物として見れるようになるかも知れな

モレキュール型「宇宙現象での進化と時間の問題」研究会報告

いということである。時間の問題を考える場合も基本法則に関する宇宙論的観点からの点検が必要なように思う。

### 参 考 文 献

$K$  の CP violation の解説

R. G. Sacks, Science 176 (1972), 587.

H. Frauenfelder & E. M. Menly, Nuclear and Particle Physics, Benjamin Inc. 1975.

後者は非専門家がこの問題を理解するのに便利

最近の高エネルギー物理と宇宙論の関係については

佐藤(勝) Butsuri 1978年1月号 57p

佐藤(文), 佐藤(勝) 「自然」1978年12月号

CP violation のある系の熱平衡

D. Toussaint, S. B. Treiman, F. Wilczek, A. Zee Preprint, Princeton Univ. 1978.

バリオン数の生成については

M. Yoshimura, Phys. Rev. Letters 41 281 (1978).

S. Dimopoulos & L. Susskind, SLAC-Preprint- 2126 (1978).

D. Toussaint & F. Wilczek, Princeton-Uni. Preprint (1978).

J. Ellis, M. K. Gaillard, D. V. Nanopoulos, CERN -Preprint- Th-2596 (1978).

### Maxwell の魔物について

東北大 高木正博

エントロピー, 情報及び Maxwell の魔物について, Brillouin の議論を批判し, (物理的) エントロピーと(情報理論的または知的) 情報の間の関係は簡単には議論できないことを示す。また彼の「一般化された熱力学の第二法則」についても批判する。

エントロピーと情報の間の関係は整理すると次の様になり, かつそれに限ると思われ