

Casimir 力の解析モデルの検討

On analytical model of Casimir forces

京大院工¹ ◦北川均¹, 浅野卓¹, 野田進¹

Kyoto Univ.¹, H. Kitagawa¹, T. Asano¹ and S. Noda¹

E-mail: kitagawa@qoe.kuee.kyoto-u.ac.jp

1948 年、Casimir により電磁場の零点エネルギーに起因した導体間引力 (Casimir 力) が理論的に示された¹⁾。電磁場には無限の自由度があり、そのため零点エネルギーは発散してしまう。しかし、共振器内外の零点エネルギーの差は有限であり、このエネルギー差が共振器内外を仕切る導体間の引力として現れることを Casimir は理論的に示した。以来、Casimir 力の研究は現在に至るまで行われている。特に近年メタマテリアルなどによる Casimir 斥力の実現に関心が寄せられ、盛んに研究が行われている。

今回我々は、完全導体 (PEC) と人工磁気導体 (AMC) 間に働く Casimir 力を以下のような簡単なモデルを仮定し、理論的に考察を行った。モデルとしては、第一プレートは PEC、第二プレートは AMC とし、AMC の周波数特性として、周波数 $0 \sim \omega_0, \omega_M \sim \omega_E$ で PEC、 $\omega_0 \sim \omega_M$ で完全磁気導体 (PMC) 特性を示すものを考える (Fig.1)。この仮定に基づき線形近似で得られた結果を (式 1) に示す。

$$f_{(PEC/AMC)}(L) = \left(1 - \frac{15}{8} \gamma(L)\right) f_{(PEC/PEC)}(L) \quad (\text{式 1})$$

$f_{(PEC/AMC)}$ は PEC/AMC プレート間に働く Casimir 力、 $f_{(PEC/PEC)}$ は PEC/PEC 間に働く Casimir 力 (もともとの Casimir 引力)、 γ はフォトンの状態密度を考慮した AMC 比率を表す。この式を用いて計算した (PEC/AMC) プレート間 Casimir 力のプレート間距離 (L) 依存性の計算結果例を Casimir 引力とともに Fig.2 に示す。短距離側で斥力と引力の転換点が存在することがわかる。今回考察したモデルはかなり簡略化したモデルではあるが、これにより Casimir 力の解析的扱いが可能となり Casimir 力の定性的振る舞いを議論することが可能となる。詳細は当日の講演にて報告する。

[参考文献]

1) H. B. Casimir, *Proc Koninkl. Ned. Akad. Wet.* **51**, 793 (1948).

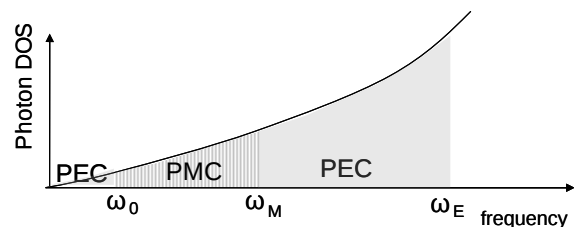


Fig. 1 仮定した AMC のモデル。周波数 $0 \sim \omega_0, \omega_M \sim \omega_E$ で PEC、 $\omega_0 \sim \omega_M$ で PMC 特性を示す。

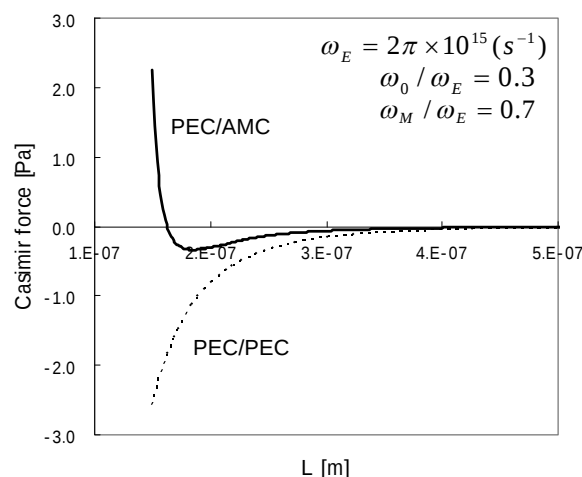


Fig. 2 表記パラメータ条件下での Casimir 力のプレート間距離依存性。実線は PEC/AMC 境界条件下、点線は PEC/PEC 境界条件下での計算結果。