



Title	Cosmological solutions in the Einstein-Weinberg-Salam Theory
Author(s)	江本, 大輝
Citation	大阪大学, 2002, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/43633">https://hdl.handle.net/11094/43633</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">＜a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"&gt;https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> >大阪大学の博士論文について</a>をご参照ください。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名	江 本 大 輝
博士の専攻分野の名称	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	第 1 6 7 3 6 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 14 年 3 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第4条第1項該当 理学研究科物理学専攻
学 位 論 文 名	Cosmological solutions in the Einstein-Weinberg-Salam Theory. (アインシュタイン=ワインバーグ=サラム理論における宇宙解)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 高 杉 英 一  (副査) 教 授 東 島 清 教 授 細 谷 裕 助 教 授 窪 田 高 弘 助 教 授 太 田 信 義

### 論 文 内 容 の 要 旨

これまで調べられた重力場と結合したゲージ場の主な古典解は、1つは球対称性を仮定し、アインシュタイン=ヤン・ミルズ方程式を解いて得られるモノポール（又はブラックホール）的な、中心に局在した配位である。無限遠方で平坦または（反）ドジッター空間と呼ばれる時空に近づき、さらに大域的に正則であるものなどが調べられている。さらにヒッグス場（スカラー場）なども含めて解を構成する事で、磁荷を持つ事もある。2つ目は、宇宙的（またはその空間全体）に広がった解の研究である。例えばインスタントンと呼ばれるゲージ理論の解を曲がった空間上で構成する事や、ヤン=ミルズ場の様等方宇宙における解の研究などがなされてきた。

この博士論文で目指した研究は、2番目のものに属する。ここでは、現在知られている素粒子の標準理論（ワインバーグ=サラム理論）で、より一般的な場を含めて議論する。具体的にはSU(2)電弱ゲージ場、U(1)ハイパーゲージ場、ヒッグス場そして重力場の4種類の場を同時に解いてそのダイナミクスを調べた。今回はフェルミオンについては解析しなかった。

まず、最初に仮定すべき性質として、すでに研究されてきたヤン=ミルズ場の宇宙解で用いられてきた解の構成法に従う事にした。これはヒッグスの真空またはSU(2)ゲージ場の自由度がいずれも3である事から、閉じたロバートソン=ウォーカー時空の様な3次元球面上で群多様体上の基底を用いて場の解を構成するやり方である。このときSU(2)ゲージ場及びヒッグス場の解は時空の様な等方性と矛盾なく構成される。さらにU(1)ハイパーゲージ場の解については、その形が空間の等方性を壊すように導入する事になった。しかし一様性については保たれることが分かった。以上から導かれる場の方程式は、ポテンシャル問題と同じになる。それを調べると、この配位には非自明な真空が存在することが分かった。場の時間発展を調べるために行った数値計算では、その初期値をすべてこの非自明な極小値に取ることにした。この非自明な解は宇宙の成長とともに消失する事が解析的にも分かる。さらに、時間発展の初期の段階では標準理論の対称性の自発的破れにより、電場とともに強い磁場が生成される事が分かった。このU(1)電磁場は3次元球面状で正則なベクトルの配位として実現されており、これは数学的にはホップ写像と呼ばれるものである。

なお我々が構成した解をユークリッド化したものは、すでに研究されているワームホール解の拡張になっていると期待している。このような強磁場中の物質場（フェルミオン）のダイナミクスを調べることも今後の課題である。

## 論文審査の結果の要旨

本論文では、素粒子の標準理論 ( $SU(2) \times U(1)$  ゲージ理論) と重力が結合した場合に古典解が存在することを示した。ついで、宇宙の膨張に従って、古典解がどのように変化しているかを調べ、宇宙初期に磁場が作られることを見だし、物理的意味を詳しく解析した。さらに、この解を宇宙のワームホール解に拡張できることを見いだした。これらの仕事は、博士(理学)の学位論文として十分価値のあるものと認める。