

双曲型偏微分方程式は、初期値問題、初期値境界問題の適切性に有効であることが知られている。近年 Einstein 方程式をさまざまな双曲型に書き直すことが精力的に研究されている [1]。重力波検出のため Einstein 方程式を数値的に解く必要性が特に高まっており、双曲型 Einstein 方程式が実際に数値解析上で利点があれば利用すべきであると考ええる。当研究の目的は Einstein 方程式に関しての次の3点である。

- (1) hyperbolic reduction
- (2) 初期値問題、初期境界値問題の well-posedness
- (3) 数値相対論の stability

これらが難しい理由は、準線型連立であることはもちろん、時間軸の未決定（ゲージの自由度）にもある。

前回の発表では、主に Einstein 方程式の hyperbolic reduction について述べた。[3, 4] 今回はこの双曲型 Einstein 方程式をもとにした、数値的に安定なシステムを提案、検討する。[5, 6, 7] 特に、

- 発展方程式を双曲型に書き直すことによる効果 [6],
- 双曲型を保ちながら拘束条件に相当する量を dynamical に発展させていく方程式系 (λ -system) [8, 5]
- 運動方程式に拘束条件を付加し、拘束条件の発展固有値を負にすることで安定を得る方程式系 (adjusted system) [7]

についての成果を発表する。

References

- [1] O. A. Reula, Living Rev. Relativity, **98-3**, (1998).
- [2] A. Ashtekar, Lectures on Non-Perturbative Canonical Gravity, (World Scientific, Singapore, 1991).
- [3] G. Yoneda and H. Shinkai, Symmetric hyperbolic system in the Ashtekar formulation, Phys. Rev. Lett. **82** (1999) 263.
- [4] G. Yoneda and H. Shinkai, Constructing hyperbolic systems in the Ashtekar formulation of general relativity, Int. J. Mod. Phys. D, Vol. 9, No. 1 (2000) 13-34.
- [5] H. Shinkai and G. Yoneda, Asymptotically constrained and real-valued system based on Ashtekar's variables, Phys.Rev.D Vol.60(1999) 101502.
- [6] H. Shinkai and G. Yoneda, Hyperbolic formulations and numerical relativity: Experiments using Ashtekar's connection variables, submitted.
- [7] Hyperbolic formulations and numerical relativity II: Asymptotically constrained system of the Einstein equation, in preparation.
- [8] O. Brodbeck, S. Frittelli, P. Hübner and O.A. Reula, J. Math. Phys. **40** (1999) 909 .