論文内容の要旨

修士論文題目

Riemann 対称空間上における測地線の簡約部分 Lie 代数への射影に対する有界性
—低階数・低次元の場合—

氏名: 奥田 堯子

本修士論文では，小林俊行氏による次の $\mathfrak{h}$ 射影の有界性に対する予想 1 を，G の実階数や H の次元が低い場合に証明した ($\mathfrak{h}$ 射影の定義や記号は後述する).

予想 1 $Y(\mathbf{R}\,X)$ is bounded in $\mathfrak{h}\cap\mathfrak{p} \iff [X_1, X_2] \neq 0$ or $X_1 = 0$，である.

ただし $X = X_1 + X_2$ はベクトル空間としての分解 $\mathfrak{p} = (\mathfrak{p}\cap\mathfrak{h}) \oplus (\mathfrak{p}\cap\mathfrak{h}^{\perp})$ に沿った $X \in \mathfrak{p}$ の分解とする.

この論文の基本設定は以下の通りである.

記号と定義

- G を非コンパクト実半単純 Lie 群，H を G の Cartan 対合 Θ に対する非コンパクトな実半単純部分 Lie 群とする.
- $\mathfrak{g} := \mathrm{Lie}\, G$, $\mathfrak{h} := \mathrm{Lie}\, H$ とし，$\mathfrak{g} = \mathfrak{k} \oplus \mathfrak{p}$ を $\theta := d\Theta$ による Cartan 分解とする.
- e_G を G の単位元とし，$o_K := e_G K \in G/K$ とする.
- $B(-,-)$ を $\mathfrak{g}$ の Killing 形式とし，$\mathfrak{h}^{\perp}\cap\mathfrak{p} := \{W \in \mathfrak{p} \mid B(Y, W) = 0, \forall Y \in \mathfrak{h}\cap\mathfrak{p}\}$ とする.

本修士論文の主題である $X \in \mathfrak{p}$ の $\mathfrak{h}$ 射影 $Y(X) \in \mathfrak{h}\cap\mathfrak{p}$ は，次の定理 2 により
$(Y(X), Z(X)) := \pi^{-1}(e^X \cdot o_K) \in (\mathfrak{h}\cap\mathfrak{p}) \oplus (\mathfrak{h}^{\perp}\cap\mathfrak{p})$ と定義される.

定理 2 [**Kob89, Lemma 6.1**]

$\pi\colon (\mathfrak{h}\cap\mathfrak{p}) \oplus (\mathfrak{h}^{\perp}\cap\mathfrak{p}) \ni (Y, Z) \mapsto e^Y e^Z \cdot o_K \in G/K$ は上への微分同相である.

$Y(X)$ は図形的には，「$e^X \cdot o_K$ から $e^{\mathfrak{h}\cap\mathfrak{p}} \cdot o_K$ に下ろした垂線の足」と見ることができ，$Y(\mathbf{R}\,X)$ が有界であるか否かという問いは，幾何的には「$e^{tX} \cdot o_K$ から $e^{\mathfrak{h}\cap\mathfrak{p}} \cdot o_K$ に下ろした垂線の足の $t \in \mathbf{R}$ での和集合が有界であるか」という問に対応する.

予想 1 の大本は，実簡約 Lie 群 G とその閉部分群 H に対する G の正則表現 $L^2(G/H)$ について Plancherel 測度の台を求めることを目標とした [**Ber88**] にある.

[**Ber88**] の内容はおおまかには次の通りである; G/H が eH を中心とする radial function r に対して「$\mathbf{R}^d$ と同じ増大度」を持つとき，G/H のランクが d であると言い，G の既約ユニタリ表現 V が $L^2(G/H)$ の既約分解に出現する必要条件は，非自明な G-絡作用素 $\alpha\colon (C_c(G/H))^{\infty} \to V$ が存在し，α の「双対」を $\beta\colon V^{\infty} \to C(G/H)^{\infty}$ とすると，任意の $v \in V^{\infty}$，$d' > d$ に対して $\displaystyle\int_{G/H} \left|\beta(v)(x)(1 + r(x))^{-d/2}\right|^2 dx < \infty$ なることである.

ここで G が $G = KAH$ という Cartan 分解を持つときに，G/H がランク $d := \dim A$ となる可能性がある条件の 1 つを $X \in \mathfrak{a}$ に対する $\mathfrak{h}$ 射影 $Y(\mathbf{R}\,X)$ の有界性として定式化することができる．これが本修士論文の背景である.

参考文献

[**Ber88**] J. N. Bernstein, *On the support of Plancherel measure*, J. Geom. Phys., Vol. 5, n. 4, 1988, pp. 663–710

[**Kob89**] T. Kobayashi, *Proper action on a homogeneous space of reductive type*, Math. Ann., Vol. 285, Issue. 2, 1989, pp. 249–263.

[**Kob97**] T. Kobayashi, *Invariant mesures on homogeneous manifolds of reductive type*, J. Reine Angew. Math., Vol. 1997, No. 490–1, 1997, pp. 37–54