Fermat 予想

@unaoya

2018 年 3 月 3 日

1. Cornell-Silverman-Stevens
2. Darmon-Diamond-Taylor
3. conrad の seminar http://math.stanford.edu/ conrad/modseminar/
4. 藤原先生

1 Darmon の survey

特別な場合に簡略化した証明をする。

定理 1. 楕円曲線 $E/\mathbb{Q}$ が 5 で good reduction で Galois 表現が $E_5 \cong X_0(17)_5$ とする。このとき E は保型的。

$X = X_0(17)$ について調べることで以下がわかる。

補題 1. $X_0(17)$ の mod 5 表現 $\bar{\rho}_0\colon G_{\mathbb{Q}} \to GL_2(\mathbb{F}_5)$ は以下をみたす。

1. $\det(\bar{\rho}_0)$ は円分指標 $\bar{\epsilon}\colon G_{\mathbb{Q}} \to \mathbb{F}_5^{\times}$
2. $\bar{\chi}_2$ を位数 4 の不分岐指標として
$$\bar{\rho}_0|_{D_5} \cong \begin{pmatrix} \bar{\chi}_1 & * \\ 0 & \bar{\chi}_2 \end{pmatrix}, \bar{\rho}_0|_{I_5} \cong \begin{pmatrix} \bar{\epsilon} & * \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$
3. 非自明指標 $\bar{\Psi}|_{I_{17}}$ により
$$\bar{\rho}_0|_{D_{17}} \cong \begin{pmatrix} \bar{\epsilon} & \bar{\Psi} \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$
4. $\bar{\rho}_0$ は全射

定義 1. A を完備ネーター局所 $\mathbb{Z}_5$ 代数で剰余体が $\mathbb{F}_5$ なるものとする。$\bar{\rho}_0$ の変形 $\rho\colon G_{\mathbb{Q}} \to GL_2(A)$ が許容的とは以下をみたすこと。

1. $\det\rho$ が円分指標 $\epsilon\colon G_{\mathbb{Q}} \to \mathbb{Z}_5^{\times} \subset A$
2. $$\bar{\rho}_0|_{D_5} \cong \begin{pmatrix} \chi_1 & * \\ 0 & \chi_2 \end{pmatrix}, \bar{\rho}_0|_{I_5} \cong \begin{pmatrix} \epsilon & * \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$
3. $$\bar{\rho}_0|_{D_{17}} \cong \begin{pmatrix} \epsilon & \Psi \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

命題 1. $E/\mathbb{Q}$ が 5 等分点で保型的なら T_5E は admissible

このことから以下を証明すればよい

定理 2. 全ての許容的な $\bar{\rho}_0$ の変形は保型的

保型的な変形と許容的な変形の間の全単射を構成するが、そのままでは無限集合になる。変形の係数環と分岐条件を決めて有限集合の比較をする。言い換えると $MD_\Sigma(A) \to AD_\Sigma(A)$ が各 A, Σ について全単射であることを示す。もし AD_Σ および MD_Σ が表現可能関手であればそれらを表現する間の同型を示せばよい。

定理 3 (Mazur)**.** AD_Σ は有限生成局所 $\mathbb{Z}_5$ 代数で剰余体が $\mathbb{F}_5$ である R_Σ により表現される

$T_5X \in AD_\Sigma(\mathbb{Z}_5)$ なのでこれに対応する射 $\pi_{R_\Sigma} \colon R_\Sigma \to \mathbb{Z}_5$ が存在する。

MD_Σ の表現可能性をあらかじめ示すことはできないが、その候補を定義する。$N_\Sigma = 17\prod_{p\in\Sigma} p^2$ とし、それに対応する Hecke 環を $T(\Sigma)$ とする。これは $\ell \nmid N_\Sigma$ なる T_ℓ と $q \in \Sigma \cup \{17\}$ なる U_q で生成される。f を X に対応する正規固有形式とし $T(\Sigma)$ の eigenform を inductive に

$$f_\emptyset = f, f_{\Sigma\cup\{q\}} = f_\Sigma(\tau) - a_q f_\Sigma(q\tau) + q f_\Sigma(q^2\tau)$$

と定義する。さらにイデアル $m_\Sigma \subset T(\Sigma)$ を $5, T_\ell - a_\ell, U_q, U_{17}+1$ で生成されるものとし、T_Σ を $T(\Sigma)$ の m_Σ による完備化とする。これは有限平坦局所 $\mathbb{Z}_5$ 代数で剰余体が $\mathbb{F}_5$ である。さらに $\mathbb{Z}_5$ 代数の射 $T_\Sigma \to O$ に対して、$\Gamma_0(N_\Sigma)$ の 5 進固有形式で f_Σ と $\bmod 5$ で合同なるものが対応する。特に f_σ に対応する $\pi_{T_\Sigma} \colon T_\Sigma \to \mathbb{Z}_5$ が存在する。

定理 4 (Eichler-Shimura, Carayol)**.**

$T(\Sigma)$ と $X_0(N_\Sigma), J_0(N_\Sigma)$ の関係。

上の定理と R_Σ の普遍性から $\phi_\Sigma \colon R_\Sigma \to T_\Sigma$ が定義される。これは π と整合的。目標は以下を示すこと。

定理 5. ϕ_Σ は同型

全射性は比較的容易に示せる。

1.1 可換環論

C を有限生成完備局所 $\mathbb{Z}_p$ 代数 A と全射 $\pi \colon A \to \mathbb{Z}_p$ の組 (A, π) のなす圏とする。$\Phi_A = \ker\pi/(\ker\pi)^2, \eta_A = \pi(Ann_A \ker\pi)$ とする。

定理 6. $R, T \in C$ で T は有限生成ねじれ自由 $\mathbb{Z}_p$ 加群であり、$\phi \colon R \to T$ を全射とする。$|\Phi_R| \le |\mathbb{Z}_p/\eta_T| < \infty$ ならば ϕ は同型。

定理 7. $\phi \colon A \to B$ を C の全射で B は完全交差とする。$\Phi_\phi \colon \Phi_A \to \Phi_B$ が同型で、これらが有限なら ϕ は同型。

証明. B は完全交差なので C の全射 $\nu_B \colon U = \mathbb{Z}_p[[X_1, \dots, X_n]] \to B$ で $\ker\nu_B = (f_1, \dots, f_n)$ なるものが取れる。$b_i \in \ker\pi_B$ に対し Φ_ϕ が同型から $a_i \in \ker\pi_A$ で $\phi(a_i) = b_i$ なるものが取れる。これを使って $\nu_A \colon \mathbb{Z}_p[[X_1, \dots, X_n]] \to A$ を $X_i \mapsto a_i$ として定めると中山の補題より ν_A は全射。a_i の定義から $\ker\nu_B \supset$

$\ker \nu_A$ である。逆が言えるか？ $\Phi_{\nu_A}\colon \Phi_U \to \Phi_A$ の kernel の生成元を持ち上げて $g_1, \ldots, g_n \in \ker \nu_A$ とする。この時 $M \in M_n(U)$ であって $(g_1, \ldots, g_n) = (f_1, \ldots, f_n)M$ なるものが f_i が $\ker \nu_B$ の生成元であることから取れる。この M が正則であることを言えばよい。$(\bar{g_1}, \ldots, \bar{g_n}) = (\bar{f_1}, \ldots, \bar{f_n})\bar{M}$ で $\Phi_A \cong \Phi_B$ であることから $\det \bar{M} \in \mathbb{Z}_p^\times$ となりよい。したがって $\nu_A \nu_B^{-1}\colon B \to U \to A$ が定義でき、これが ϕ の逆を与える。 □

1.2 Φ_{R_Σ} と η_{T_Σ}

$X = X_0(17), T = end(T_5(X)) = \{Trace(f) = 0\}$ とする。これは rank3 の自由 $\mathbb{Z}_p$ 加群で $G_\mathbb{Q}$ の共役作用を持つ。$A = T \otimes \mathbb{Q}_p/\mathbb{Z}_p$ とする。これは $G_\mathbb{Q}$ 加群。

Σ を素数の集合で $\{5, 17\}$ を含まないとする。これに対し $J_r \subset H^1(\mathbb{Q}_r, A)$ を素数 r に対して以下で定める。

1. $r \notin \Sigma \cup \{5, 17\}$ のとき $J_r = \ker(H^1(\mathbb{Q}_r, A) \to H^1(I_r, A))$
2. $r \in \Sigma$ のとき $J_r = H^1(\mathbb{Q}_r, A)$
3. $J_{17} = \ker(H^1(\mathbb{Q}_{17}, A) \to H^1(\mathbb{Q}_{17}, A/A^\circ_{(17)}))$
4. $J_5 = \ker(H^1(\mathbb{Q}_5, A) \to H^1(I_5, A/A^\circ_{(5)}))$

さらに

$$S_\Sigma(\mathbb{Q}, A) = \ker(H^1(\mathbb{Q}, A) \to \prod_r H^1(\mathbb{Q}_r, A)/J_r$$

とする。つまり $S_\Sigma(\mathbb{Q}, A) = \{s \in H^1(\mathbb{Q}, A) | s_r \in J_r\}$ とする。

R_Σ は普遍変形環なので $\rho^{\mathrm{univ}}\colon G_\mathbb{Q} \to GL_2(R_\Sigma)$ が存在する。対応する普遍コホモロジー類を $u_\Sigma \in H^1(\mathbb{Q}, M_2(\Psi_{R_\Sigma}))$ とする。$\det(u_\Sigma) = 1$ なので u_Σ の像は $T \otimes \Psi_{R_\Sigma}$ に入る。これを用いて $\phi_\Sigma\colon Hom(\Psi_{\mathbb{R}_\Sigma}, \mathbb{Q}_5/\mathbb{Z}_5) \to H^1(\mathbb{Q}, A)$ が定義できる。

命題 2. ϕ_Σ は $S_\Sigma(\mathbb{Q}, A)$ への同型

定理 8.

$$|\mathbb{Z}_5/\eta_{T_\Sigma}| = \prod_{q \in \Sigma} (q-1)(a_q^2 - (q+1)^2)$$

Σ の大きさに関する帰納法で示す。

1. $\eta_\emptyset = \mathbb{Z}_5$ であること。
2. Σ' を一つ素数を追加したものとし $\eta_{T'/T} = (q-1)(T_q^2 - (a+1)^2)$ となること。

$\Lambda = T_5(J) \otimes_T T, \Lambda' = T_5(J') \otimes_{T'} T'$ であり、

1.3 判定法の条件をみたすこと

$\Sigma = \emptyset$ の場合に帰着できる。

$\Sigma = \emptyset$ の場合、右辺は 1 なので、$S_\emptyset(\mathbb{Q}, A)$ が自明であることを示す。

命題 3. $|S_\emptyset(\mathbb{Q}, A_5^*)| = 1$

証明. まず $s \in S$ と good prime q について $s_q = 0$ を示す。次に $H^1(\mathbb{Q}, A_5^*) \to H^1(K, A_5^*)$ が単射であることを示す。これを用いて証明。

$\bar{s} \in \mathrm{Hom}(G_K, A_5^*)$ とみて、L/K を $\bar{s}$ が $U = \mathrm{Gal}(L/K)$ を経由する最大拡大とする。$\bar{s} \colon U \to A_5^*$ が 0 であることを言えばよい。

$\tau \in \Gamma$ を適切に固定。$h \in U$ を任意にとり、$h\tau \in \Gamma$ が Frob_q なる素数 q を選ぶ。すると τ の取り方から q は good prime であり、$s_q = 0$ となる。特に q の上にある K の素点 Q に対し $\bar{s}(\mathrm{Frob}_Q) = 0$ となる。τ の取り方から $K_Q/\mathbb{Q}_q$ の剰余次数は 4 で、$\mathrm{Frob}_Q = (h\tau)^4 = h^+ \in U^+$ となる。h は任意のなので $\bar{s}$ は U^+ を消す。一方、U への $\tau \in G$ の作用は τ の定義から固有値 1 を持つ、つまり U^+ は非自明。$\bar{s}$ は G 同変なので $0 \neq U^+ \subset \ker \bar{s} \subset U$ は G 部分加群で、U は既約 G 加群なので $\ker \bar{s} = U$、すなわち $\bar{s} = 0$ である。 □

$X = X_0(17)$ の 5 等分点への $G_{\mathbb{Q}_5}, G_{\mathbb{Q}_{17}}$ 作用、つまり MLT で持ち上げたい mod 5 表現 $\bar{\rho}_0$ の定義。$p = 17$ では $\mathbb{F}_5^2$ に $\begin{pmatrix} \bar{\epsilon} & \bar{\Psi} \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$ で作用。$\bar{\Psi}$ は分岐指標。これの End^0 に定まる表現を計算する。End^0 の基底を $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$ でとると、これらの移り先は

$$\begin{aligned}
\begin{pmatrix} \bar{\epsilon} & \bar{\Psi} \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \bar{\epsilon} & \bar{\Psi} \\ 0 & 1 \end{pmatrix}^{-1} &= \begin{pmatrix} \bar{\epsilon} & -\bar{\Psi} \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \bar{\epsilon}^{-1} & -\bar{\epsilon}^{-1}\bar{\Psi} \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \\
&= \begin{pmatrix} 1 & -2\bar{\Psi} \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \\
\begin{pmatrix} \bar{\epsilon} & \bar{\Psi} \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \bar{\epsilon} & \bar{\Psi} \\ 0 & 1 \end{pmatrix}^{-1} &= \begin{pmatrix} 0 & \bar{\epsilon} \\ 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \bar{\epsilon}^{-1} & -\bar{\epsilon}^{-1}\bar{\Psi} \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \\
&= \begin{pmatrix} 0 & \bar{\epsilon} \\ 0 & 0 \end{pmatrix} \\
\begin{pmatrix} \bar{\epsilon} & \bar{\Psi} \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \bar{\epsilon} & \bar{\Psi} \\ 0 & 1 \end{pmatrix}^{-1} &= \begin{pmatrix} \bar{\Psi} & 0 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \bar{\epsilon}^{-1} & -\bar{\epsilon}^{-1}\bar{\Psi} \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \\
&= \begin{pmatrix} \bar{\Psi}\bar{\epsilon}^{-1} & -\bar{\epsilon}^{-1}\bar{\Psi}^2 \\ \bar{\epsilon}^{-1} & -\bar{\epsilon}^{-1}\bar{\Psi} \end{pmatrix}
\end{aligned}$$

となる。従って A_5 への $G_{\mathbb{Q}_{17}}$ 作用は、1 次元ずつの filtration $A_5^0 \subset A_5^1 \subset A_5$ があって、それぞれの gr に $\epsilon, 1, \epsilon^{-1}$ で作用する。

命題 4. $h_{17} = 1$

証明. A_5 への $G_{\mathbb{Q}_{17}}$ 作用は、1 次元ずつの filtration $A_5^0 \subset A_5^1 \subset A_5$ があって、それぞれの gr に $\chi, 1, \chi^{-1}$ で作用する。ここで χ は円分指標。

$0 \to A_5^0 \to A_5 \to A_5/A_5^0 \to 0$ から Galois コホモロジーの長完全列をかくと、

$$\begin{aligned}
0 &\to H^0(\mathbb{Q}_{17}, A_5^0) \to H^0(\mathbb{Q}_{17}, A_5) \to H^0(\mathbb{Q}_{17}, A_5/A_5^0) \\
&\to H^1(\mathbb{Q}_{17}, A_5^0) \to H^1(\mathbb{Q}_{17}, A_5) \to H^1(\mathbb{Q}_{17}, A_5/A_5^0) \\
&\to H^2(\mathbb{Q}_{17}, A_5^0) \to H^2(\mathbb{Q}_{17}, A_5) \to H^2(\mathbb{Q}_{17}, A_5/A_5^0) \to 0
\end{aligned}$$

$h_{17} = |H^0(\mathbb{Q}_{17}, A_5^*)|/[H^1(\mathbb{Q}_{17}, A_5) : \ker H^1(\mathbb{Q}_{17}, A_5) \to H^1(\mathbb{Q}_{17}, A_5/A_5^0)]$ を求める。上の完全列から $0 \to H^1(\mathbb{Q}_{17}, A_5)/\ker \to H^1(\mathbb{Q}_{17}, A_5/A_5^0) \to H^2(\mathbb{Q}_{17}, A_5^0) \to H^2(\mathbb{Q}_{17}, A_5) \to H^2(\mathbb{Q}_{17}, A_5/A_5^0) \to 0$ が完全なので

$$[H^1(\mathbb{Q}_{17}, A_5) : \ker] = \frac{h^1(A_5/A_5^0)h^2(A_5)}{h^2(A_5^0)h^2(A_5/A_5^0)}$$

となる。

双対性から $h^2(V) = h^0(V^*)$ である？ $\square$

$p = 5$ では $\mathbb{F}_5^2$ に $\begin{pmatrix} \bar{\epsilon} & \bar{\Psi} \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$ で作用。$\bar{\Psi}$ は分岐指標。これの End^0 に定まる表現を計算する。End^0 の基底を $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$ でとると、これらの移り先は

$$\begin{aligned}
\begin{pmatrix} \bar{\epsilon} & \bar{\Psi} \\ 0 & 1 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} \bar{\epsilon} & \bar{\Psi} \\ 0 & 1 \end{pmatrix}^{-1} &= \begin{pmatrix} \bar{\epsilon} & -\bar{\Psi} \\ 0 & -1 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} \bar{\epsilon}^{-1} & -\bar{\epsilon}^{-1}\bar{\Psi} \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \\
&= \begin{pmatrix} 1 & -2\bar{\Psi} \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \\
\begin{pmatrix} \bar{\epsilon} & \bar{\Psi} \\ 0 & 1 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} \bar{\epsilon} & \bar{\Psi} \\ 0 & 1 \end{pmatrix}^{-1} &= \begin{pmatrix} 0 & \bar{\epsilon} \\ 0 & 0 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} \bar{\epsilon}^{-1} & -\bar{\epsilon}^{-1}\bar{\Psi} \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \\
&= \begin{pmatrix} 0 & \bar{\epsilon} \\ 0 & 0 \end{pmatrix} \\
\begin{pmatrix} \bar{\epsilon} & \bar{\Psi} \\ 0 & 1 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} \bar{\epsilon} & \bar{\Psi} \\ 0 & 1 \end{pmatrix}^{-1} &= \begin{pmatrix} \bar{\Psi} & 0 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} \bar{\epsilon}^{-1} & -\bar{\epsilon}^{-1}\bar{\Psi} \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \\
&= \begin{pmatrix} \bar{\Psi}\bar{\epsilon}^{-1} & -\bar{\epsilon}^{-1}\bar{\Psi}^2 \\ \bar{\epsilon}^{-1} & -\bar{\epsilon}^{-1}\bar{\Psi} \end{pmatrix}
\end{aligned}$$

となる。従って A_5 への $G_{\mathbb{Q}_{17}}$ 作用は、1 次元ずつの filtration $A_5^0 \subset A_5^1 \subset A_5$ があって、それぞれの gr に $\epsilon, 1, \epsilon^{-1}$ で作用する。

命題 5. $h_5 \leq \dfrac{1}{25}$

証明. $\phi_1 \colon H^1(\mathbb{Q}_5, A_5) \to H^1(\mathbb{Q}_5, A_5/A_5^0), \phi_2 \colon H^1(\mathbb{Q}_5, A_5/A_5^0) \to H^1(I_5, A_5/A_5^0)$ とし、その合成を ϕ とする。$|Im\phi| \geq 25$ を示したい。$|Im\phi| \geq |Im\phi_1|/|\ker\phi_2|$ である。$|Im\phi_1| = 125$ であることは上の補題と同様にして長完全列を書いて示せる。$|\ker\phi_2| = 5$ は inflation-restriction 系列をかく。 $\square$

$p = \infty$ の場合。

補題 2. $h_\infty = |H^0(\mathbb{R}, A_5^*)| = |(A_5^*)^{G_\mathbb{R}}| = 25$

証明. これは $\bar{\rho}_0$ が odd であることから複素共役の固有値が $-1, 1, 1$ である。従って固定部分が $\mathbb{F}_5$ 上 2 次元。 $\square$

命題 6. $|S_\emptyset(\mathbb{Q}, A_5)| = 1$

証明. セルマー群の双対性から（Tate-Poitou 完全列？）。

$$\frac{|S_\emptyset(\mathbb{Q}, A_5)|}{|S_\emptyset(\mathbb{Q}, A_5^*)|} = h_\infty h_5 h_{17} \leq 1$$

$\square$

話の流れ。$\Sigma = \emptyset$ の時には判定法の条件を満たすので、$R_\Sigma = T_\Sigma$ が証明できる。一般の Σ はこれに帰着する。

2 Galois cohomology

etale cohomology との関係、とくに Tate-Poitou duality と Poincare duality の関係。

有限体の Brauer 群。$G = \hat{\mathbb{Z}}$ の群コホモロジーの計算。local fields では $H^q(G, A) = \operatorname{colim} H^q(G/nG, A^{nG})$ で定義する。(これは $M \mapsto M^G$ の derived functor ではない?)A が有限もしくは可除の場合に $H^2 = 0$ を示す。(実際には 2 以上全て消える?)

(副有限)群の(連続)コホモロジーをサイトの非可換コホモロジーとして解釈したい。群コホモロジーと分類空間のコホモロジー、etale cohomology と Galois cohomology の対応

2.1 巡回群の有限係数コホモロジー

位数 n の巡回群は lens 空間を分類空間にもつ。$\mathbb{Z}$ の resoution として

2.2 表現の変形と Selmer 群

$\bar{\rho}\colon G \to GL_d(\mathbb{F})$ とその変形 $\rho\colon G \to GL_d(O/\lambda^n)$ に対し、$Ext^1_{O/\lambda^n[G]}(ad\rho, ad\rho)$ と $H^1(G, ad\rho)$ は同型となる。これの部分群 $Ext^1_{D\cap O/\lambda^n[G]}(ad\rho, ad\rho)$ に対応する部分群として $H^1_D(G, ad\rho) \subset H^1(G, ad\rho)$ を定義し、さらに $H^1_D(G, ad\rho) = H^1_D(G, ad\rho) \cap H^1(G, ad^0\rho)$ を定義する。この時

問題 1. $Def^{\chi}_{\bar{\rho}}(\mathbb{F}[\epsilon]/\epsilon^2)$ と $H^1_D(G, ad^0\rho)$ と $Hom_{\mathbb{F}}(m_{R_D}/(\lambda, m^2_{R_D}), \mathbb{F})$ と $Hom_{O-alg}(R_D, \mathbb{F}[\epsilon/\epsilon^2)$ は同型。

一般論として deformation と H^1 の関係を SGA や小平に沿って理解する。