

A_e-型 Hecke 環 のモノドロミ-表現と旗多様体の幾何

斎藤 正明 (北大理)

山田 浩嗣 (北見工大)

§ 0 動機付け.

Weyl 群の表現として、いわゆる Springer 表現がある。それは Lie 環の中零元 f に対して、旗多様体の subvariety B_f であり、 B_f の最高次 (2) ホモロミ-群を表現空間とするので、 f を変えることによって、全ての既約表現が得られる。一方、Slodowy [6] は Grothendieck の同時特異点解消を用いて、特異点の変形理論の立場から B_f の (2) ホモロミ-群に Weyl 群かモノドロミ-群として作用する: ρ を示す。この 2通りの既約表現の構成が符号表現を除いて一致する: ρ である、坂田 [3] により示されている。

さて、Weyl 群の $\mathfrak{g}$ -変形、あるいは Hecke 環の表現から Kazhdan-Lusztig [5], Ginsburg [1] により旗多様体の同変 K-理論を用いて得られている。そこで我々は次の問題を考える。

(b) 問題

Hecke 環の様式表現と特異点の変形理論の立場から (Slodowy による Lie 群論的視点の類似として) モノドロミ-表現として得られるか?

すでに Givental' [2] は特異点の立場から Hecke 環のモノドロミ-表現 (Buran 表現) を得ている。それは単純特異点の普遍変形 $F(x, t)$ に対して、 $\mathbb{C}^m \times \mathbb{C}^d$ の超曲面 $F(x, t) = 0$ の補集合上局所系を考え、その局所系係数のホモロミ-群に Hecke 環が作用するという理論である。我々の目標は Givental' の idea を用いて Hecke 環の全ての既約表現をモノドロミ-表現として構成する: ρ である、である。本稿ではこの問題に対する一つの試みと報告する。

§ 1. (b) 題の定式化.

まず, 記号の準備をする. $\mathfrak{g} = \mathfrak{sl}(l+1, \mathbb{C}) \subset \mathfrak{gl}(l+1, \mathbb{C})$,

$$\mathfrak{h} = \left\{ \begin{pmatrix} \lambda_1 & & 0 \\ & \ddots & \\ 0 & & \lambda_{l+1} \end{pmatrix} \in \mathfrak{g} \right\} \text{ は } \mathfrak{g} \text{ の Cartan 部分環,}$$

$$\mathfrak{g} = \mathfrak{h} \oplus \sum_{\alpha \in \Delta} \mathfrak{g}_{\alpha} : \mu\text{-t 空間分解}$$

$$(\alpha = \lambda_i - \lambda_j, i \neq j)$$

である. したがって, $\mathfrak{h}$ の元で固有値が重複する $i \neq j$ として, $\alpha = \lambda_i - \lambda_j \in \Delta$ であり,

$$H_{\alpha} = \left\{ h = \begin{pmatrix} \lambda_1 & & 0 \\ & \ddots & \\ 0 & & \lambda_{l+1} \end{pmatrix} \in \mathfrak{h} \mid \lambda_i = \lambda_j \right\}$$

である. また, $W \subset (\mathfrak{g}, \mathfrak{h})$ の内にある Weyl 群である. $\alpha \in \Delta$ である $\mathfrak{h}$ 上の $(\lambda_1, \dots, \lambda_{l+1})$ の置換 $\sigma_i = (i, i+1)$ による W の生成元である. したがって $W = \langle \sigma_1, \dots, \sigma_l \rangle$. したがって, G, H は対応する Lie 環の随伴群である. $\alpha \in \Delta$ として, H は W -作用で不変であるから, G/H 上 $[g] \mapsto [g\omega^{-1}]$ ($\omega \in W$) の作用がある. α の作用により, cohomology 環 $H^*(G/H)$ は W -作用を受ける. 以下を成す:

fact 1

任意の $\lambda \in \mathfrak{h}^*$ であり, G/H 上の holomorphic 2-form

$$\omega(\lambda) = \sum_{\alpha \in \Delta_+} (\lambda | \alpha) \theta_{\alpha} \wedge \theta_{-\alpha}$$

が存在する.

$$\mathfrak{h}^* \longrightarrow H^2(G/H), \quad \lambda \longmapsto [\omega(\lambda)]$$

は W -equivariant linear isomorphism である. ところで, θ_{α} は positive root $\alpha = \lambda_i - \lambda_j$ ($i < j$) $\in \Delta_+$ であり, G 上の left invariant 1-form である.

$H^1(G/H) \cong \mathcal{Y}^*$ である, Chevalley の定理より

次の成り立つ:

fact 2

$\mathbb{C}[H^1(G/H)]^W$: 多項式環 $\mathbb{C}[H^1(G/H)]$ の W -不変式環

である, $\mathbb{C}[H^1(G/H)]^W = \mathbb{C}[J_1, \dots, J_{l-1}, J_l]$.

さらに, $J_1, \dots, J_{l-1}, J_l$ は独立多項式で, $m_j = \deg J_j$ である.

$$m_1 \leq \dots \leq m_{l-1} < m_l$$

である. 従って, $H^1(G/H)/W \cong \mathbb{C}^l$.

また, $\mathcal{Y}_r^* \stackrel{\text{def}}{=} \mathcal{Y}^* \setminus \bigcup_{\alpha \in \Delta_+} H_\alpha$ (中括弧の値は α に対して相異なる元全体)
 である. 可換図式

$$\begin{array}{ccc} \mathcal{Y}_r^* & \xrightarrow{\tilde{\varphi}} & \mathcal{Y}_r^* \times H^1(G/H) \\ \pi_W \downarrow & \curvearrowright & \downarrow \pi'_W \\ \mathcal{Y}_r^*/W & \xrightarrow{\varphi} & \mathcal{Y}_r^*/W \times \mathbb{C}^{l-1} \end{array} \quad \begin{array}{l} \tilde{\varphi}(\lambda) = (\lambda, [\omega(\lambda)]) \\ \pi'_W(\lambda, \xi) \\ = ([\lambda], J_1(\xi), \dots, J_{l-1}(\xi)) \end{array}$$

を得る. さらに, 可換図式

$$\begin{array}{ccc} Z & \longrightarrow & \mathcal{Y}_r^*/W \times (G/H \times_W H^1(G/H)) \\ \tilde{\pi} \downarrow & \curvearrowright & \downarrow \tilde{\pi}' \\ \mathcal{Y}_r^*/W & \xrightarrow{\varphi} & \mathcal{Y}_r^*/W \times \mathbb{C}^{l-1} \end{array}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \tilde{\pi}'([\lambda], [\xi], \xi) = ([\lambda], J_1(\xi), \dots, J_{l-1}(\xi)) \\ Z = \varphi^*(\mathcal{Y}_r^*/W \times (G/H \times_W H^1(G/H))) : \text{Libre 積} \end{array} \right.$$

より

$$\tilde{\pi}: Z \longrightarrow \mathcal{Y}_r^*/W$$

を得る.

また, Z 上の (多) 数 $\tilde{J}_e([\lambda], [\epsilon], z) = J_e(\lambda) - J_e(z)$ の
0-面 の補集合 $\dot{Z}$

$$\dot{Z} = Z \setminus \tilde{J}_e^{-1}(0)$$

とあるが, $\tilde{J}_e : \dot{Z} \rightarrow \mathbb{C}^*$ である. $\dot{Z}$ 上の local system $\mathcal{L}$
の形は次の通り:

generic $g \in \mathbb{C}^*$ に対して, $\mathcal{L}(g)$ は有理係数体 $\mathbb{C}$, $\mathbb{C}^*$ の
基本群 の表現

$$\rho_g : \pi_1(\mathbb{C}^*) \cong \mathbb{Z} \rightarrow \text{Aut}(\mathcal{L}(g)), \quad \rho_g(k) = g^k$$

から $\mathbb{C}^*$ 上の local system $\mathcal{S}_g$ を定める. $\mathcal{L}$ は $\dot{Z}$
上の local system $\mathcal{L}$

$$\mathcal{L} \stackrel{\text{def}}{=} \tilde{J}_e^* \mathcal{S}_g$$

と定まる. $\mathcal{L}$ は次の (b) 題を考慮する.

(b) 題

(1) $\lambda_0 \in T_r^*$ (generic), $\dot{Z}([\lambda_0]) = \tilde{\pi}^{-1}([\lambda_0]) \cap \dot{Z}$ とおく. $H_3(\dot{Z}([\lambda_0]), \mathcal{L}_{g, [\lambda_0]})$ の $\mathcal{L}(g)$ -module としての構造を
調べる. $\tilde{\pi}^{-1}(\cdot), \mathcal{L}_{g, [\lambda_0]} = \mathcal{L}_g|_{\dot{Z}([\lambda_0])}$.

(2)

$\rho : \pi_1(T_r^*/W, [\lambda_0]) \rightarrow \text{Aut}(H_3(\dot{Z}([\lambda_0]), \mathcal{L}_{g, [\lambda_0]}))$
monodromy 表現 とおく.

(注) 3 次の homology 群 (これは $H^1(\mathcal{G}/H)$ を考えている: $\mathcal{G}$ は $\mathbb{C}^*$ の巡回群) 以外に
も考える必要があるが, $\mathcal{L}$ は現段階では特殊な例以外
よく解かれない.

§ 2. $\mathbb{C}(\mathcal{Y})$ -module $H_3(\dot{Z}([\lambda_0]), \mathcal{L}_{\mathcal{Y}, [\lambda_0]})$ の構造

7.3 $\tilde{\pi} : \dot{Z} \rightarrow \mathcal{Y}^*/W$ の fibre は 合同 $\lambda \cdot \mathfrak{o}$.

$\lambda_0 \in \mathcal{Y}^*$ 4. 4. 17,

$$\dot{Z}([\lambda_0]) = \{[\lambda_0]\} \times \left\{ [\mathfrak{g}], [\mathfrak{z}] \in \mathfrak{G}/H \times_w H^2(\mathfrak{G}/H) \mid \begin{array}{l} J_i(\mathfrak{z}) = J_i(\lambda_0) \\ i=1, \dots, \ell-1, \\ J_\ell(\mathfrak{z}) \neq J_\ell(\lambda_0) \end{array} \right\}$$

$$\subset \{[\lambda_0]\} \times \mathfrak{G}/H \times_w H^2(\mathfrak{G}/H)$$

7.3 2.3, $\dot{Z}([\lambda_0]) \subset \mathfrak{G}/H \times_w H^2(\mathfrak{G}/H)$ 4. 4. 17,

$$\dot{Z}([\lambda_0]) \subset \mathfrak{G}/H \times_w H^2(\mathfrak{G}/H)$$

$$\downarrow \qquad \downarrow$$

$$\dot{\mathcal{L}}_{[\lambda_0]} \subset H^2(\mathfrak{G}/H)/W.$$

17, $\pi_W : H^2(\mathfrak{G}/H) \cong \mathcal{Y}^* \rightarrow H^2(\mathfrak{G}/H)/W = \mathcal{Y}^*/W$ は ramified W -

Galois covering 7.3.1, ramification locus は R 4. 3. 4. 17,

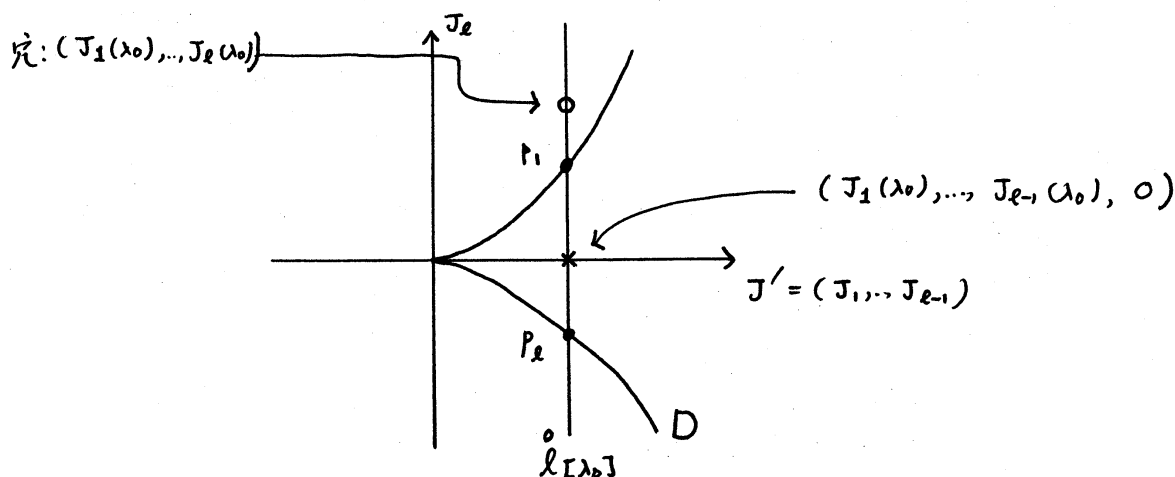
$R = \bigcup_{\alpha \in \Delta^+} H_\alpha$ 7.3.3. 多像 π_W の discriminant は $D = \pi_W(R)$

4. 4. 2, 以下 $\lambda_0 \in \mathcal{Y}^*$ 4. 4. 17 の仮定を置く:

仮定

$\dot{\mathcal{L}}_{[\lambda_0]} \in D$ の交わりは相異なる ℓ 点, i.e.,

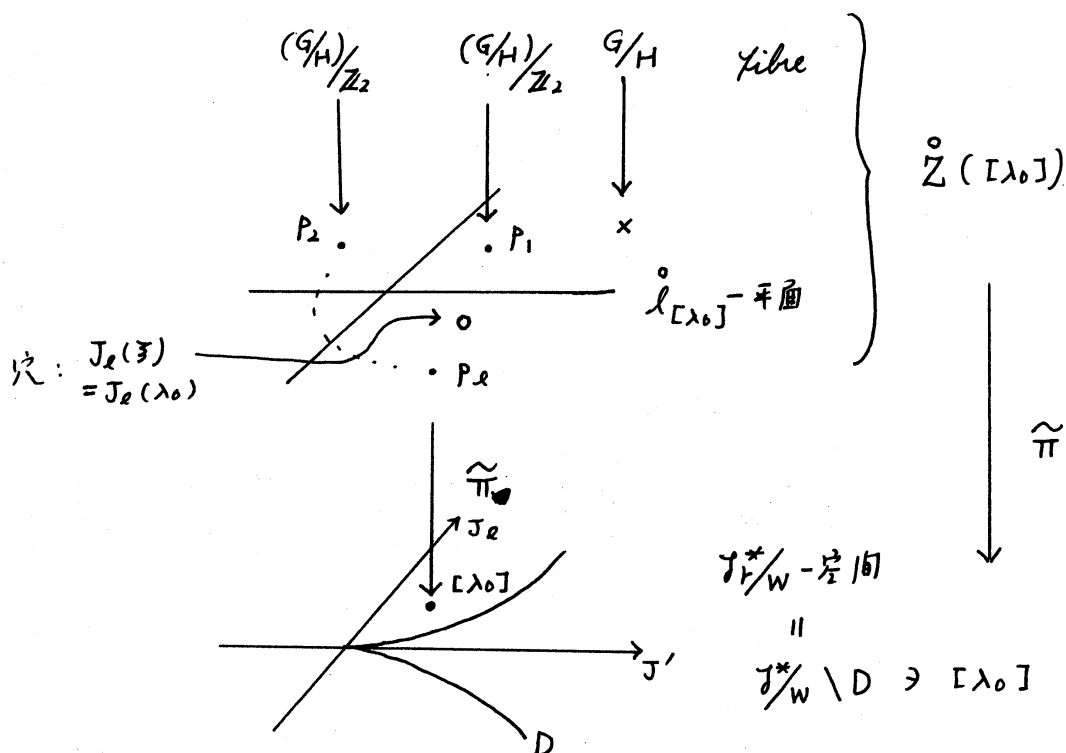
$$\dot{\mathcal{L}}_{[\lambda_0]} \cap D = \{P_1, \dots, P_\ell\}.$$



この仮定より、各 $p_i \in \mathring{\mathcal{L}}_{[\lambda_0]} \cap D$ の fibre $\pi_w^{-1}(p_i) \subset R$ の各点 $\tilde{p}_i$ は、分岐位数が 2 である ~~である~~ $\tilde{p}_i$ の等方群は $\mathbb{Z}_2$ の同型である。従って、

$$\tilde{\pi} : \mathring{\mathcal{Z}} \longrightarrow \mathcal{Y}^*_w = \mathcal{Y}^*_w \setminus D$$

の概念図は次の様である：



これは $H_3(\mathring{\mathcal{Z}}([\lambda_0]), \mathcal{L}_{\mathbb{Z}_2, [\lambda_0]})$ の構造を説明するために用いられる、少し準備を要する。 $G/H \cong T^*(G/B) \cong G \times_B \mathcal{U}$ なる同視である。ここで、 $\mathcal{U} = \mathcal{Y} \oplus \sum_{\alpha \in \Delta^+} \mathcal{Y}_\alpha$: Boel 部分環、 $\mathcal{U} = [\mathcal{U}, \mathcal{U}]$ 中零 Lie 部分環、 B は $\mathcal{U}$ に含まれる Boel 部分群である。

$$g \in \mathcal{U}, \quad J_g : T^*(G/B) \cong G \times_B \mathcal{U} \longrightarrow \mathcal{Y}^* \cong \mathcal{Y}$$

$$J_g([g, m]) = \text{Ad}(g)m$$

である。

今, 我々 $\mathfrak{h}$ の基底 $\{e_i\}_{i=1}^l$ を考え, $H^2(G/H)$ を
 考え $\tau: \mathfrak{h} \rightarrow H^2(G/H)$ の τ を,

$$f = \begin{pmatrix} 0 & 0 & & \\ & 0 & 1 & \\ & & \ddots & \\ & & & 1 \\ & & & & 0 \end{pmatrix} \in \mathfrak{g} \quad : \text{subregular 中零元}$$

$$\left(\Leftrightarrow Z_{\mathfrak{g}}(f) = \{x \in \mathfrak{g} \mid [x, f] = 0\} \right)$$

$\mathfrak{h}$ に対し, $\dim Z_{\mathfrak{g}}(f) = l+2$

$\mathfrak{h}$ に対し,

$$\begin{aligned} \tilde{B}_f &= J_G^{-1}(f) \subset T^*(G/B) \cong G \times_B \mathfrak{h} \cong G/H \\ &= \{[g, m] \in G \times_B \mathfrak{h} \mid \text{Ad}(g)m = f\}. \end{aligned}$$

と考える. $\tilde{B}_f$ は G/B の flag manifold G/B の
 subvariety

$$B_f = \{[g] \in G/B \mid \text{Ad}(g)^{-1}f \in \mathfrak{h}\} \subset G/B$$

と同一視する. $\mathfrak{h}$ の基底 $\{e_i\}_{i=1}^l$ を用いて B_f の構造を良く
 解く. $\mathfrak{h}$ の基底 $\{e_i\}_{i=1}^l$ を用いて

fact 3 [7]

$$P_i = B \cup B \sigma_i B : \text{parabolic subgroup } (i=1, \dots, l)$$

と表す.

$$B_f = P_1/B \cup \sigma_1 P_2/B \cup \dots \cup \sigma_1 \dots \sigma_{l-1} P_l/B.$$

従って, B_f の irreducible components は l -個あり, 各々
 $P^1(\mathbb{C})$ と同型である.

従って, $\tilde{B}_f$ の irreducible components は l -個あり,

$$\left\{ \begin{aligned} I(\tilde{B}_f) &= \{\tilde{C}_1, \dots, \tilde{C}_l\}, \quad (\tilde{C}_i \cap \sigma_1 \dots \sigma_{i-1} P_i/B \text{ は非空}) \\ \tilde{C}_i &\cong S^2 \quad (i=1, \dots, l) \end{aligned} \right.$$

である.

以上の準備の下で, $H_3(\dot{Z}([\lambda_0]), \mathcal{L}_{g, [\lambda_0]})$ の構造を調べる.

$$\left\{ \begin{array}{l} \dot{Z}([\lambda_0]) = \{ ([g], \xi) \in \mathcal{G}/H \times H^2(\mathcal{G}/H) \mid \begin{array}{l} J_i(\xi) = J_i(\lambda_0), \quad i=1, \dots, l-1 \\ J_l(\xi) \neq J_l(\lambda_0) \end{array} \} \\ \dot{\mathcal{L}}_{[\lambda_0]} = \{ \xi \in H^2(\mathcal{G}/H) \mid \begin{array}{l} J_i(\xi) = J_i(\lambda_0) \quad i=1, \dots, l-1 \\ J_l(\xi) \neq J_l(\lambda_0) \end{array} \} \end{array} \right.$$

(7.4.10),

$$\begin{array}{ccccc} \mathcal{G}/H \times H^2(\mathcal{G}/H) & \xrightarrow{\widetilde{\pi}_W} & \mathcal{G}/H \times_W H^2(\mathcal{G}/H) \\ \downarrow & \searrow & \downarrow \\ \dot{Z}([\lambda_0]) & \xrightarrow{\quad} & \dot{Z}([\lambda_0]) \\ \downarrow & \searrow & \downarrow \\ \dot{\mathcal{L}}_{[\lambda_0]} & \xrightarrow{\quad} & \dot{\mathcal{L}}_{[\lambda_0]} \\ \downarrow & \searrow & \downarrow \\ H^2(\mathcal{G}/H) & \xrightarrow{\pi_W} & H^2(\mathcal{G}/H)/W \end{array}$$

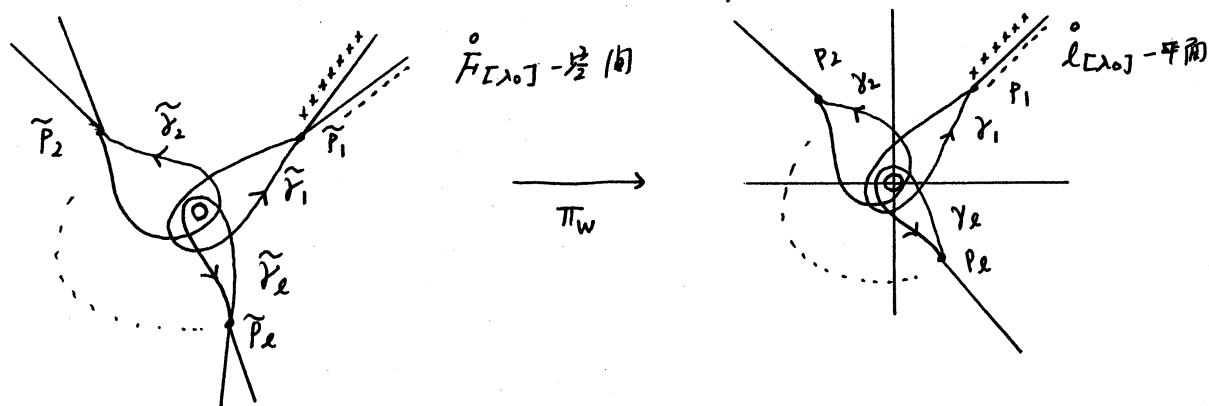
より可換図式を得る. (7.4.11),

$$\pi_W : \dot{\mathcal{L}}_{[\lambda_0]} \longrightarrow \dot{\mathcal{L}}_{[\lambda_0]} : \text{ramified } W\text{-Galois covering}$$

7.4.3より, 1) の (開) 基本領域から 1 葉の $\mathcal{G}$ - u - $\mathcal{E}$ 領域 $\dot{F}_{[\lambda_0]}$ を

$$\left\{ \begin{array}{l} \tilde{P}_i = \dot{F}_{[\lambda_0]} \cap H_{\alpha_i} \quad (i=1, \dots, l) : \text{ramification point} \\ \pi_W(\tilde{P}_i) = P_i \end{array} \right.$$

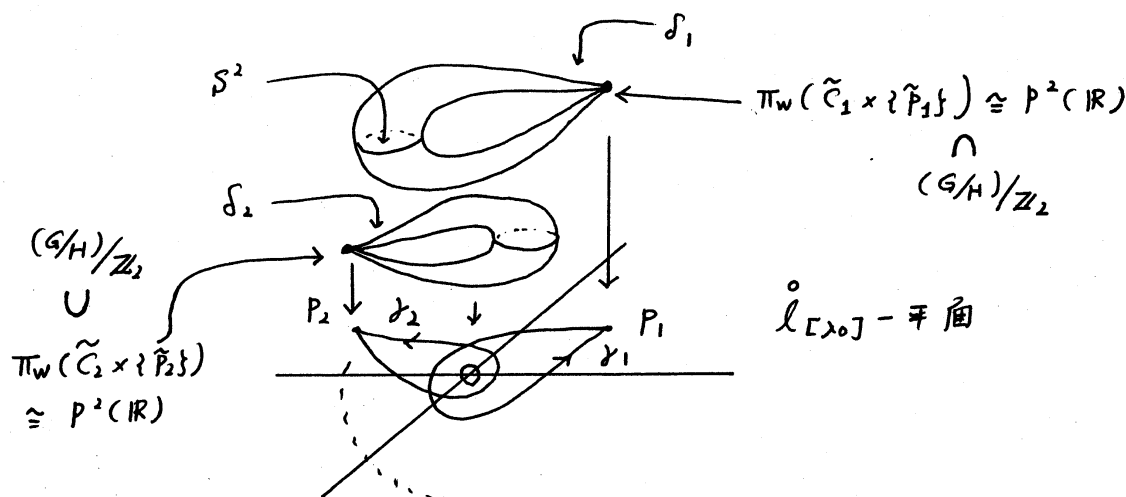
とすれば (7.4.1), $\dot{F}_{[\lambda_0]}$, $\dot{\mathcal{L}}_{[\lambda_0]}$ の loops は次の図の如きである.



$\xi : \mathbb{R}^n$,

$$\left\{ \begin{array}{l} \tilde{\delta}_i = \tilde{C}_i \times \tilde{\gamma}_i \subset \tilde{Z}([\lambda_0]) \\ \delta_i = \pi_W(\tilde{\delta}_i) \subset \dot{Z}([\lambda_0]) \end{array} \right. \quad (i=1, \dots, \ell)$$

とあるが δ_i ($i=1, \dots, \ell$) の図の絵の形になる。



このとき、次の命題が成り立つ。

Proposition (Givental' [2] Proposition)

$g \in \mathbb{C}^*$: generic のとき,

$$H_3(\dot{Z}([\lambda_0]), \mathcal{L}_{g, [\lambda_0]}) = \bigoplus_{j=1}^1 \mathbb{C}(g) [\delta_j]$$

が成り立つ。

§3 monodromy 表現.

以下、具体例 $\mathcal{G} = \mathfrak{sl}(3, \mathbb{C})$ を通して感じを
とんとんとおさうして行く。

まず次の重要な事実が成り立つ。次のことは一般の $\mathcal{G}$,
一般の nilpotent element f に対して調べるおもしろいことに注意しておく。

我々が今、必要なのは A_2 -型の場合のみで、1 の場合については
 の44 述へる：ε である。これは [4], [6] の特殊な場合である。

fact 4

(1) $H_2(\tilde{B}_f) = \mathbb{C}[\tilde{C}_1] \oplus \mathbb{C}[\tilde{C}_2]$ は W -module の

構造をもち、 W の生成元 σ_1, σ_2 に対して次が成り立つ：

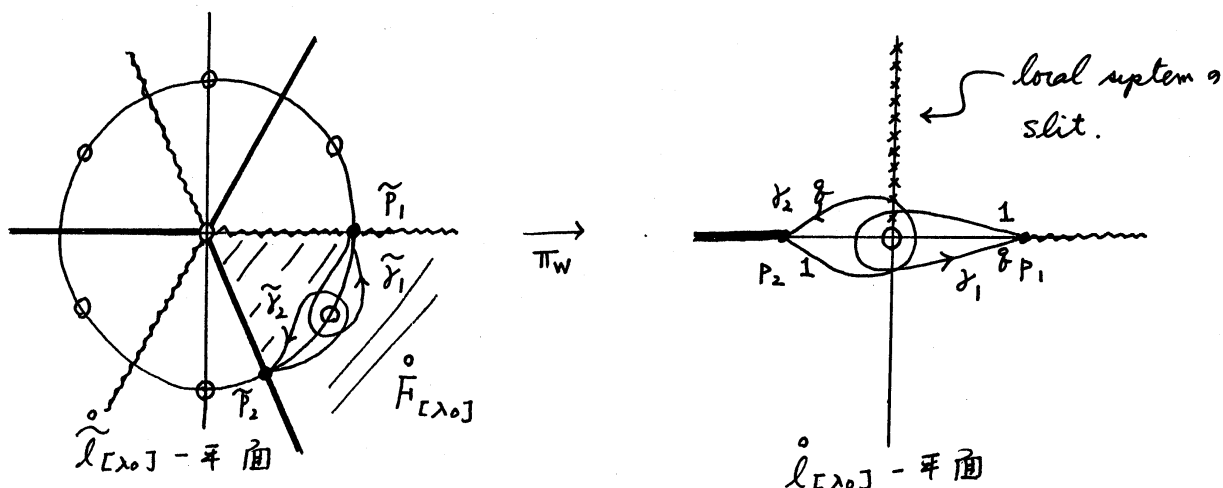
$$\begin{cases} \sigma_1([\tilde{C}_1]) = -[\tilde{C}_1] \\ \sigma_1([\tilde{C}_2]) = [\tilde{C}_2] + [\tilde{C}_1] \\ \sigma_2([\tilde{C}_1]) = [\tilde{C}_1] + [\tilde{C}_2] \\ \sigma_2([\tilde{C}_2]) = -[\tilde{C}_2] \end{cases}$$

(2) $i : \tilde{B}_f \hookrightarrow G/H$: inclusion により induce される

$$i_* : H_2(\tilde{B}_f) \rightarrow H_2(G/H)$$

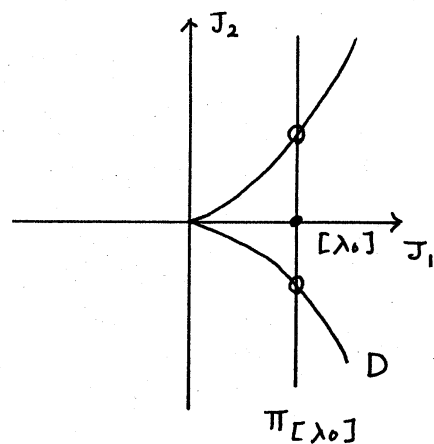
は W -equivariant linear isomorphism である。

27. A_2 -型の場合 $\tilde{\ell}_{[\lambda_0]}$, $\ell_{[\lambda_0]}$ は次の様になる。243。

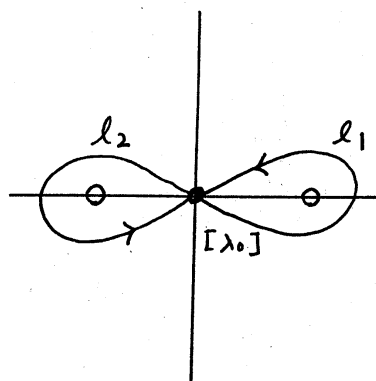


27 loops γ_1, γ_2 を書くことができ、1, 2 は local system の
 local cross-section の点 p_1, p_2 を始点、終点 $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3$ の値
 である。

すなわち, parameter 空間 $\mathcal{I}^*/W = \mathcal{I}^*/W \setminus D$ をある $[\lambda_0]$ への次の図の様に loops l_1, l_2 を定め, 移動させる。



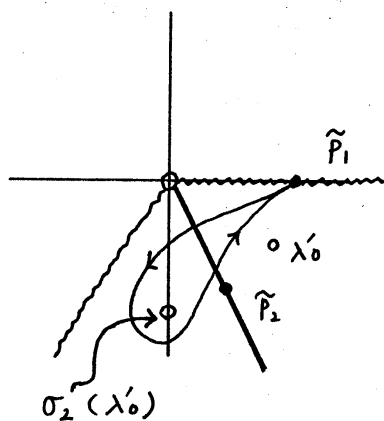
$\mathcal{I}^*/W \setminus D$ -空間



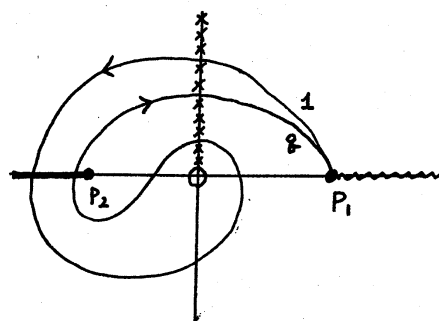
$\pi[\lambda_0]$ -平面.

以上の準備の下で, monodromy が計算できる。ここでは $[\lambda_0]$ から l_2 を沿って移動させる $[\tilde{\delta}_1]$ の作用を計算する。

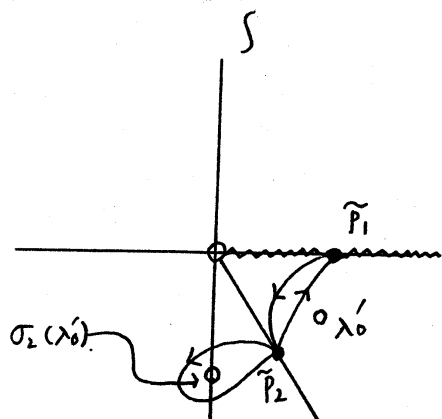
この作用の $\tilde{l}[\lambda_0], l[\lambda_0]$ をある loops σ_i の変化の様子は次の図の通り:



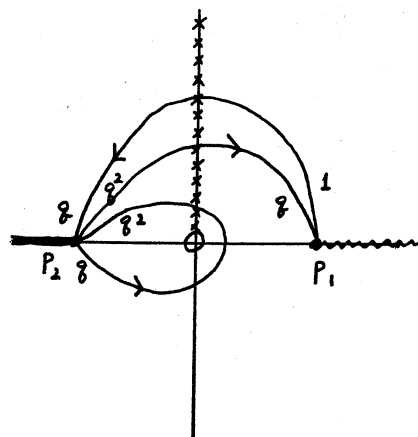
$\xrightarrow{\pi_W}$



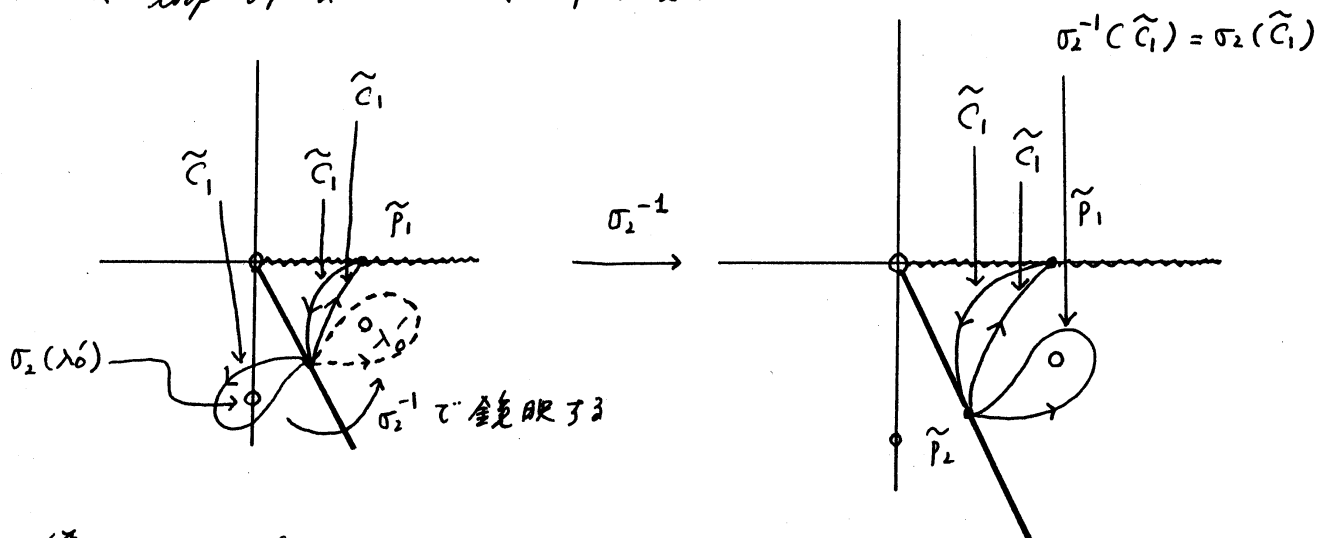
$\int$



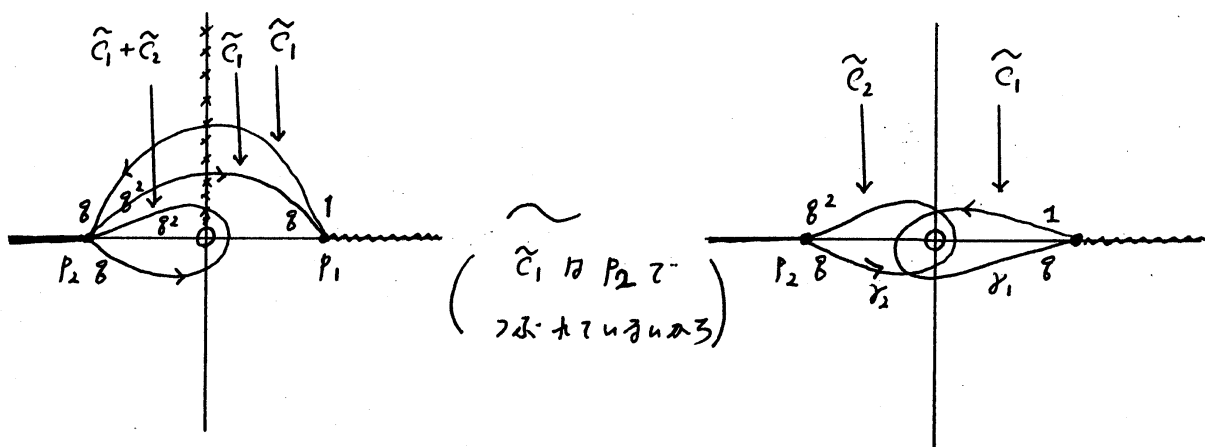
$\xrightarrow{\pi_W}$



次に $\text{loop } \tilde{\gamma}_1$ を動かして $\tilde{C}_1$ の変化をみる。



従って, fact 4 より



すなわち,

$$\rho : \pi_1(\pi_{[\lambda_0]}, [\lambda_0]) \rightarrow \text{Aut}(\mathcal{H}_3(\dot{Z}([\lambda_0]), \mathcal{L}_{\tilde{\gamma}, [\lambda_0]}))$$

$$\rho(l_2)([\delta_1]) = [\delta_1] + \delta[\delta_2]$$

また, 同様に,

$$\begin{cases} \rho(l_1)([\delta_1]) = -\delta[\delta_1] \\ \rho(l_1)([\delta_2]) = [\delta_2] + [\delta_1] \end{cases}$$

$$\begin{cases} \rho(l_2)([\delta_1]) = [\delta_1] + \delta[\delta_2] \\ \rho(l_2)([\delta_2]) = -\delta[\delta_2] \end{cases}$$

を得る。

∴ $\pi_1(\Pi[\lambda_0], [\lambda_0]) \rightarrow \pi_1(\mathcal{Y}_r^*/W, [\lambda_0])$ は全射である,
 ρ の表現行列が, Braid 群の関係式を満たすことはわかる。
 従って,

$$\rho: \pi_1(\mathcal{Y}_r^*/W, [\lambda_0]) \rightarrow \text{Aut}(H_3(\check{Z}([\lambda_0]), \mathcal{L}_{g, [\lambda_0]}))$$

$$\rho(l_1) = \begin{pmatrix} -g & 1 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad \rho(l_2) = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ g & -g \end{pmatrix}$$

を得るが, これは A_1 -型 Braid 群の Burau 表現と一致している。
 この事実が A_e -型一般に成り立つ次の定理を得る。

Theorem (Givental' [2] Theorem 1)

$g \in \mathbb{C}^*$: generic

$\alpha \in \mathbb{Z}$,

$$\rho: \pi_1(\mathcal{Y}_r^*/W, [\lambda_0]) \rightarrow \text{Aut}(H_3(\check{Z}([\lambda_0]), \mathcal{L}_{g, [\lambda_0]}))$$

は Braid 群 $\pi_1(\mathcal{Y}_r^*/W, [\lambda_0])$ の Burau 表現と一致する。

従って, $R = \mathbb{C}(g)[\pi_1(\mathcal{Y}_r^*/W, [\lambda_0])]$: Braid 群の群環,

H_e : A_e -型 Hecke 環 である。

$$\begin{array}{ccc} R & \xrightarrow{\rho} & \text{End}(H_3(\check{Z}([\lambda_0]), \mathcal{L}_{g, [\lambda_0]})) \\ \downarrow & \nearrow \bar{\rho} & \\ H_e & & \end{array}$$

は Hecke 環の表現と factor する。

これ以外の Hecke 環の表現も $H^2(G/H)$ と変えることは 174 のように
 得られるが, 正確に目標は程遠い。

Reference

- [1] Ginsburg V. "Lagrangian Construction for representations of Hecke algebras" *Adv. in Math.* 63 (1987)
- [2] Givental' A. B. "Twisted Picard-Lefschetz Formulas" *Funct. Anal. and its Appl.* 22 (1988)
- [3] Hatla R. "On Springer's representations" *J. Fac. Sci. Uni. of Tokyo* 1A 28 (1982)
- [4] Hatla R. "On Joseph's Construction of Weyl Group Representations" *Tohoku Math. J.* 36 (1984)
- [5] Lusztig G. "Equivariant K-theory and Representation of Hecke algebras" *Proc. Am. Math. Soc.* 94 (1985)
- [6] Slodowy P. "Four lectures on simple groups and singularities" *Comm. of Math. Inst. Rijks. Uni. Utrecht* 11 (1980)
- [7] Steinberg R. "Conjugacy Classes in Algebraic Groups" *Lecture Notes in Math.* 366 (1974)