

C^1 級葉層構造の存在について

東大教養 塚井俊 (Takashi TSUBOI)

$m+n$ 次元多様体 X 上の余次元 n , C^r 級 ($r \geq 1$) 葉層構造子は次をみたす $(\{U_\lambda\}, f_\lambda, g_{\lambda\mu})$ で与えられる:

$\{U_\lambda\}$ は X の開被覆.

$f_\lambda: U_\lambda \rightarrow \mathbb{R}^n$ は C^∞ submersion,

$g_{\lambda\mu}: f_\mu(U_\lambda \cap U_\mu) \rightarrow f_\lambda(U_\lambda \cap U_\mu)$ は C^r 級微分同相で,

$f_\lambda = g_{\lambda\mu} f_\mu$ を満たす。

C^r 級 ($r \geq 1$) 葉層構造子に対して、その接束 $T\Phi$ が定まる。

次の結果を得る。

定理. TX の部分束 E を与えた時、 C^1 級葉層構造子で、
 $T\Phi$ が E とホモトープであるものが存在する。

これは、 C^r 級 ($r \geq 2$) 葉層の Bott の消滅定理 [子が余次元 n , C^r ($r \geq 2$) $\Rightarrow TX/T\Phi$ の特性類 $\in H^i(X; \mathbb{R})$ ($i > 2n$) は零] と

つける。対照を示している。

我々の定理は Haefliger, Mather, Thurston 達の定理により。
次の定理に帰着される。(例えは [2], [4] 参照。)

定理 $B\overline{\text{Diff}}_c^1(\mathbb{R}^n)$ は acyclic である。

ここで $G = \text{Diff}_c^1(\mathbb{R}^n)$ は台がコンパクトな \mathbb{R}^n の C^1 級微分同相群に C^1 位相を入れたものであり、 G^δ を G に離散位相を入れたものとするとき、 $B\overline{G}$ は分類空間の間の自然等写像
 $B\text{id} : BG^\delta \rightarrow BG$ のモトピーファイバーである。 $B\overline{\text{Diff}}_c^1(\mathbb{R}^n)$
>は台がコンパクトな C^1 級葉層 \mathbb{R}^n 積の分類空間である。

定理の証明は $G = \text{Diff}_c^1(\mathbb{R}^n)$ の Denjoy-Pixton 可換部分群
>と C^1 級葉層 \mathbb{R}^n 積のノルムがファイバー方向の相似変換で不变
>であることを使って $B\overline{G}$ のチェイン複体上で恒等写像と自明
>写像の間のモトピーファイバーを構成することによりなされる。

§ 1. $\text{Diff}_c^1(\mathbb{R}^n)$ の可換部分群。

$PG = \{f : [0, 1] \rightarrow G ; f(0) = \text{id}\}$ とおく。実際によ
>要とされるのは、次の性質を持つ準同型 $\pi_N : \mathbb{Z}^N \rightarrow PG$
>である。但し、 N は任意の正整数とする。

(i). \mathbb{R}^n の開球 U_k ($k=1, \dots, N$) が存在し、 $\lambda \in \mathbb{Z}^k \times \{0\}^{N-k}$ に付し、 $\overline{\text{重}}(\lambda)(U_k)$ は disjoint. 但し、 $\overline{\text{重}}(\lambda) = \overline{\text{重}}(\lambda)^{(1)}$.

(ii). $\lambda \in \{0\}^k \times \mathbb{Z}^{N-k}$ に付し、 $\text{重}(\lambda)$ の台は $\text{cl } \bigcup_{\lambda' \in \mathbb{Z}^k \times \{0\}^{N-k}} \overline{\text{重}}(\lambda')(U_k)$ に含まれる。

(iii). $\lambda \in \mathbb{Z}^N$ に付し、 $\overline{\text{重}}(\lambda)|_{U_N}: U_N \rightarrow \overline{\text{重}}(\lambda)(U_N)$ は smooth.

(iv). 次のようす定数 C_N が存在する。任意の $\lambda \in \mathbb{Z}^N$, U_N に台をもつ任意の C' 級ベクトル場 ξ に付し、

$$\|\overline{\text{重}}(\lambda)_*\xi\|_1 \leq C_N \|\xi\|_1.$$

但し、 $\|\cdot\|_1$ は C' -ノルムである。

注意。 $n=1$ 、すなわち \mathbb{R} 上では、重は Denjoy-Pixton の作用を与える。(いわゆる Denjoy flow が存在するとの同じ理由で存在する作用である。) これは C' 級微分同相群に特有の現象である。実際、 $\text{Diff}_c^2(\mathbb{R})$ に対しては、 $N \geq 2$ に対して上の(i)を満たす重 $_N$ は存在しない (Kopell の定理)。

予想。 $r \in \mathbb{Z}$, $N \geq n+1$ で 次のようす重: $\mathbb{Z}^N \rightarrow \text{Diff}_c^r(\mathbb{R}^n)$ は存在しない。 \exists open set V s.t. $\overline{\text{重}}(\lambda)(V), \lambda \in \mathbb{Z}^N$ are disjoint.

さて、上のようす重 $_N$ をつくるには、 \mathbb{R} 上のアソシテーション群

を、 \mathbb{R} をコンパクト化した閉区間に、両端で各元の作用が
 id に ∞ -tangent とすこちうに拡張したものを使うとするのが
が、ここではこれ以上深入りしないことにする。

§ 2. Cubic complex.

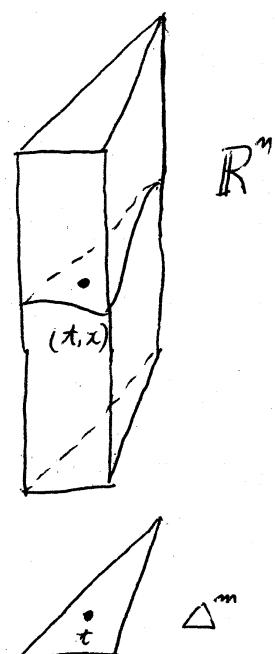
$G = \text{Diff}_c^1(\mathbb{R}^n)$ に対して、 $B\bar{G}$ は次の ように構成される。

$S_*(G)$ を G の特異単体複体とする。 G は $S_*(G)$ に右から自由に作用する。これは、特異 m 単体 $\sigma : \Delta^m \rightarrow G$, $g \in G$ に対して、 $\sigma g : \Delta^m \rightarrow G$ を $(\sigma g)(t) = \sigma(t)g$ ($t \in \Delta^m$) とすることにより定義される。この G 作用は $S_*(G)$ の境界作用子と可換で、 $S_*(G)/G$ は半単体的複体となる。 $B\bar{G}$ は、
 これの実現 $|S_*(G)/G|$ として得られる。

$\tau : \Delta^m \rightarrow G$ は Δ^m 上の葉層 \mathbb{R}^n 積 τ を定める。ここで、 τ_t の $(t, x) \in \Delta^m \times \mathbb{R}^n$ を通る葉は、

$\{(u, \tau(u)\tau(t)^{-1}(x)) ; u \in \Delta^m\} \subset \Delta^m \times \mathbb{R}^n$ である。 τ と τ_g は同じ葉層積を定める。

こうして、 $B\bar{G}$ の m 単体と Δ^m 上の葉層 \mathbb{R}^n 積 (\mathbb{C}^n で台が compact なとき) は 1 対 1 に対応する。あるいは、この ような 単体上



の葉層積を自然に貼りあわせて $B\bar{G}$ が構成されている。

葉層積の台、ノルムについて述べておく。 $([2], [3])$.

有限複体 Y 上の葉層 R^n 積子の台、 $\text{Supp } \gamma$ とは R^n の開集合 K で「 $Y \times (R^n - K)$ で葉層は積葉層、すなわち葉は水平である」ようなもののうち最小のもののことである。

$\text{Diff}_c^1(R^n)$ の C^∞ 多様体構造に対し、 C^∞ である γ を特異 m 単体 $\sigma : \Delta^m \rightarrow \text{Diff}_c^1(R^n)$ を考える。付随する葉層積 γ_σ のノルムは、 $\sigma(u)\sigma(t)^{-1}$ の $u=t$ における接写像 $X_t : T_t \Delta^m \rightarrow \gamma_\sigma'(R^n)$ (R^n の台がコンパクトで C^1 級で t による場のない空間) のノルムの上限 $\sup_{t \in \Delta^m} \|X_t\|$ として得られる。これを $\|\gamma_\sigma\|$ 又は $\|\gamma\|$ と書く。このノルムはファイバー方向の相似変換で不変である (C^1 級だから)。

$B\bar{G}$ のホモロジーは半単体的複体 $S_*(G)/G$ に付随するケイン複体のホモロジーであるが、我々は、立方体的複体 $Q'_*(G)/G$ を使ってこれを計算する。対角線に沿って分割する写像 $Q'_*(G)/G \rightarrow S'_*(G)/G$ が、ホモロジーで全射であることはすぐわかるので、これが自明写像とすることを示すのである。さらに $Q'_*(G)/G$ と γ のを考慮する。 $([3])$ これは singular m -cube を全順序集合 \mathcal{A} の m 元部分集合 A_i に対して、 $[0, 1]^A \xrightarrow{\gamma} G$ となるものとして定める。 $(\varepsilon=0, 1, i \in A \text{ に付し}, \partial_i^\varepsilon Q : [0, 1]^{A-i} \xrightarrow{\gamma} G)$ さて、 $Q_j : [0, 1]^A \xrightarrow{\gamma} G$ ($j \in J$) 可算個の singular cube は γ に付する正規化した複体である。

$\text{Supp } Q_j = \text{Supp } f_{Q_j} \subset K_j$ で、 K_j は interior disjoint としよう。
 Q_j (1に対応する葉層積)を零であつめた葉層積 $\cup Q_j$ が考えられる。
 $\cup Q_j$ は $[0, 1]^A \times K_j$ と f_{Q_j} と一致し、 $[0, 1]^A \times (\mathbb{R}^n - UK_j)$
 は水平な葉を持つものである。このとき $\|Q_j\|$ が零に収束し、
 1. UK_j が有界ならば、 $\cup Q_j$ は G の singular cube となる。

さて、正整数 N , $i \in A$ に対し、函数

$$v_i : J \times \{1, \dots, N\} \longrightarrow \mathbb{R}$$

で $v_i(f, k) \geq 0$ 且 $\sum_{k=1}^N v_i(f, k) = 1$ を満たすものがある

としよう。このとき $\kappa_i^v : [0, N] \times J \longrightarrow [0, 1]$ を

$$\kappa_i^v(t, f) = \sum_{k=1}^{[t]} v_i(f, k) + v_i(f, [t]+1) \{ t - [t] \}$$

で定義する。さらに、 $h_f^v : [0, N]^A \longrightarrow [0, 1]^A$ を次で定める

$$h_f^v(t_1, \dots, t_n) = (\kappa_{i_1}^v(t_{i_1}, f), \dots, \kappa_{i_n}^v(t_{i_n}, f)).$$

$Q = \cup Q_j : [0, 1]^A \longrightarrow G$ が $\text{Supp } Q_j \subset K_j$ を満たすとき、

$$h_A^v Q = \cup Q_j h_f^v : [0, N]^A \longrightarrow Q$$

が得られる。2つの v_i, v_i' に対し、 $h_A^v Q$ と $h_A^{v'} Q$ は homotopic

で、線型ホモトピー $h_A^{vv'} Q = \bigcup_{j \in J} Q_j h_j^{vv'}$ で結ばれる。

これを $t_i = k$ ($i \in A$, $k = 1, \dots, N-1$) で cut (切る) のは、 Q が smooth

であれば、smooth となる。これを $H_A^{vv'} Q$ と書く、

とくに、 $\delta_i : J \times \{1, \dots, N\} \longrightarrow \mathbb{R}$ で $\delta_i(f, 1) = 1$ を満たす函数

とすると、 $h_A^{\delta} Q$ (cutしたの) は Q が degenerate chain を加えた

もので、 $\hat{Q}'(G)/G$ では Q に等しい。

$\{v_i \mid i=1, \dots, N\}$ の $V_i(j, k) = 1 \Leftrightarrow j=k$ のとき
 $H_A^{\delta^\nu} Q = PQ$ は partition と呼ばれる。このとき $h_A^\nu Q$
 は Q を K_j に "制限して" のと "decomposable" chain の和に等
 しい ([3]).

§3. chain の構成.

さて、singular cube $Q : [0, 1]^m \rightarrow G$ は假し、その
 infinite iteration で \exists singular cube を構成する。

§1 の王をとり、 $N \in m+1$ より十分大とし、inclusion
 $\mathbb{Z}^{m+1} = \mathbb{Z}^{m+1} \times 0 \subset \mathbb{Z}^N$ を固定する。 Q の台は $U = U_N$
 に含まれるとする。 $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_m \in \mathbb{Z}^{m+1}$ の基底とする。

$\underline{m} = 1, \dots, m$ とおき、 $A \subset \underline{m}$ は假し。 $\beta_A = \sum_{i \in A} \beta_i$,
 $\gamma_A = \beta_0 + \beta_A$ とおく。 Λ を $\{ \gamma_A \mid A \subset \underline{m} \}$ はより生成される
 \mathbb{Z}^{m+1} の部分半群とする。 Λ は 原点から出て $\{(y) \times [0, 1]^m$
 を通る半直線全体の和集合に含まれる整数点全体である。こ
 れの境界を考えて、 $\partial_i^0 \Lambda$, $\partial_i^1 \Lambda$ が定義される。

Λ の元には $\{ \gamma_A \}$ は假す word length が定義される。長さ
 l の元は $l\beta_0 + \sum_{i=1}^m l_i \beta_i$ の形で $0 \leq l_i \leq l$ であるから、
 $(l+1)^m$ 個存在する。

$\lambda = l\beta_0 + \sum_{i=1}^m l_i \beta_i$ は假し、 $f_\lambda : [0, 1]^m \rightarrow [0, 1]^m$ は

$$j_\lambda(t_1, \dots, t_m) = \left(\frac{t_1 + t_2}{\ell+1}, \dots, \frac{\ell_m + t_m}{\ell+1} \right)$$

と定義し、 $Q_\lambda = \overline{\Phi}(\lambda) Q j_\lambda$ とおく。 $\ell \rightarrow \infty$ のとき C^1 -
界で $\|Q_\lambda\| \rightarrow 0$ である。このとき $A \subset \underline{m}$ は
次の singular cube と well defined である。

$$I(1, A) Q = \bigcup_{\lambda \in \Lambda - (\partial_i^1 1 \vee \dots \vee \partial_{j_n}^1 1)} \partial_{i_1}^1 \cdots \partial_{i_n}^1 Q_\lambda : [0, 1]^A \rightarrow G.$$

ここで $\{j_1, \dots, j_n\} = \underline{m} - A$ である。 $I(1, \underline{m}) Q = \bigcup Q_\lambda$
である。 $I'(1, A) Q = I(1, A) Q$ ($A \subset \underline{m}$) , $I'(\underline{m}) Q = \bigcup_{\lambda \in \Lambda - \{0\}} Q_\lambda$
とおく。

$\mathcal{C} \bigcup_{\lambda \in \Lambda} \overline{\Phi}(\lambda)(V)$ は台を $t \mapsto$ singular cube とする $\hookrightarrow \sigma$ の
partition をつくる。これは Λ の分割を指定する = とれり 定
めである。 P_i^ε を $1 - \partial_i^\varepsilon 1$ と $\partial_i^\varepsilon 1$ に閣する partition とする。

$i \in \underline{m} - A$, $Q : [0, 1]^A \rightarrow G$ は $\mathcal{C} \bigcup_{\lambda \in \Lambda - \partial_i^\varepsilon 1} \overline{\Phi}(\lambda)(V)$ 上の
chain と看る = とれる。但し、

$$\partial_i^0 P_i^0 Q = g_i^0 Q + f_i^0 Q + r_i^0 Q, \quad \partial_i^1 P_i^0 Q = Q$$

$$\partial_i^0 P_i^1 Q = Q, \quad \partial_i^1 P_i^1 Q = g_i^1 Q + f_i^1 Q + r_i^1 Q$$

とあるようにホモトピーへの向きを定める。ここで $g_i^\varepsilon Q, f_i^\varepsilon Q$
は $Q \circ \mathcal{C} \bigcup_{\lambda \in \Lambda - \partial_i^\varepsilon 1} \overline{\Phi}(\lambda)(V)$, $\mathcal{C} \bigcup_{\lambda \in \Lambda - \partial_i^\varepsilon 1} \overline{\Phi}(\lambda)(V)$ の "制限" である。

$\underline{m} - A$ の disjoint subsets E, F は \mathcal{C} である。

$$P_{E, F} Q = P_{i_1}^{\varepsilon(i_1)} \cdots P_{i_n}^{\varepsilon(i_n)} Q \quad \begin{cases} E \cup F = \{i_1, \dots, i_n\} \\ i_1 < \dots < i_n \\ \varepsilon(i_j) = 1 \iff i_j \in F \end{cases}$$

$\bar{\epsilon}: \mathbb{Z}^{mn} \rightarrow PG$ をつかって iterated homotopy $\bar{\epsilon}$. 次で定義する。
 $B \subset \underline{m}$, $Q: [0, 1]^{\underline{m}-B} \rightarrow G$ とする。

$$C_B Q(t_1, \dots, t_m) = \bar{\epsilon}(\beta_{j_1})^{(t_{j_1})} \cdots \bar{\epsilon}(\beta_{j_n})^{(t_{j_n})} Q(t_{k_1}, \dots, t_{k_n}).$$

ここで $\{j_1, \dots, j_n\} = B$, $t_{j_1} \leq \cdots \leq t_{j_n}$, $\{k_1, \dots, k_n\} = \underline{m}-B$, $k_1 < \cdots < k_n$ である。

これまでの定義をつかって、次の chain が定義される。

$$X_1 = \sum C_B P_{E,F} \partial_{E,F} I(1, \underline{m}-B) Q.$$

ここで τ 和は \underline{m} の disjoint subsets B, E, F に対する τ と \exists 。
 X_5 を上の X_1 と I と I' にかえて取るところ。
 $X_5 \in X_1$ の比較から定理を証明する。

$v_i: A \times \{1, 2\} \rightarrow R$ と次で定義する。

$$v_i(l\beta_0 + \sum l_j \beta_j, 1) = \frac{l+1-l_i}{l+2}$$

$$v_i(l\beta_0 + \sum l_j \beta_j, 2) = \frac{l_i+1}{l+2}.$$

$$\exists Q: [0, 1]^A \rightarrow G$$

$SQ = H_A^{\delta V} Q$ とする。 $V \subset A$ とする。
 $s_V Q = (h^V Q) \tau_V$ 。
 τ_V は $[0, 2]^A$ 上の V の characteristic function $\epsilon \{0, 1\}^A$ に対する平行移動とする。
 SQ は $[0, 1]^{A \times \{1, 2\}}$ 上の chain として定義する (S は \underline{m} の元より大きくなるところ)。

$$\partial_s^0 SQ = Q, \quad \partial_s^1 SQ = \sum_{V \subset A} s_V Q, \quad (\partial_s^0 - \partial_s^1) SQ = S(\partial_s^0 - \partial_s^1) Q (j \in A).$$

$\mu_i: (1 - \{0\}) \times \{1, 2\} \rightarrow R$ と次で定義する

$$\mu_i(l\beta_0 + \sum l_j \beta_j, 1) = \frac{l_i}{l+1}$$

$$\mu_i(l\beta_0 + \sum l_j \beta_j, 2) = \frac{l+1-l_i}{l+1}.$$

同様に $\mu_i + s s' Q$ が定義される。

$E, F \in \Sigma$ の disjoint subset とする。 $P_E^F \in \Lambda - \bigcup_{i \in E} \partial_i^\circ \Lambda - \bigcup_{i \in F} \partial_i^! \Lambda$,
 $\bigcup_{i \in E} \partial_i^\circ \Lambda \cup \bigcup_{i \in F} \partial_i^! \Lambda$ は Γ_3 partition とする。 $Q \in [0, 1]^4$ は cube
 $\rightarrow P_E^F$ は $[0, 1]^{AVE}$ 上の chain とする。 $Q \in \Lambda \bigcup_{\Lambda \in \Lambda - \bigcup_{i \in E} \partial_i^\circ \Lambda - \bigcup_{i \in F} \partial_i^! \Lambda} \overline{\theta(\Lambda)}(U)$
 \wedge の制限を $g_E^F Q$ とする。

X_2, X_4 も次で定められる。4つの disjoint subsets $B, E, F, V \Rightarrow n = 4$ とする。

$$X_2 = \sum c_B P_{E, F} S_V \partial_{E, F} I(\Lambda, \underline{m} - B) Q$$

$$X_4 = \sum c_B P_{E, F} S'_V \partial_{E, F} I'(\Lambda, \underline{m} - B) Q$$

$X_2 \wedge X_4$ の関係を記述する。以下のとおり。 $=$ は $I(\Lambda, \underline{m} - B)$

$I'(\Lambda, \underline{m} - B)$ の構成の(からかう)いえど。

$$\overline{\theta}(S_{B, V}) S_V I(\Lambda, \underline{m} - B) Q = g_{B, V}^{\underline{m} - B - V} S'_{\underline{m} - B - V, \underline{m} - V} I'(\Lambda, \underline{m}) Q.$$

$$= \tau \quad S'_{V, VVWQ} = \partial_{V, W} S'_V Q = \partial_{W, \phi} S'_{VWQ} \rightarrow \text{とく} \Rightarrow \text{とく}.$$

$$X_3 = \sum c_B P_{E, F} g_{\underline{m} - A - B - E}^{AVE} \partial_{E, F} S'_{AVE} I'(\Lambda, \underline{m} - B)$$

とかく。 X_2 は $\overline{\theta}(S_{B, V})$ で τ で表すことができる。

§ 4. 定理の証明。

上に構成した X_1, \dots, X_5 は第1. 次のようす $Y_i(\Lambda) Q$,
 $\dots, Y_4(\Lambda) Q$ が具体的に構成される。

$$X_{j+1} - X_j = \partial Y_j(\Lambda) Q + \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^m (-1)^{i+j} Y_j(\partial_i^\varepsilon \Lambda) \partial_i^\varepsilon Q.$$

一方 X_1, X_5 に付し、 $Y_5(\lambda)Q$ で

$$Q + X_5 - X_1 = \partial Y_5(\lambda)Q + \sum (-1)^{i+\varepsilon} Y_5(\partial_i^{\varepsilon}\lambda) \partial_i^{\varepsilon} Q$$

をみたすものが得られる。これより、

$$Q = \partial Y(\lambda)Q + \sum (-1)^{i+\varepsilon} Y(\partial_i^{\varepsilon}\lambda) \partial_i^{\varepsilon} Q$$

とする Y が得られる。これを $Q + \sum (-1)^{|F|} D_F \partial_{\phi, F} Q$ に作用させると下の Y' が得られる。ここで $D_F = D_{j_1} \cdots D_{j_m}$, $F = \{j_1, \dots, j_m\}$ で D_{j_k} は退化作用子である。

$$Q = \partial Y(\lambda)Q + \sum (-1)^i Y'(\partial_i^0 \lambda) (\partial_i^0 Q - \partial_i^1 Q).$$

こういうものが得られるとき [3] で使った議論により, acyclicity がいえる。 $(R_*^*(G)/G \rightarrow S'_*(G)/G)$ が自明写像とエイシホモトープは等しい。

実際に上の Y_i を作るのは Y_1, Y_4 では X_1, X_5 の $C_B P_{E,F}$ の後に S あるいは S' を加えればよい。 Y_2 は $\underline{\pi}$ の disjoint subsets B, W に付し、 β_0 方向を使って C_B, C_W の join を定義し、これを使って構成する。 Y_3 は、 $\Lambda - \partial_i^0 \Lambda - \partial_i^1 \Lambda$ と $\partial_i^0 \Lambda \cup \partial_i^1 \Lambda$ についての partition P_i^* と P_i^0, P_i^1 の比較、及ぶ $f_{\underline{\pi}-V-B}^V \wedge' V I'(\Lambda, \underline{\pi}-B) Q$ は各 $\bar{\pi}(\Lambda)(V)$ 上 degenerate であることから得られる。 Y_5 は $\{0\} \times \Lambda - \{0\}$ に関する partition を使って作られる。

これらの構成の際に問題になるのは partition の境界としてあらわれたる各 $\bar{\pi}(\Lambda)(V)$ 上で degenerate LT, RT の項である。

$$(\partial PQ + P \partial Q = Q - \sum Q \text{の restriction} - rQ). \quad \text{これは次の定理}$$

はより解決される。

^{自然数}
定理. m に付し、自然数 $N (> m)$ が定まり、 λ の任意の部分
集合 Θ に対し、 $\text{cl} \bigcup_{\lambda \in \Theta} \overline{\text{重}}(\lambda)(U_N)$ に台をもつ $m-1$ 次元以下の任意の
cycle は、 $\text{cl} \bigcup_{\lambda \in \Theta} \overline{\text{重}}(\lambda)(U_{m+1})$ に台をもつ chain で bound
される。

m について帰納的に。

この定理は、我々の方法による $m-1$ acyclic の証明を、
重の性質 (i), (ii) に付し、重を $\bigcup_{\lambda \in \Theta} \overline{\text{重}}(\lambda)(U_{m+1})$ に制限したも
のを使って、 $\bigcup_{\lambda \in \Theta} \overline{\text{重}}(\lambda)(U_N)$ に台をもつ chain に対して次の手
順あてはめれば、示される。

ここで述べた定理の周辺については次の文献を参照して下
さい。

- [1] 數解研講究録 479 (1983) 134-162.
- [2] 論説 数学 36 (1984) 320-343.
- [3] Adv. Studies in Pure Math. 5 (1985).
- [4] 第33回トポロジー・シンポジウム講演集 (1985) 99-110.
- [5] in preparation.