数理解析研究所講究録
第 479 巻 1983 年 106-120

Cantwell-Conlon の Generalized Reeb Stability の別証と高次元への拡張

千葉大教養　稲葉尚志 (Takashi Inaba)

余次元 1 の C^2 級葉層構造における真葉の安定性について考察し、Cantwell-Conlon の 2 次元の結果を一般次元に拡張する。以下断わりのない限り (C^r) 葉層構造といえば、C^∞ 葉をもつ横断的向付可能な余次元 1 (C^r) 葉層構造のこととする。($0 \leqq r \leqq \infty$)

§1　定義と今迄の結果

<u>1.1 定義</u>　$\mathcal{F}$ を閉 C^∞ 多様体 M 上の葉層構造とし、各点で $\mathcal{F}$ に横断的な M 上の次元 1 の葉層構造 $\mathcal{T}$ を 1 つ固定する。$\mathcal{F}$ の真葉 L が<u>安定</u>であるとは、L の近傍 N と葉層保存同相 φ:
$(L \times D^1, \{L \times \{t\}\}_{t \in D^1}, \{\{x\} \times D^1\}_{x \in L}) \longrightarrow (N, \mathcal{F}|N, \mathcal{T}|N)$
が存在して、$\varphi|L \times \{0\} = id_L$ を満たすことをいう。

<u>1.2 定義</u>　L を境界のない C^∞ 多様体とする。L が <u>C^r 安定性をもつ</u>とは、L が閉 C^∞ 多様体上の C^r 葉層構造の真葉として実現されていればいつでも定義 1.1 の意味で安定であることを

いう。

真葉の安定性問題の最終目標は、L が C^r 安定性をもつ為の必要十分条件を L の位相の言葉で表わすことにある。

L が閉多様体（＝コンパクト葉）の場合には、この問題は Thurston [T] によってほぼ完全に解決されている：即ち L が C^r $(r \geq 0)$ 安定性をもつ為には $H^1(L;\mathbb{R})=0$ が必要であり、$r \geq 1$ なら十分でもある。（$r=0$ の時のみ未解決。部分的結果が Plante [P, §8] にある。）

ところが L が開多様体の場合には、今迄に知られている事は極めて少なく、$\mathbb{R}^2$ が C^0 安定性をもつ事 [I 1] と、$S^1 \times \mathbb{R}$ が C^1 安定性をもたない事 [Pi] 位であった。最近 Cantwell - Conlon [C-C 2] が、ジーナス 0 で端（エンド）集合が有限型の曲面は C^2 安定性をもつことを示した。これにより、コンパクトの場合と異なり、開多様体の場合には C^1 と C^2 の間に差のあることが判明した。

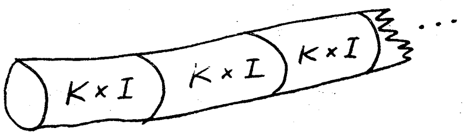
§2　得られた結果

W を葉 L の部分集合とする時、W に対する安定の定義は、定義 1.1 をそのまま拡張して得られる。

2.1 定義　M, $\mathcal{F}$ は定義 1.1 の通りとし、L を $\mathcal{F}$ の葉、e を L の端（エンド）とする。e が安定とは、e のある近傍 W が安定であることをいう。

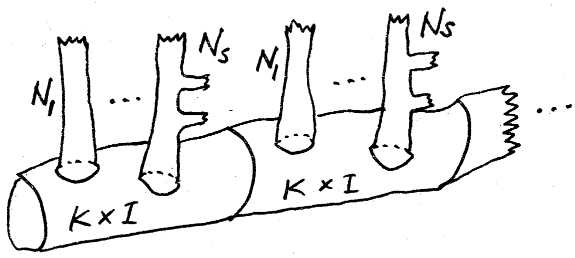
注) 端に関する諸定義については[I2]を参照されたい。

端の族$\mathcal{E}$を次の様に帰納的に定義する。$\mathcal{E}=\bigsqcup_{k=0}^{\infty}\mathcal{E}_k$であり、$e\in\mathcal{E}_0$とは、$e$が$K\times I$を周期にもつ周期端である事とする。



但し、Kはその基本群がねじれ元を法として$\mathbb{Z}$か$\{1\}$であるような連結閉多様体である。（簡単の為、以下、下線部の性質を(*)で表わす。）

$\mathcal{E}_{k-1}$まで定義されたとする。$e\in\mathcal{E}_k$とは、eが次の様にして構成される時にいう。Kは(*)を満たす多様体であり、$B_1,\cdots,B_s$は$K\times \mathrm{Int}\,I$の互いに交わらないコンパクト余次元0部分多様体であって、∂B_i $(i=1,\cdots,s)$が(*)を満たすものとする。更にN_i $(i=1,\cdots,s)$を、ある端$e_i\in\mathcal{E}_{k_i}$ ($0\leqq k_i\leqq k-1$ かつ $1\leqq {}^{\exists}i\leqq s$ s.t. $k_i=k-1$)の周期近傍であり、$\partial N_i = \partial B_i$ (diffeo)を満たすものとする。このときeは $\left(K\times I-\bigcup_{i=1}^{s} B_i\right)\bigcup_{\cup\partial}\left(\bigcup_{i=1}^{s} N_i\right)$ を周期にもつ周期端である。



本稿の主結果は次である。

<u>2.2 定理</u>　Lを開多様体上の余次元1 C^2葉層構造の真葉とし、eをLの端であって$\mathcal{E}$に属するものとすれば、eは安定である。

この定理から高次元開多様体の安定性に関する結果が直ちに得られる。即ち

<u>2.3 定理</u>　Lを開多様体上の余次元1 C^2葉層構造の真葉とし、その端は全て$\mathcal{E}$に属するとする。このときLのホロノミー群が自明であれば、Lは安定である。

<u>2.4 定理</u>　Lは開多様体であり、その端は全て$\mathcal{E}$に属するとし、更にLの核(＝Lから全ての端の周期近傍を取り去った残りのコンパクトな部分)Nが$K^1(N, \partial N; \mathbb{R})=0$を満たすとする。このとき$L$は$C^2$安定性をもつ。

但し、$K^1(N, \partial N; \mathbb{R}) = \mathrm{Ker}\,(i^*: H^1(N;\mathbb{R}) \longrightarrow H^1(\partial N;\mathbb{R}))$

注)ジーナス0で端集合が有限型の曲面は定理2.4の仮定を満たすので、定理2.4はCantwell-Conlonの定理の高次元化となっている。しかも、その証明は、2次元特有の性質を使う彼らの方法とは異なる新証明である。

端の族$\mathcal{E}$の定義の際、性質(*)の中に基本群に関する条件があったが、この条件は外すことができない。実際、例えば

<u>2.5 命題</u>　$T^2 \times \mathbb{R}$はC^2安定性をもたない。

§3 準備

Mをn次元閉C^∞多様体とし、$\mathcal{F}$をM上の葉層構造とする。$\mathcal{F}$に横断的な次元1の葉層構造$\mathcal{J}$を固定する。M上の<u>葉層座標近傍</u>(W, φ)とは、Mの部分集合Wと葉層保存微分同相
$\varphi: (W, \mathcal{F}|W, \mathcal{J}|W) \longrightarrow (D^{n-1}\times D^1, \{D^{n-1}\times\{t\}\}_{t\in D^1}, \{\{x\}\times D^1\}_{x\in D^{n-1}})$
の対である。

今、葉層座標近傍によるMの有限被覆$\{(W_i, \varphi_i)\}_{i=1}^{m}$で、次の条件を満たすものを固定する。

i) $\{\mathrm{Int}\, W_i\}_{i=1}^{m}$は$M$の開被覆。

ii) $W_i \cap W_j \neq \phi$ならば、ある葉層座標近傍(W, φ)が存在して、$W_i \cup W_j \subset \mathrm{Int}\, W$.

この時、$\varphi_i^{-1}(D^{n-1}\times\{t\})$を<u>切片</u>という。<u>切片鎖</u>とは切片の有限列$\{P_0, P_1, \cdots, P_k\}$で$P_{i-1}\cap P_i \neq \phi$ $(i=1,\cdots,k)$を満たすものをいう。<u>切片輪体</u>とは切片鎖で$P_k = P_0$のものをいう。切片鎖(resp. 切片輪体)が<u>単純</u>とは、$P_i \neq P_j$ $(i \neq j)$ (resp. $P_i \neq P_j$ $(i \lneq j \lneq k)$)の事をいう。切片鎖間には次の様な演算が定義される：$\mathcal{P} = \{P_0, \cdots, P_k\}$, $\mathcal{Q} = \{Q_0, \cdots Q_\ell\}$, $P_k = Q_0$のとき、$\mathcal{Q} * \mathcal{P} = \{P_0, \cdots, P_k(=Q_0), \cdots, Q_\ell\}$, $\mathcal{P}^{-1} = \{P_k, \cdots, P_0\}$。<u>基本輪体</u>とは、切片輪体であって，$\mathcal{P}^{-1} * \mathcal{Q} * \mathcal{P}$の形をしているものをいう。但し$\mathcal{Q}$は単純輪体，$\mathcal{P}$は単純鎖である。

切片鎖間のホモトピーの概念も定義される（[Ta]参照）。被覆$\{(W_i, \varphi_i)\}$を良くとれば（例えば、各切片がMのあるリーマン計量から導かれる計量に関して葉の中で測地的凸であるようにとる）、各葉上、切片輪体のホモトピー類のなす群と、普通の意味の基本群とが同型になる。以下被覆はそのようにとってあるものとする。

切片鎖$\mathcal{P}=\{P_0, \cdots, P_k\}$, $\mathcal{Q}=\{Q_0, \cdots, Q_\ell\}$に対し、$\mathcal{Q}$が$\mathcal{P}$の部分鎖であるとは、順序保存単射$\lambda:\{0, \cdots, \ell\} \to \{0, \cdots, k\}$が存在して$Q_i = P_{\lambda(i)}$ $(i=0, \cdots, \ell)$となる事をいう。同様に、部分輪体の概念は、円順序保存単射の存在で定義する。次の補題は自明であろう。

3.1 補題（単純鎖補題）　2切片PとP'を結ぶ任意の切片鎖は、PとP'を結ぶ単純部分鎖をもつ。

3.2 補題（単純輪体補題）　零ホモトープでない任意の切片輪体は、零ホモトープでない単純部分輪体をもつ。

§4　Hectorの一様収束定理

この節では、定理の証明の重要な道具となるHectorの結果を解説する。

$\mathcal{F}$を閉多様体M上のC^2葉層構造とし、Lを$\mathcal{F}$の真葉とする。Uを、$M-\bar{L}$の連結成分であって（横断的向きに関する）L

の正の側を含むものとし、$\hat{U}$を（Mの任意のリーマン計量から導かれたUのリーマン計量により定まる距離に関する）Uの完備化とすると、Dippolito [D] により、$\hat{U}=K\cup A$ と分解される。ここにKはコンパクト集合であり、Aの各連結成分A_i $(i=1,\cdots,s)$は葉層I-束である。Kを$\hat{U}$の<u>核</u>，各A_iを$\hat{U}$の<u>腕</u>と呼ぶ。$\partial\hat{U}$の1つの連結成分はLと同一視できることに注意し、Lと交わる各腕の全ホロノミー準同型を

$$\Phi : \pi_1(L\cap A_i, x_i) \longrightarrow Diff_+^2 I$$

で表わす。（x_iは基点で、切片P_0に属するとする。）

<u>4.1 定理</u>（Hectorの一様収束定理）　$P_n^{-1}*Q_n*P_n$を、$L\cap A_i$の中の、切片P_0を基点とする基本輪体とし、$\lim_{n\to\infty} d(P_0, Q_n)=\infty$とする。（dはMのリーマン計量から導かれたLのリーマン計量により定まる距離）　この時$\Phi(P_n^{-1}*Q_n*P_n)$は恒等写像に一様収束する。

Hectorの論文[H]は未発表未完成なので、以下に証明を与えておく。

$R_i=\varphi_i^{-1}(\{0\}\times D^1)$, $R=\coprod_{i=1}^{m} R_i$ とし、適当な向保存埋込みによりRを$\mathbb{R}$の部分集合と見做す。$\gamma_{ij}:(R_j\text{の一部})\to(R_i\text{の一部})$をホロノミー変換とし、$\Gamma_0=\{\gamma_{ij}\}_{i,j=1,\cdots,m}$とする。$\Gamma_0$によって生成されるR上の擬群$\Gamma$を$\mathcal{F}$の<u>ホロノミー擬群</u>という。

切片鎖$\mathcal{P}$はΓの元を定めるが、これも$\Phi(\mathcal{P})$と書く事にする。

Rはコンパクトだから、正数A, Bが存在して、任意のi, jと任意の$t \in \mathrm{Dom}\,\gamma_{ij}$に対して

$$D\gamma_{ij}(t) \geqq A, \quad |D^2\gamma_{ij}(t)| \leqq B$$

となる。このとき次が成り立つ。

<u>4.2 補題</u>（Denjoyの不等式）　$g \in \Gamma$, $J = \mathrm{Dom}\,g$, $g = g_k \circ \cdots \circ g_1$ ($g_i \in \Gamma_0$), $z, w \in J$ ならば

$$\left| \log \frac{Dg(z)}{Dg(w)} \right| \leqq \frac{B}{A} \sum_{i=0}^{k-1} |z_i - w_i|$$

但し、$z_i = g_i \circ \cdots \circ g_1(z)$, $z_0 = z$, w_iについても同様。

<u>4.3 系</u>　$\left| \log \dfrac{Dg(z)}{Dg(w)} \right| \leqq \dfrac{B}{A} \displaystyle\sum_{i=0}^{k-1} |J_i|$

但し、$J_i = g_i \circ \cdots \circ g_1(J)$, $J_0 = J$, $|J_i|$はJ_iの長さ。

<u>4.4 系</u>　$g(J) = J$ ならば

$$\left| \log Dg(z) \right| \leqq \frac{B}{A} \sum_{i=0}^{k-1} |J_i|$$

これらの証明については、例えば[C-C 1]を参照のこと。

<u>Hectorの一様収束定理の証明</u>

[第1段]　$\theta = \dfrac{3B|R|}{A}$, $\Phi(\mathcal{P}_n^{-1} * \mathcal{Q}_n * \mathcal{P}_n) = h_n$, $\Phi(\mathcal{P}_n) = g_n$, $\Phi(\mathcal{Q}_n) = f_n$, $I = \mathrm{Dom}\,g_n$, $J_n = g_n(I)$, $f_n = f_n^{(k_n)} \circ \cdots \circ f_n^{(1)}$ ($f_n^{(i)} \in \Gamma_0$), $g_n = g_n^{(l_n)} \circ \cdots \circ g_n^{(1)}$ ($g_n^{(i)} \in \Gamma_0$), $J_n^{(i)} = f_n^{(i)} \circ \cdots \circ f_n^{(1)}(J_n)$

とおく。(4.4)より

$$\left|\log D(f_n^j)(z)\right| = \left|\sum_{\ell=1}^{j} \log Df_n(f_n^{\ell-1}(z))\right| \leqq j\frac{B}{A}\sum_{i=0}^{k_n-1}|J_n^{(i)}|$$

Q_nは単純ゆえ、$J_n^{(i)}(\subset R)$たちは互いに交わらない。よって、$|R|<\infty$に注意すれば、$d(P_0, Q_n)\to\infty$の仮定から

$$\lim_{n\to\infty}\sum_{i=0}^{k_n-1}|J_n^{(i)}| = 0$$

そこで、$g_n = \mathrm{Max}\left\{j \,\middle|\, j\frac{B}{A}\sum_{i=0}^{k_n-1}|J_n^{(i)}| \leqq \frac{\theta}{2}\right\}$とおくと

$$\lim_{n\to\infty} g_n = \infty$$

$$|\log Df_n^j(z)| \leqq \frac{\theta}{2} \quad (\forall z\in J_n,\ 1\leqq \forall j\leqq g_n)$$

$h_n^j = g_n^{-1} f_n^j g_n$だから、$1\leqq j\leqq g_n$に対し

$$\begin{aligned}
|\log Dh_n^j(x)| &\leqq \left|\log\frac{Dg_n(x)}{Dg_n(h_n^j(x))}\right| + |\log Df_n^j(g_n(x))| \\
&\leqq \frac{B}{A}\sum_{i=0}^{\ell_n-1}|K_n^{(i)}| + \frac{\theta}{2} \qquad \left(\begin{array}{l}\because (4.3)\text{と上の式より。但し}\\ K_n^{(i)} = g_n^{(i)}\circ\cdots\circ g_n^{(1)}(I)\end{array}\right) \\
&\leqq \frac{\theta}{3} + \frac{\theta}{2} \qquad \left(\begin{array}{l}\because P_n\text{は単純ゆえ}\\ \sum_{i=0}^{\ell_n-1}|K_n^{(i)}| \leqq |R|\end{array}\right) \\
&\leqq \theta
\end{aligned}$$

従って　$|\log Dh_n^j(x)| \leqq \theta \quad (1\leqq \forall j\leqq g_n)$　……☆

[第2段]　h_nがidに各点収束することを示す。背理法を用いる。今もしも、ある$\hat{x}\in I$が存在して$\lim_{n\to\infty} h_n(\hat{x}) \neq \hat{x}$とする。必要なら部分列をとり、また$h_n$を$h_n^{-1}$にとりかえることにより、ある正数$\eta$が存在して、すべての自然数$n$に対して

$$\hat{x} - h_n(\hat{x}) > \eta$$

としてよい。そこで$K = [\hat{x}-\eta, \hat{x}]$とおくと、$\{h_n^k(K)\}_{k\in\mathbb{N}}$

は互いに交わらないから，特に

$$\sum_{k=1}^{g_n} |h_n^k(K)| < |I|.$$

$\lim_{n\to\infty} g_n = \infty$ だから、任意の正数 ε に対して、ある自然数 N が存在して、

$$n \geqq N \Rightarrow 1 \leqq {}^\exists k \leqq g_n \text{ s.t. } |h_n^k(K)| < \varepsilon$$

となる。今 $\varepsilon = e^{-\theta}|K|$ とすると結論の式は

$$\frac{|h_n^k(K)|}{|K|} < e^{-\theta}$$

と書けるが、これに平均値定理を使うと

$$\exists \xi \in I \text{ s.t. } Dh_n^k(\xi) < e^{-\theta}$$

を得る。これは第1段の☆に矛盾する。よって証明された。

[第3段]　h_n は、☆により、n に関係なくその微分が一様に e^θ で押えられているから、I 上各点収束すれば、一様収束する。証明終わり。

§5　定理の証明

<u>(2.2)の証明</u>　$e \in \mathcal{E}_k$ とし、k に関する帰納法で証明する。e の定義中に現われる周期近傍 V を、L のある腕に含まれるよう十分小さくとり固定する。P_0 を V に含まれる切片とし、x_0 を P_0 の点とする。

まず $k=0$ の場合を扱う。この時 V は $K \times [0,\infty)$ と微分同

相である。Vが安定であることをいうには、全ホロノミー準同型Ψ：$\pi_1(V, x_0) \longrightarrow \mathrm{Diff}_+^2 I$ が自明であることを示せばよい。仮定より$\pi_1(V, x_0) \cong \pi_1(K)$は、ねじれ元を法として、$\mathbb{Z}$か$\{1\}$に同型であるが、$\mathrm{Diff}_+^2 I$はねじれ元を持たないので結局ねじれ元は無視してよい。また$\pi_1(K) = \{1\}$の時は、結論は明白である。従って以下は$\pi_1(K) \cong \mathbb{Z}$の場合を考える。

まず、V上の零ホモトープでないループの列$\{l_n\}$を$d(x_0, l_n) \geqq n$ なるようにとり、それを被覆する任意の切片輪体を$\mathcal{P}_n$とすれば

$$1)\ \mathcal{P}_n \neq 0 \quad \text{in } V$$

$$2)\ d(P_0, \mathcal{P}_n) \to \infty \quad (n \to \infty)$$

を満たしている。これに単純輪体補題(3.2)を用いれば、各nに対して、$\mathcal{P}_n$の単純部分輪体$\mathcal{Q}_n$が存在して再び上の性質1) 2)を満たす。P_0と、$\mathcal{Q}_n$の1つの切片$Q_n^{(0)}$を結ぶ切片鎖を任意にとり、単純鎖補題を用いて単純鎖に直したものを$\mathcal{R}_n$とする。すると$\{\mathcal{R}_n^{-1} * \mathcal{Q}_n * \mathcal{R}_n\}$は$P_0$を基点とする基本輪体の列で、$L$のある腕に含まれており、しかも$d(P_0, \mathcal{Q}_n) \to \infty\ (n \to \infty)$だからHectorの一様収束定理より、$\Psi(\mathcal{R}_n^{-1} * \mathcal{Q}_n * \mathcal{R}_n)$は恒等写像に一様収束する。

ところで今、$\pi_1(V, x_0)$は$\mathbb{Z}$と同型と仮定しているから、その生成元をαとおくと、各nに対して0でない整数k_nが存在

して、$R_n^{-1} * Q_n * R_n$ のホモトピー類は α^{k_n} と書ける。$f = \Phi(\alpha)$ と書けば、$\Phi(R_n^{-1} * Q_n * R_n) = f^{k_n} \longrightarrow id \ (n \to \infty)$. 一般に $g \in \mathrm{Diff}_+ I$ に対し $\|g\| = \max_{x \in I} |g(x) - x|$ とおくと

$$0 \leqq \|f\| \leqq \|f^{k_n}\| \longrightarrow 0$$

よって $\|f\| = 0$, 即ち $f = id$ である。従って Φ は W 上自明写像である。

次に $\mathcal{E}_{k-1}$ の端に対しては既に証明されたとして，$e \in \mathcal{E}_k$ の場合を考える。$\pi_1(V, x_0)$ の部分群 H を、次の集合を含む最小の正規部分群として定義する：

$$\left\{ [P^{-1} * Q * P] \;\middle|\; \begin{array}{l} W(\subset V) \text{は}\mathcal{E}_i\ (i<k)\text{に属する}V\text{の端の周期近傍.} \\ Q\text{は}W\text{に含まれる切片輪体.} \\ P\text{は}P_0\text{と}Q\text{を結ぶ切片鎖.} \end{array} \right\}$$

但し [ ] はホモトピー類を表わす。

$k = 0$ のときと同様の方法で、次の 1) 2) を満たす単純輪体の列 $\{Q_n\}$ が V 上にとれる。

1) $[Q_n] \neq 0 \in \pi_1(V, x_0)/H \cong \mathbb{Z}$

2) $d(P_0, Q_n) \to \infty \ (n \to \infty)$

帰納法の仮定から全ホロノミーは H 上自明であることに注意すれば、$\Phi : \pi_1(V, x_0) \longrightarrow \mathrm{Diff}_+^2 I$ は $\pi_1(V, x_0)/H \cong \mathbb{Z}$ を経由するから、$k = 0$ の場合と同じ議論を用いて V が安定であることが示される。証明終わり。

<u>(2.3)の証明</u>　各端の周期近傍は(2.2)により安定である。残りのコンパクトな部分は、古典的Reeb安定性定理を使えば、ホロノミー群が自明の仮定より、安定である。よってLは安定である。

<u>(2.4)の証明</u>　各端の周期近傍は(2.2)により安定である。このことから∂N上ホロノミー群が自明であることがわかる。この事実と$K^1(N, \partial N; \mathbb{R}) = 0$の仮定から、"Thurstonによる一般化Reeb安定性定理"の"相対版"によりNが安定であることが示される。よってLは安定である。

§6　$T^2 \times \mathbb{R}$の非安定性

この節では、(2.5)を示す為に、閉多様体上のC^2葉層構造で、$T^2 \times \mathbb{R}$を非安定な真葉としてもつものを構成する。

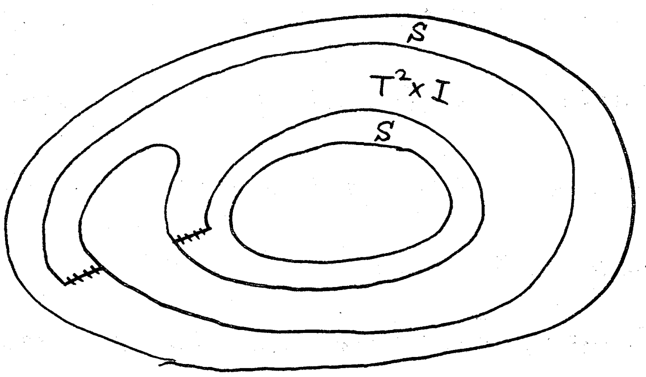
$A = \begin{pmatrix} 2 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$とし、$\lambda$をAの1より小なる固有値とする。$\begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix}$を$\lambda$に対するAの固有ベクトルとする。cを$\lambda < c < 1$を満たす数とする。$\xi$は$[0, 1]$上の$C^\infty$ベクトル場で、その台が$[c, 1]$であるものとし、$\varphi_t$ $(t \in \mathbb{R})$をξの生成する流れとする。同相写像$f : [0, 1] \to [0, c]$, $g_1, g_2 : [0, 1] \to [0, 1]$を

$$f(x) = cx$$

$$g_1(x) = \prod_{n=0}^{\infty} f^n \varphi_{a\lambda^n} f^{-n}(x)$$
$$g_2(x) = \prod_{n=0}^{\infty} f^n \varphi_{b\lambda^n} f^{-n}(x)$$

で定義すると、簡単な計算によりこれらはC^2級微分同相であることがわかる。

いま、E_AをS^1上のT^2束で、そのモノドロミーがAであるものとし、f, g_1, g_2 でwell-defined に決まるE_A上のirregular staircaseを$(S, \mathcal{F}_S)$と書く。（staircaseの定義については[N]参照）$(S, \mathcal{F}_S)$のコピー2つと$(T^2 \times I, \mathcal{F}_S|W(S) \times I)$を下図のように貼り合わせる。(2次元Reeb成分の構成と同じ)



結果として$E_A \times I$上のC^2葉層構造$\mathcal{F}$で、$T^2 \times \mathbb{R}$を非安定な真葉として持つものが得られる。(その台の境界を通る葉がそれである。) 最後にこのダブルをとれば閉多様体となり我々の目的は達成される。証明終わり。

参考文献

[C-C 1] J. Cantwell and L. Conlon, Poincaré-Bendixson theory for leaves of codimension one, Trans. Amer. Math. Soc. 265 (1981), 181 – 209.

[C-C 2] J. Cantwell and L. Conlon, Reeb stability for noncompact leaves in foliated 3-manifolds, Proc. Amer. Math. Soc. 83 (1981), 408 – 410.

[D] P. Dippolito, Codimension one foliations of closed manifolds, Ann. of Math. 107 (1978), 403 – 453.

[H] G. Hector, preprint.

[I 1] T. Inaba, On stability of proper leaves of codimension one foliations, J. Math. Soc. Japan 29 (1977), 771 – 778.

[I 2] T. Inaba, Reeb stability for noncompact leaves, to appear.

[N] T. Nishimori, Ends of leaves of codimension-one foliations, Tôhoku Math. J. 31 (1979), 1 – 22.

[P] J. Plante, Foliations with measure preserving holonomy, Ann. of Math. 102 (1975), 327 – 361.

[Pi] D. Pixton, Nonsmoothable, unstable group actions, Trans. Amer. Math. Soc. 229 (1977), 259 – 268.

[T] W. Thurston, A generalization of the Reeb Stability Theorem, Topology 13 (1974), 347 – 352.

[Ta] I. Tamura, 葉層のトポロジー, 岩波書店, 1976