TOPOLOGY NEWS

Series B　No. 4

1988年3月

目　次

i 先号の会計報告（2月末現在）

繰越分	20	
No. 3 印刷費(送料込)		68,400
返送料		1,100
売上（含back number）	70,650	
原稿用紙（50冊）		7,500
残高	△6,330	

ii 本号に記事を寄せて下さった方々には，この場を借りて御礼申し上げます。

御覧のように，原稿用紙代のため，今回は赤字となっておりますが，何とか乗り切りたいと思います。

御意見，記事などありましたら御連絡下さい。次号の原稿の締切は8月末を予定しております。

トポロジーニュース連絡先

〒812 福岡市東区箱崎 6-10-1
九州大学理学部数学教室
矢野 公一

TEL (092) 641-1101 内線4362

(3.8)

Aberdeen 便り

九大理　いわせ　のりお

<u>△月○日。</u> 1, 1, 2, 5, 14, 42, 132, 429, 1430, ……。 さて何の数でしょう。

1) $(n+2)$角形を、交わらない対角線のみを用いて、三角形分割する場合の数。
2) $t(x) = (1-\sqrt{1-4x})/2x$ における x^n の係数。
3) $(n+1)$この非結合的な元の積の数
4) n－タングルの生成元の数。
5) 閉領域 $D_n = \{(x_1,\cdots,x_n)\in\mathbb{R}^n \mid x_i\geqq 0, x_1+\cdots+x_i\leqq i, x_1+\cdots+x_n=n\}$ の中の格子点の数（境界上にしかない）。

全部正解です。 一般形は、$C_n = {}_{2n}C_n/(n+1)$, $n\geqq 0$ で与えられて、Catalan数と言います。

文献[1]によりますと、歴史的には1751年に、EulerがGoldbachに1)をたずねたのが始まりということです。ちなみに、2)は1758年のvon Segnerの解釈で、3)がCatalanによって1838年に再認識された形です。

さて、どうしてここに「タングル」なるものが入っているかと言いいますと、昨年12月のEdinburgh大学でのDr. H. Mortonの話に、この4)が出てきたからです。

最後の5)は、実は、その表面（$(n-2)$球面）を適当に分割すると、A_{n-1} form を与える複体になります。(格子点は、その頂点になる。) そういう訳で、5)は3)の言い換えにすぎません。(Cf [5])

[1]には、やさしく楽しくためになることが、まだまだ書いてあります。(ただしフランス語) 又、4)はMortonの話を聞くか読む方が、ずっと楽しいでしょう。 5)はそのカッティングが特長ですが、Prof. E. Reesによる次の定義を

採用すると、も少し簡単です。

定義. $(\alpha_1,\cdots,\alpha_k)\le(\beta_1,\cdots,\beta_k) \Leftrightarrow \alpha_1\le\beta_1, \alpha_1+\cdots+\alpha_j\le\beta_1+\cdots+\beta_j, \alpha_1+\cdots+\alpha_k=\beta_1+\cdots+\beta_k$.

このとき、$D_n=\{(x_1,\cdots,x_n)\in\mathbb{R}^n \mid x_i\ge 0, (x_1,\cdots,x_n)\le(1,\cdots,1)\}$。

Reesは、もちろん他のことの為にこの「$\le$」を定義していました。(アーベル p-群の Extension は「$\le$」の意味で両端の和より大きくない。)

<u>△月□日</u>。 ψ_k という operation があります。(ψ^k ではありません。) Prof. J. Hubbuck によりますと、Adams operation ψ^k の dual です。ただし、もちろん、torsion free な空間(!)に対して<u>だけ</u>定義できます。又言うまでもなく、stable にもなりませんが。

これが何に使えるかと言いますと、homology は cohomology とは写像の向きが逆なので、ψ^kを調べたい目的の空間の中に、ψ_kが計算できる部分空間を押し込んでやると、「何か」わかります。

<u>X月X日</u>。 大学に Sun の work station が二台入りました。 Window システムは、X-window ではなくて、Sun のオリジナルだそうです。 当然 PC (PC と言えば IBM の PC(DOS)です。) を入れようとする動きもあった様ですが、後日その理由説明会が開かれました。

スピード・グラフィックの能力・ディスク容量…の他に特に強調されたのは、Operating System でした。

Unix と他の (DOS 等の) OS とでは能力に格段の差があるばかりでなく、Unix は (DOSとは違って) logical であって、数学が好きな人なら、皆好きになるという論旨でした。 私も賛成です。

Liverpool には、PC と Mac がありました。

<u>X月△日</u>。 Torsion free な空間(!!)に対して<u>だけ</u>定義できる S^j, Q^j, R^j という Hubbuck operation はもちろん natural ではありませんし又、stable にもなりません。しかし、その和 $\sum \frac{1}{p^i}S^i$ は Secondary operation の様

な意味で natural です。 $\iota_n : B_n = BU[2n,\infty) \to BU$ を $(2n-1)$-connective cover とします。すると、$K^0(X)_{2n} = \mathrm{Ker}\{K^0(X) \to K^0(X^{(2n-1)})\}$ は、$\iota_{n*} : [X, B_n] \to K^0(X)$ の image に一致します。このとき、B_n の $2n$ 次元以外のホモトピー群を kill して得られる $\bar{c}_n : B_n \to K(\mathbb{Z}, 2n)$ は $H^{2n}(B_n, \mathbb{Z}) \approx \mathbb{Z}$ の生成元で、$ch^{2n}(\iota_n) = \bar{c}_n \in H^{2n}(B_n, \mathbb{Z}) \subseteq H^{2n}(B_n, \mathbb{Q})$ であり、

$$S_n = ch^{-1}(\bar{c}_n) \in K^0(B_n) \otimes \mathbb{Q}$$

とおくと、S_nはtorsion free な空間 X に対して、$QK^0(X)_{2n}$ 上で $\sum_g \frac{1}{m(g)} S^g$ の様に思えます。もちろん、prime p に localize すれば、$\sum_j \frac{1}{p^j} S^j$ と思えます。

最後になりましたが、Catalan数について色々と教えて下さり、又心よく文献[1]をコピーさせて下さった Dr. H. Morton に感謝いたします。

参考文献

[1] P. Gabriel : *Un jeu? Les nombres de Catalan*, Zürlich uni, Nr.6 Dezember 1981, 12. Jahrgang.（編者注：九大にコピーがあります）

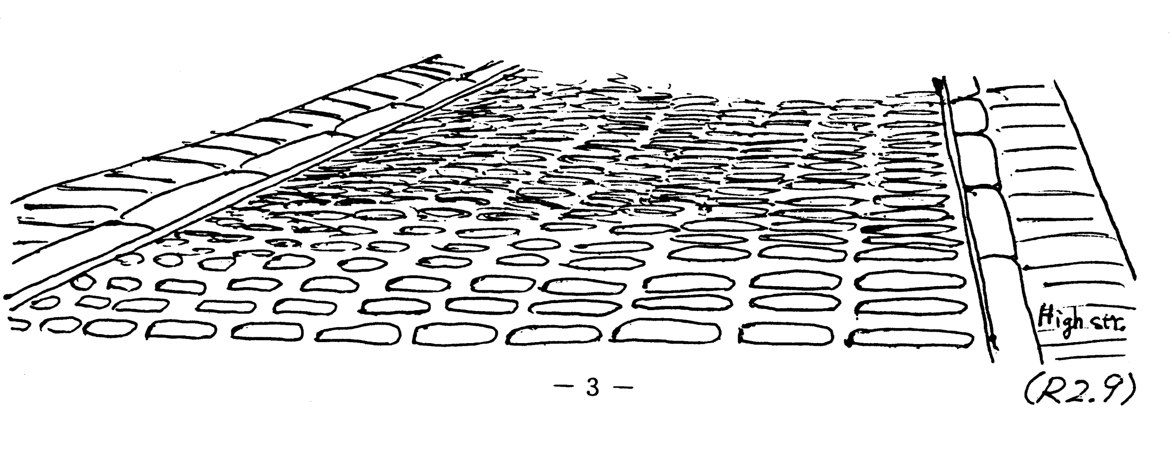
[2] H. Morton : お話, in University of Edinburgh.

[3] J. R. Hubbuck : お話, in University of Aberdeen.

[4] I. Craw : お話, in University of Aberdeen.

[5] N. Iwase, M. Mimura : Higher homotopy associativity, to appear

追加。4月から安尾先生が Abedeen に来られるという、うわさがあります。(3ケ月くらい?)



(R2.9)

表現の位相的相似性について

京大 数理研　　永田雅嗣

最近の話題の一つである表現の位相的相似性について、紹介したいと思います。 これは問題としては単純なもので、古典的な問題とも言えるのですが、最近になってやっと、Cappell-Shaneson-Steinberger-West 等の人々によって大きな発展をみたものです。 また、位相多様体への群作用を考えるにあたっては基本的な条件を与えることになるわけですから、将来重要な応用が期待される問題と考えられています。

§1. 定義と問題

Gを群，$\rho : G \longrightarrow O(n)$ を準同型とします。これは表現と呼ばれます。見方を変えれば ρ はGの $\mathbb{R}^n$ への作用です。ρ_1 と ρ_2 とがいつ共役か，すなわち

「同値 $f : \mathbb{R}^n \longrightarrow \mathbb{R}^n$ があって

$$\begin{array}{ccc} \mathbb{R}^n & \xrightarrow{f} & \mathbb{R}^n \\ {\scriptstyle \rho_1(g)}\downarrow & & \downarrow{\scriptstyle \rho_2(g)} \\ \mathbb{R}^n & \xrightarrow{f} & \mathbb{R}^n \end{array}$$

がすべての $g \in G$ に対して可換となるように
できるか？」
というのは最も古典的かつ基本的な問題です。

fに条件をいろいろに入れることにより、それぞれの問題ができます。

イ) fを線型同型とすると、この問題は表現論あるいは線型代数と呼ばれ，古くから発展した問題に他なりません。

ロ) fを smooth diffeomorphism とすると、固定点での写像の微分をとることにより、線型での共役と同値になることがわかり、この問題は上のイ)と同じ問題になります。

ハ) fを位相同相，すなわち fが単位球面 S^{n-1} の位相同相を与えるとした場合を、位相的相似性の問題といいます。

ニ) fをホモトピー同値とすると、(非安定) J-同値の問題になります。（この稿では、この問題には触れません。）

さて、De Rham は1935年に、モスクワでのコン

グレスにおいて、位相的相似性と線型同値とが互いに同値であると予想しました。　この予想は1979年になってはじめてCappell-Shanesonの反例（Annals of Math., 113巻, 1981）によってくつがえされました。　この反例は巡回群 $G=\mathbb{Z}/4m$ についてのもので，§2でもう少し詳しく述べます。

肯定的結果としては、

1)（Atiyah-Bott : Annals of Math., 88巻, 1968, Thm. 7.15）
$G=\mathbb{Z}/p$ （pは素数）ならば正しい（すなわち位相的相似 $\Leftrightarrow$ 線型同値）。
（従って $G=\mathbb{Z}/2p$ で正しい。）

2)（Schultz : Topology, 16巻, 1977）　Gがp-群（pは奇素数）ならば正しい。

3)（Hsiang-Pardon : Invent. Math., 68巻, 1982 及び Madsen-Rothenberg : Bull. AMS, 7巻, 1982）
Gが奇数位数ならば正しい。
（従って $|G| \not\equiv 0 \bmod 4$ ならば正しい。）

4)（表現論）　Gのすべての巡回部分群に対して正しければGでも正しい。

等があります。　その他、Poincaréによる $n=2$ に対しての証明，De Rhamによる S^{n-1} での微分可能性を仮定した場合の証明，Kuiper-Robbin（Invent. Math., 19巻, 1973）によるGの元の位数がすべて6か4の約数と仮定した場合の証明，Rothenberg-Sondow（Pacific J. of Math., 84巻, 1979）による S^{n-1} でのPL-位相同相性を仮定した場合の証明，Hsiang-Pardon（1980）による作用のsemi-free性を仮定しての証明等もあります。　このように位相的相似性の問

題は、その発展に伴って De Rham の Reidemeister torsion, Atiyah-Bott の固定点公式，さらに以下で述べる K-理論の向きづけ類など、重要な概念を生み出してきました。今後もトポロジーの中心的な問題の一つとして、新しい概念を生み出しつつ発展して行くものと思われます。

最近、一般の巡回群 G に対しての位相的相似の分類について、いろいろのことが知られつつあります。以下にそれを紹介してゆきたいと思います。

§2. Cappell-Shaneson の最初の例

$G = \mathbb{Z}/4m \quad (m > 1)$， g をその生成元とします。一次元の符号表現 δ を，合成

$$\delta:\ G = \mathbb{Z}/4m \twoheadrightarrow \mathbb{Z}/2 = \{\pm 1\} \subset O(1)$$

とします。 二次元の表現 $\sigma_k \quad ((k, 4m) = 1)$

$$\sigma_k:\ G \longrightarrow SO(2)$$

を、

$$\sigma_k(g) = \begin{pmatrix} \cos\frac{2\pi}{4m}k & \sin\frac{2\pi}{4m}k \\ -\sin\frac{2\pi}{4m}k & \cos\frac{2\pi}{4m}k \end{pmatrix}$$

で定義します。

<u>定理</u>（Cappell-Shaneson，前述） 二つの 9 次元表現

$$4\sigma_k \oplus \delta \qquad と \qquad 4\sigma_{k+2m} \oplus \delta$$

とは互いに位相的相似である。

$m > 1$ ならばこれらは線型表現としては互いに異なるわけですから、この定理が De Rham の予想に反例を与えることになります。 定理の証明の要点については §8 で述べます。

§3. $G=\mathbb{Z}/p^s$ （pは奇素数）の場合の Schultz の証明

ρ_1, ρ_2 をGの表現とします。 $EG\to BG$ を普遍G-束とします。

$$\hat{\rho}_i = EG \underset{\rho_i}{\times} \mathbb{R}^n \longrightarrow EG \underset{G}{\times} * = BG$$

はBG上のベクトル束ですから、 $\hat{\rho}_1, \hat{\rho}_2 \in KO(BG)$ となります。 $G=\mathbb{Z}/p^s$ のときは Atiyah の完備化定理により

$$\begin{array}{ccc} RO(G) & \longrightarrow & KO(BG) \\ \rotatebox{90}{$\in$} & & \rotatebox{90}{$\in$} \\ \rho & \longmapsto & \hat{\rho} \end{array}$$

が単射であることに注意します。 一方、これらのベクトル束の構造を忘れて位相的束と思ったものを $\hat{\hat{\rho}}_1, \hat{\hat{\rho}}_2 \in KTop(BG)$ とします。 表現 ρ_1 と ρ_2 とが位相的相似ならば

$$\hat{\hat{\rho}}_1 = \hat{\hat{\rho}}_2 \quad \in KTop(BG)$$

となります。

従って、「位相的相似 $\Longleftrightarrow$ 線型同値」を示すには、

（＊） $KO(BG) \xrightarrow{j} KTop(BG)$ が（$\otimes \mathbb{Z}[\frac{1}{2}]$：2以外に局所化して）単射である

ことを言えばよいことになります。

Sullivan は一般の位相的 $\mathbb{R}^n$-束 $E\to X$ に対して KO-向きづけ類

$$u_E \in KO(TE)_{[\frac{1}{2}]}$$

を構成しました。 （ただし TE はEの Thom 空間です。）これにより $KO(X)_{[\frac{1}{2}]}$-加群として

$$KO(TE)_{[\frac{1}{2}]} \cong KO(X)_{[\frac{1}{2}]} \cdot u_E \qquad \text{（自由加群）}$$

が成立します。このことから、Adams作用素 ψ_i を作用させた元 $\psi_i(u_E)$ に対応する元

$$\psi(i)(E) \in KO(X)_{[\frac{1}{2}]}$$

が定まり、「共食い類」と呼ばれます。次の合成

$$KO(X)_{[\frac{1}{2}]} \xrightarrow{j} KTop(X)_{[\frac{1}{2}]} \xrightarrow{\psi(i)} KO(X)_{[\frac{1}{2}]}$$

が $KO(X)_{[\frac{1}{2}]}$ の各元を決定することがわかりますから、j は単射となり、(*) が従います。

このように、証明の鍵となるのは、位相的 $\mathbb{R}^n$-束に対しての（位相不変な）KO-向きづけ類の構成です。

§4. 奇数位数群 G の場合の Madsen - Rothenberg の証明

前節の Schultz - Sullivan の、KO-論を使った議論を、同変理論に一般化して考えます。すると、一般の奇数位数群の作用に対して

$$\text{位相的相似} \Longleftrightarrow \text{線型同値}$$

を示すには、位相的 $\mathbb{R}^n$ - G - 束 $E \longrightarrow X$ に対して同変向きづけ類

$$u_E \in KO_G(TE)_{[\frac{1}{2}]}$$

を構成することが本質的に重要であることがわかります。

Madsen - Rothenberg ("On the classification of G - spheres", I, II, III, Aarhus Univ., 1983~85~87) は、同変手術を使った幾何学的方法で、この向きづけ類 u_E を構成しました。この u_E の存在と不変性がいったんわかれば、前節と類似の議論で「共食い類」

$$\psi(i)(E) \in KO_G(X)_{[\frac{1}{2}]}$$

が位相的不変量であることが従うわけで、位相的相似な表現が線型同値であることがわかります。

向きづけ類の存在を示すには、Sullivan の議論を

同変理論に一般化して構成するのですが、その中で本質的な役割を果たすのが transversality に関する議論です。

$\Omega_*^G(\ )$ を同変ボルディズム論とします。普遍係数定理により、$KO_G(TE)_{[\frac{1}{2}]}$ の元を作るには、Ω_*^G 上の準同型写像

$$u:\ \Omega_*^G(TE) \longrightarrow KO_*^G(*)_{[\frac{1}{2}]}$$

を定義すればよいことがわかります。G-多様体についての transversality が保証されれば、u は連続写像 $f: M \to TE$ に対してそれを零切断 $X \subset TE$ に関して transverse に取り換えてその逆像 $f^{-1}(X) \subset M$ の G-signature をとることで定義できます。非同変には transversality は常に保証されており、Sullivan はそれを使ったわけですが、G が作用する場合には transversality は一般には成立しません。Madsen-Rothenberg は、G-多様体の上での G-手術の理論を構築することによって、「gap仮定」と呼ばれる不動点集合の余次元に関する安定条件の下での G-transversality について論じ、G の位数が奇数の時には、

i) 局所線型な piecewise linear G-多様体では「gap 仮定」の下で常に transversality が保証され、

ii) 位相的G-多様体では「gap 仮定」の下で位数2の transversality 障害類が定義されて、これが消えれば transversality が保証される。

ということを証明しました。証明はG-手術の理論の構成自体をそれ自身の内に含むという大がかりなものですが、特に手術においての法写像の分類空間のG-ホモトピー型が

$$F/TOP_{[\frac{1}{2}]} \underset{G}{\simeq} F/PL_{[\frac{1}{2}]} \underset{G}{\simeq} \prod_{(H)<G} BO(G;H),$$

ただし

$$[X, BO(G;H)]^G \cong \widetilde{KO}_{N_GH/H}(X^H)_{[\frac{1}{2}]},$$

と表わされること，すなわち，

「2以外で局所化すれば手術類のなす群は
同変 KO-理論の計算によって決定される」
という事実の証明をも含んでいます。

以上によって奇数位数の群 G について向きづけ類の構成がなされ、位相的相似な表現が線型同型であることが証明されたわけですが、G の位数が偶数の場合にはこの議論が全く働かないことをここで注意しておきたいと思います。 G に位数2の元があると、どんなに安定条件を入れても transversal に直せない状況が現われ、障害類が何重にも現われるのです。 現在のところ、$G=\mathbb{Z}/2$ の作用に対する transversality についての系統的な障害理論は発見されていないようで、奇数位数群の作用とは本質的に異なる点となっています。

§5. $|G| = 2N$ (N は奇数) の場合

簡単な議論によって、この場合にも正しいことが示せます。

<u>命題</u>　群 G について「位相的相似 $\Longleftrightarrow$ 線型同値」が正しければ、 群 $G\times\mathbb{Z}/2$ についても正しい。

(証明)　$G\times\mathbb{Z}/2$ の表現は常に

$$V = (V_+ \otimes \mathbb{R}^+) \oplus (V_- \otimes \mathbb{R}^-)$$

の形です。 ただし V_+ と V_- は G の表現, $\mathbb{R}^{\pm}$ は ± 1 倍による $\mathbb{Z}/2$ の一次元の既約表現です。 もし $G\times\mathbb{Z}/2$ の表現として　$V \underset{top}{\sim} W$　(位相的相似) ならば、G-作用に制限することによって G-作用として

$$V_+ \oplus V_- \underset{top}{\sim} W_+ \oplus W_-$$

でもあり、また $\mathbb{Z}/2$-作用による固定点集合をとることによって G-作用として

$$V_+ \underset{top}{\sim} W_+$$

でもあることになります。 G－表現についての命題の仮定によって $V_+ \oplus V_- \underset{G}{=} W_+ \oplus W_-$ かつ $V_+ \underset{G}{=} W_+$ となるわけですから、 $G \times \mathbb{Z}/2$－表現として $V = W$ であることがわかります。 （証明終）

ついでに §1. の 4) をも証明しておきます。

<u>命題</u>　群Gのすべての巡回部分群について「位相的相似 ⟺ 線型同値」が正しければ、群Gについても正しい。

（証明）　表現の線型同値は character で決まりますから、すべての巡回部分群で線型同値ならば G上線型同値です。 （証明終）

以上の事実によって、有限群のうちで残る場合は巡回群 $G = \mathbb{Z}/4m$ だけ、ということになりました。

§6.　コンパクトリー群の場合

<u>命題</u>　Gが連結リー群ならば、「位相的相似 ⟺ 線型同値」は正しい。

（証明）　表現の線型同値は character で決まりますから、稠密な部分群の上で決定されます。 適当に奇数位数の巡回群の列の極限を考えれば証明できます。

（証明終）

一般のコンパクトリー群 Gについても、Segal による構造定理を使って、本質的には有限群 G/G_0 の場

合に帰着することができます。

§7. $G=\mathbb{Z}/4m$ の場合

§5までの結果によって、位数が4で割れない有限群については位相的相似と線型同値とが互いに同値になりますので、残る群は $G=\mathbb{Z}/4m$ です。

この群について知られている結果を以下に書きます。

<u>定理1</u>. (Cappell-Shaneson, preprint) $\rho_1 \underset{top}{\sim} \rho_2$, $\dim \rho_i \leq 5 \Rightarrow \rho_1=\rho_2$.

<u>定理2</u>. (Cappell-Shaneson-Steinberger-West, "Non-linear similarity begins in dimension six", preprint) $G=\mathbb{Z}/4m$, σ_i を§2で定義した二次元表現, δ を非自明な一次元表現, ε を自明な一次元表現とする。

i) 二つの6次元表現

$$\rho_1=\sigma_i\oplus\sigma_j\oplus\delta\oplus\varepsilon,$$
$$\rho_2=\sigma_{i+2m}\oplus\sigma_{j+2m}\oplus\delta\oplus\varepsilon \quad ((i,4m)=(j,4m)=1)$$

は、
$$\begin{cases} m \text{ が奇数なら常に、} \\ m\equiv 2 \bmod 4 \text{ なら } ij\equiv\pm 5 \bmod 8 \text{ の時に、} \\ m\equiv 0 \bmod 4 \text{ なら } i\equiv\pm j \bmod 8 \text{ の時に、}\end{cases}$$

それぞれ位相的相似となる。

ii) 上の ρ_1, ρ_2 の形の表現で位相的相似となるのは、i)にあげた場合に限る。

<u>定理3</u>. (Cappell-Shaneson-Steinberger-Weinberger-West, preprint) $G=\mathbb{Z}/4m$ の6次元表現で、線型同値でないのに位相的相似となるのは、定理2に現れるものに限る。

これによって、6次元での $G=\mathbb{Z}/4m$ の「非線型相似」は完全に分類されたわけです。

<u>系.</u>　$\mathbb{R}^6$ の上では、

i)　$G=\mathbb{Z}/4,\ \mathbb{Z}/8 \Rightarrow$ 非線型相似はない。

ii)　$G=\mathbb{Z}/4m,\ m>2 \Rightarrow$ 非線型相似が存在する。

定理2で紹介しましたC.-S.-S.-W.の論文では、さらに一般の次元での表現で、

$$\rho=\sigma\oplus\delta\oplus\varepsilon,$$

ただし σ は free な表現，という形のものに対しての位相的相似性を決定しています。

以下、一般の次元での位相的相似性を調べるために、表現の位相的相似類（と直和）による Grothendieck 群

$$RTop(G)=RO(G)\Big/\left\{\rho_1-\rho_2 \;\middle|\; \rho_1\oplus\eta \underset{top}{\sim} \rho_2\oplus\eta \ \ (\exists\eta)\right\}$$

を考えます。　例えば、$G=\mathbb{Z}/4m$，$m\not\equiv 2 \bmod 4$ ならば

$$2\sigma_1\oplus\delta\oplus\varepsilon \underset{top}{\sim} 2\sigma_{1+2m}\oplus\delta\oplus\varepsilon$$

となりますから、

$$\sigma_1-\sigma_{1+2m} \in RTop(G)$$

は位数2のねじれ元になります。　また、m が奇数ならば

$$\sigma_i+\sigma_j=\sigma_{i+2m}+\sigma_{j+2m} \in RTop(G)$$
$$(i,j\in(\mathbb{Z}/4m)^\times)$$

となります。　C.-S.-S.-W.の論文では、次の結果が使われています。

<u>定理4.</u>（Steinberger, "The equivariant topological s-cobordism theorem," Invent. Math., 91巻, 1988；及び上記の C.-S.-S.-W.，C.-S.-S.-W.-W.）

i) $G = \mathbb{Z}/4m$, mが奇数 $\Longrightarrow$

$$RTop(G) \cong RO(\mathbb{Z}/2m)$$
$$\oplus\ \mathbb{Z}\left\{\sigma_i \,\middle|\, 1 \leqslant i \leqslant m,\ i:\text{奇数}\right\}$$
$$\oplus\ \mathbb{Z}/2\left\{\sigma_d - \sigma_{d+2m} \,\middle|\, d|m,\ d \neq m\right\}.$$

ii) 一般の $G = \mathbb{Z}/4m$ については、$RTop(G)$ のねじれ元の位数はすべて2の巾である。

iii) $2^r|m$ で r が大きくなれば、$RTop(G)$ のねじれ元の最大位数はいくらでも大きくなる。

これらの定理の証明の要点を、以下の§§8〜11で述べたいと思います。

§8. 位相的h-コボルディズム

まず Cappell-Shaneson の最初の9次元の反例(§2)の証明を紹介しましょう。

$$G = \mathbb{Z}/4m, \quad \rho_1 = 4\sigma_k \oplus \delta, \quad \rho_2 = 4\sigma_{k+2m} \oplus \delta$$

とおきます。$4\sigma_k$ は S^7 への自由G-作用を与えますからレンズ空間 $L^7_k(4m)$ を持ちます。射影 $\mathbb{Z}/4m \twoheadrightarrow \mathbb{Z}/2$ によって導かれる実直線束の円板束を

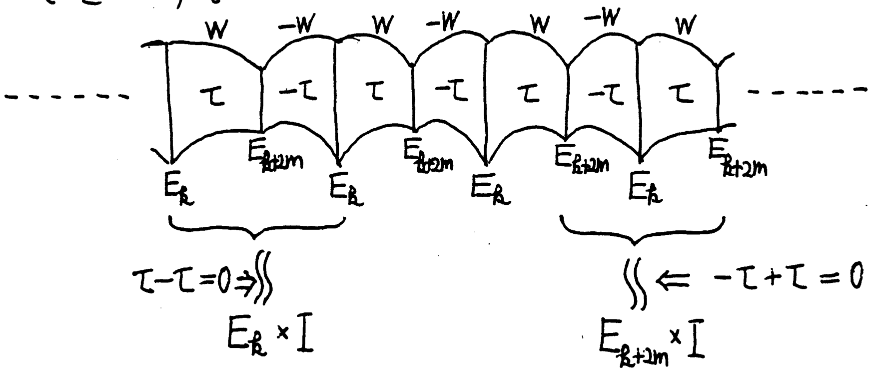
$$E^8_k \longrightarrow L^7_k$$

とします。多様体 E^8_k の境界 ∂E^8_k は L^7_k 上の二重被覆になっています。

<u>命題.</u> E^8_k と E^8_{k+2m} とは、互いにh-コボルダントである。

この命題を示せば定理、すなわち ρ_1 と ρ_2 とが互いに位相的相似であることが従います。実際、その

h-コボルディズム W を無限個つなぎあわせたものを考えます。対 (W, E_k) の Whitehead torsion を τ とすると、次の図のように S-コボルディズム定理を使うことができます。



従って

$$E_k \times \mathbb{R} = \cdots \cup E_k \times I \cup E_k \times I \cup \cdots$$
$$\approx \cdots \cup E_{k+2m} \times I \cup E_{k+2m} \times I \cup \cdots = E_{k+2m} \times \mathbb{R}$$

すなわち

$$\underset{\rho_1^c}{\underset{\approx}{\Sigma \tilde{E}_k}} = (\tilde{E}_k \times \mathbb{R})^c \approx (\tilde{E}_{k+2m} \times \mathbb{R})^c = \underset{\rho_2^c}{\underset{\approx}{\Sigma \tilde{E}_{k+2m}}}$$

となって ρ_1 と ρ_2 とが位相的相似となります。

上の命題を証明するには次の二つの段階が必要となります。

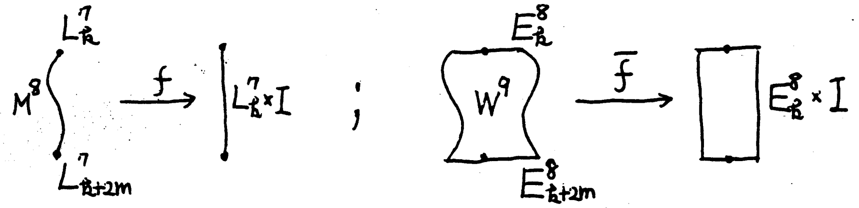
<u>第一段階</u>. E_k と E_{k+2m} とは normally cobordant.
<u>第二段階</u>. その normal cobordism の手術の障害類が消える。

（第一段階の証明） ∂E_k と ∂E_{k+2m} とは二重被覆空間ですから群 $\mathbb{Z}/2m$ に対するレンズ空間となり、従って互いに微分同相です。

この二重被覆に関して、normal maps の群 $[-, F/TOP]$ の間の transfer 写像を考えます。

§4で少し触れましたが、この群はSullivanによってK-理論とコホモロジーとで計算できることが知られていますので、transfer写像を具体的に計算することができて、被覆空間での微分同相が底空間でのnormal cobordismを与えることがわかります。すなわち L_k と L_{k+2m} とが，従って E_k と E_{k+2m} とが，normally cobordantとなります。

（第二段階の証明）　上で得られたnormal cobordismsを



とします。　∂E^8 ではすでに微分同相であったわけですから、$\bar{f}$ の手術の障害類 $\theta(\bar{f})$ は、relativeなL-群

$$L^h_9(\mathbb{Z}/4m,\ \mathbb{Z}/2m)$$

の元です。　一方、f は二重被覆をとれば微分同相になるのですからL-群のtransfer

$$L_8(\mathbb{Z}/4m) \xrightarrow{tr} L_8(\mathbb{Z}/2m)$$

によって $\theta(f)$ は 0 にうつります。（正確にはG-指標定理を使った計算によります。）

$\bar{f}$ の左辺 W^9 は、その境界の一部 $E^8_k \amalg E^8_{k+2m}$ では余次元1の部分多様体の上の非自明直線束の構造を持っているわけですが、その構造が W^9 全体に拡張されるかどうかはわかりません。　この拡張の障害類の群を

$$L^{\psi}_8(\mathbb{Z}/2m)$$

とすると、L-群における「余次元1分解の完全列」（$\mathbb{R}P^n \supset \mathbb{R}P^{n-1}$ に関するBrowder-Livesay不変量の一般化でもあります。）

$$\begin{array}{ccccccccc} \cdots\cdots \longrightarrow & L^{\psi}_8(\mathbb{Z}/2m) & \xrightarrow{j} & L_8(\mathbb{Z}/4m) & \xrightarrow{\psi_1} & L_9(\mathbb{Z}/4m,\ \mathbb{Z}/2m) & \longrightarrow \cdots\cdots \\ & & & \rotatebox{90}{$\in$} & & \rotatebox{90}{$\in$} & \\ & & & \theta(f) & \longmapsto & \theta(\bar{f}) & \end{array}$$

が定義されます。　一方 $L_8^{\psi}(\mathbb{Z}/2m)$ と上記の transfer との関係を考えると $\theta(f)$ が $L_8^{\psi}(\mathbb{Z}/2m)$ からの像となっていることがわかり、$\theta(\bar{f})=0$ が結論できるわけです。

（証明終）

§9.　同変位相的 h-コボルディズム

§7の定理2（C.-S.-S.-W.）の i）の証明について述べます。　前節と同様の方法で $\rho_1 \underset{top}{\sim} \rho_2$ を示そうとするのですが、ここではレンズ空間の normal cobordism に関する情報が十分ではないので、前節の h-コボルディズムの構成を、同変理論に一般化する必要が生じるのです。

「$\rho_1 \underset{top}{\sim} \rho_2 \iff S(\rho_1)$ と $S(\rho_2)$ とが G-h-コボルダント」であることは、同変 s-コボルディズム定理を使って前節と同様に従います。

前節の<u>第一段階</u>と同様にして、例えば $G=\mathbb{Z}/4m$, $\lambda_1=\sigma_i\oplus\sigma_j$,　$\lambda_2=\sigma_{i+2m}\oplus\sigma_{j+2m}$ に対してそのレンズ空間 $L(\lambda_t)$ を考えると、

> 「$L(\lambda_1)$ から $L(\lambda_2)$ への G-normal cobordism が存在して、その二重被覆の手術の障害類は消える。また $S(\lambda_1\oplus\delta)$ から $S(\lambda_2\oplus\delta)$ への G-normal cobordism も存在する」

ことがわかります。

あとは<u>第二段階</u>と同様に手術の障害類が消えることを示せばよいのですが、$D(\lambda_i\oplus\delta)$ は5次元ですから、§7.の定理1の示すように位相的相似になることはできず、従って $D(\lambda_i\oplus\delta)$ に対する障害類は消えません。そこで、前節と同様に relative な障害類

$$\theta(\bar{f}) \in L_5^h(\mathbb{Z}/4m, \mathbb{Z}/2m)$$

を考えることになります。 図式

$$\begin{tikzcd}
 & \theta(f) \arrow[rr, mapsto] & & \theta(\bar{f}) \arrow[d, mapsto] \\
 & L_5^h(\mathbb{Z}/4m,-) \arrow[r] \arrow[d, "\times\mathbb{R}"] & L_5^h(\mathbb{Z}/4m,\mathbb{Z}/2m;-) \arrow[d, "\times\mathbb{R}"] & 0 \\
L_5^p(\mathbb{Z}/2m,+) \arrow[r] \arrow[d, equal] & L_5^p(\mathbb{Z}/4m,-) \arrow[r] & L_5^p(\mathbb{Z}/4m,\mathbb{Z}/2m;-) & \\
0 & & &
\end{tikzcd}$$

によって障害類は一次元自明表現を加えることにより消えることがわかります。 このことから

$$S(\rho_1) = S(\lambda_1 \oplus \delta \oplus \varepsilon) \quad と \quad S(\rho_2) = S(\lambda_2 \oplus \delta \oplus \varepsilon)$$

との間に G-h-コボルディズムが作れて定理2の i) が従います。

§10. 同変 Whitehead torsion の評価

§7の定理2の ii), すなわち非線型相似が i) のものに限る、ということを示すには、G-h-コボルディズムを完全に分類しなければなりません。 この問題は Steinberger-West によって解決されました。 (Steinberger, *Invent. Math.*, 91巻, 前述; 及び Steinberger-West, "Controlled finiteness obstruction is the obstruction to equivariant handle decomposition", preprint, 1987)

その主要な点は、微分可能な s-コボルディズムを分類する torsion の群 $Wh_G^{PL}(M)$ と、位相的なものの群 $Wh_G^{Top}(M)$ との差を評価することにあります。 一般的な情況での答えは、五項の完全列

$$Wh_G^{PL}(M)_C \longrightarrow Wh_G^{PL}(M) \xrightarrow{j} Wh_G^{Top}(M) \longrightarrow \widetilde{KO}_G(M)_C \longrightarrow \widetilde{KO}_G(M)$$

です。 j の像は "smoothable" な G-h-コボルディズムを表わし、それらの差は、位相的に自明なものたちのな

す群 $(\quad)_c$ （「制御されたコボルディズム」と呼ばれています）によって量られます。

被制御群 $Wh_G^{PL}(M)_c$ は、Bredonスペクトル列によってホモロジー

$$H_*^{G,\ell f}(M;\underline{\underline{Wh}}_G^{PL,\rho})$$

から計算できます。これを使って、Mが表現 ρ の球面の場合には、上の完全列は本質的には

$$\tilde{K}_0(\mathbb{Z}[\mathbb{Z}/2m]) \longrightarrow \tilde{K}_0(\mathbb{Z}[\mathbb{Z}/4m]) \longrightarrow Wh_G^{Top}(S(\lambda_i\oplus\delta\oplus\varepsilon))$$
$$\longrightarrow K_{-1}(\mathbb{Z}[\mathbb{Z}/2m]) \longrightarrow K_{-1}(\mathbb{Z}[\mathbb{Z}/4m])$$

となることがわかります。

問題となるレンズ空間については、適当な情況の下で十分に"smoothable"であることが示せて、古典的なレンズ空間の分類の結果に帰着することが可能となり、定理２のii)を得ます。

６次元での最終段階，すなわち定理３を示すには、この $Wh_G^{Top}(M)$ の評価に加えて、ρ-不変量の計算を実行してすべての表現にわたる評価を行ないます。ここではRosenberg-Rothenberg-Weinbergerの定理「同変 ρ-不変量が同変位相同相についての不変量である」が本質的に使われています。

§11. $RTop(\mathbb{Z}/4m)$ の計算

最初にmを奇数として、§7の定理４の証明を紹介します。

Kを、有理数体Qにすべての１のm乗根 ζ に対する $\zeta+\bar{\zeta}$ を付け加えた体とします。次の定理は、位相的有理性原理と呼ばれています。

<u>定理</u>（Cappell - Shaneson, Publ. IHES, 56巻；1983）
合成

$$RK(\mathbb{Z}/4m)_{[\frac{1}{2}]} \longrightarrow RO(\mathbb{Z}/4m)_{[\frac{1}{2}]} \longrightarrow RTop(\mathbb{Z}/4m)_{[\frac{1}{2}]}$$

は同型である。

これによって、一般に $RTop(\mathbb{Z}/4m)$ のねじれ元の位数は2の巾であることがわかります。また、ねじれのない部分も決定されます。

残るのは2-成分の決定です。生成元 $\sigma_d - \sigma_{d+2m}$（$d|m$, $d \neq m$）の間に $\mathbb{Z}/2$-関係があったと仮定しましょう。その関係に対応する球面同志の G-h-コボルディズムの同変 Whitehead torsion に Rothenberg の分解定理（Rothenberg, Proc. Symp. Pure Math., 32巻, 1978, Thm. 3.9 と Thm. 4.5）を適用すると、部分群 $\mathbb{Z}/\frac{4m}{d}$ についても $S(\sigma_d)$ と $S(\sigma_{d+2m})$ との間に同変安定ホモトピー同値があることになりますが、これはレンズ空間のホモトピー型の分類定理に矛盾します。

m が偶数, $m = 2^r l$ の場合には問題は複雑になります。また r が大きくなるにつれてその複雑さは増します。$RTop(\mathbb{Z}/4m)$ については部分的結果しかわかっていないのですが、Steinberger やその他の人々によって現在計算が進められているようです。Steinberger によれば、$RTop(\mathbb{Z}/16)$, $RTop(\mathbb{Z}/32)$ は決定されており、$RTop(\mathbb{Z}/64)$ について大型計算機を使って決定を進めている最中との話でした。

$RTop(G)$ は安定類の意味での位相的相似性をしか記述しないものですが、純粋の意味での位相的相似類の決定に向けての一段階と見ることができます。Steinberger と Steinberger-West（§10 に前述）は、$RTop(G)$ の元の "destabilization" について、いくつか

の一般的結果を出しています。 彼らの結果はC.-S.-S.-W.-W.の論文でさらに一般化され、次のような形になっています。

<u>定理</u>（C.-S.-S.-W.-W.） λ_1，λ_2 が $G=\mathbb{Z}/4m$ の自由表現とする。 このとき，

$$\lambda_1 \oplus \delta \oplus k\varepsilon \underset{top}{\sim} \lambda_2 \oplus \delta \oplus k\varepsilon$$

$$\Longleftrightarrow \quad \lambda_1 \oplus \delta \oplus \varepsilon \underset{top}{\sim} \lambda_2 \oplus \delta \oplus \varepsilon .$$

さらに、mが奇数のときには、非安定な意味での位相的相似類が、完全に決定できる。

§12. 将来の問題

1) RTop($\mathbb{Z}/4m$) の2-成分の計算。 これは、前節で述べたように、表現論に帰着して計算できる性質の問題です。

2) RTop(G) の元の"destabilization"について。 二つの元 ρ_1，ρ_2 が等しいとき，$\rho_1 \oplus \eta \underset{top}{\sim} \rho_2 \oplus \eta$ となる表現 η として、どのようなものが必要か？ これは非安定な意味での位相的相似類の決定への必要な一歩と言えます。 η は、正則表現で十分でしょうか？

3) 上で述べてきたように、群Gの表現の位相的相似を判定するには、Gの部分群についての位相的相似の問題にしばしば帰着して議論します。 一般的な意味での induction 定理が得られると予想できるでしょうか？ RTop(G) は、どのような部分群の RTop で決定されるのでしょうか？

4) 多様体の群作用への応用。 例えば球面への固定点を持つ作用についてのSmith同値の問題において，表現としての同値を位相的相似に置きかえた問題など。

1)以外については現在のところほとんど何も知られていないと思います。

位相的相似性の問題は、それ自身 位相的表現の大域的性質を記述する美しい問題であるばかりでなく、より一般化して考えると 多様体への群作用における大問題「バンドルを作用の不動点の法バンドルとして埋めこむ問題」の、ごく特殊な場合とみることもできます。現時点では 部分的な結果を記述するという段階でしかないようですが、今後 統一的な理論が開発されれば、多様体の局所的性質と大域的性質とを結びつけるものとして、大発展も期待できるのではないかと思います。

"The big fellah's gonna be A-OK, Mrs. Dickerson. Now, a *square* knot would've been bad news, but this just appears to be a 'granny.'"

(R2.19)

変換群論国際コンファレンスの報告

長崎 生光 （大阪大学・理）

１９８７年１２月１６日から２１日の期間，大阪大学理学部において，変換群論国際コンファレンスが開催された。このコンファレンスは，文部省の援助（一部正田建次郎基金及び科学研究費総合Ａ「トポロジーの総合的研究」代表者川久保勝夫）のもとに開かれた。

外国からは，米国５名，西ドイツ３名，イギリス１名，デンマーク２名，ポーランド２名，フィンランド１名，韓国１名，台湾１名，リビア１名，計１７名の参加者があり，Alzubaidy氏を除く１６名が講演を行った。また日本人も１９名が講演を行い，W. C. Hsiang氏の熱気あふれる講演に始まったコンファレンスは，とりまとめたT. Petrie氏にいたるまで，実り多い，有意義なものとなった。

１日のスケジュールは，午前中は朝１０時から１２時半の間に１時間講演が２つ，午後は２時に始まり，２０分から３０分の講演が休憩をはさみながら４つ，最後に４５分講演を１つ行い，５時４０分に終わるというものであった。

１９日の土曜日の夜には，外国人を招いてパーティーを開き，多くの日本人の方も参加され楽しい一時を過した。また，翌日の日曜日は京都観光。バスを借り切って金閣寺，平安神宮，清水寺，伏見稲荷をまわり，好評のうちに終えることができた。

以下，各講演者の講演内容について講演順に簡単に紹介したいと思います。詳しい内容については，Springer の Lecture Notes に出版予定ですのでそちらを見てください。

12月16日(水)

W. C. Hsiang, Transformation groups: past and future.

変換群論についての総合的な講演。変換群論の初期の結果として Principale orbit theorem, Smith theory, Borel 等の結果があった。differential topology の発展につれ Conner-Floyd による結果, compact Lie 群の Smith theory, Atiyah-Bott-Singer の Index theorem が登場し, その後 Jones の Smith theory の逆, Oliver の disk 上の action, Petrie らによる G-surgery と発展してきたことを述べた。

今後発展が期待できる分野として, (1) 無限群の action (2) 単純 Lie 群の action (3) Algebraic action (4) 4次元多様体上の equivariant Yang-Mills 理論 (5) equivariant differential geometry (6) elliptic cohomology (7) G-function space, 等があることを述べた。

F. Raymond, Seifert fibering modelled on principal bundles.

K. B. Lee との共同研究の紹介。Seifert fibering modelled on principal bundles の定義を述べ, 例として flat manifold, infranilmanifold, spherical space form 等々があることを述べ, また存在と分類についての結果を述べた。

森本雅治, Bak group and equivariant surgery.

Dovermann-Petrie の G-surgery 理論のあやまりは L-group のかわりに Bak group (一種の Witt 群) を導入することにより修正できることを述べた。

永田雅嗣, The equivariant homotopy type of classifying space of normal maps.

equivariant F/PL の G-homotopy type について述べた。奇数位数の群 G に対して Madsen-Rothenberg は F/PL(odd)

の G-homotopy type を決定した。一方講演者は G が奇数位数のアーベル群について $F/PL_{(2)}$ の G-homotopy type を決定した。

枡田幹也, On equivariant inertia groups.

inertia 群 $I(M)$ を equivariant 化し equivariant inertia 群 $I_V(M)$ ($V = T_xM$, $x \in M^G$) が定義できる。$I(M)$ は有限群だが, $I_V(M)$ については (1) $G = Z_p, S^1, S^3, N_{S^3}(S^1)$ の時, 有限群 (2) 無限群になる多くの例がある, ことを述べた。

服部晶夫, Actions on symplectic manifolds.

isolated fixed points をもつ 1-conn. closed symplectic semifree S^1-manifold M について moment map と Atiyah-Singer の不動点定理を用いて M のホモロジー群, コホモロジー環が決定される。

S. Jackowski, Homotopy colimits for diagrams of homogeneous spaces.

J. McClure との共同研究の紹介。orbit category $\mathcal{O}_G$ の p-dense subcategory C_p を定義し, $G = SU(3)$ について p-dense subcategory を調べることによって

$[BSU(3), BSU(3)] \to [BT, BSU(3)]$ が単射であることを示した。また G-space X が, (1) $\dim X < \infty$ (2) $X^H \simeq_p *$, $H \in \mathrm{Iso}\,X$ (3) $X^H \simeq_p *$ $H \leq T$ (4) $\mathcal{O}_G(X) := \{G/H \mid G/H \subset X\}$ は有限, をみたすならば $\mathcal{O}_G(X)$ は p-dense であることを述べた。

12月17日(木)

R. Oliver, Finiteness obstructions for homologically nilpotent complexes

次の定理について述べた。

定理. X を finitely dominated homologically nilpotent space とし, $\pi_1(X)$ は有限群とする。このとき, X の finiteness obstruction $w(X)$ は kernel class group $D(\mathbb{Z}\pi_1 X)$ ($\subset \tilde{K}_0(\mathbb{Z}\pi_1 X)$) の中にある。

これは Mislin-Varadarajan の結果の拡張である。

I. Madsen, Homotopy theory of equivariant automorphism groups.

G を有限群, V を $\mathbb{R}G$-module とし, $A_G(V)$ を G-A-automorphisms の空間とする ($A = GL, PL, Top, F$). $\pi_0 A_G(V)$ について述べた。$A_G(V) = A_G(V, V^G) \times A(V^G)$ と分解し, $A_G = \underset{\rightarrow}{\mathrm{colim}}\, A_G(V, V^G)$ とおく。G が奇数位数なら, $A = GL, PL, F$ の時, $\pi_0 A_G = 0$ である。一方, $A = Top$ の時は一般には $\pi_0 Top_G \neq 0$ である。$\pi_0 Top_G$ は G が奇数位数の時 L-group を用いて計算される。

C. m. Wu, The ring structure of $U_*(Z_p)$.

unitary Z_p-bordism ring $U_*(Z_p)$ (p は奇素数) の ring structure について述べた。Kosniowski による $U_*(Z_p)$ の free U_*-module の構造を利用して $p=3$ と $p \geq 5$ の場合に分けて ring の積構造を決定した。

中西あい子, Fixed point free $SU(n)$ actions on acyclic manifolds.

$d_p(G) = \min\{\dim X \mid X :$ compact Z_p-acyclic smooth G-manifold with $X^G = \phi\}$ とおく。(p は素数または 0), 次の結果を述べた。

定理. $d_p(SU(p+1)) \leq \frac{1}{4}(p+1)^2(p+4)p - 1$, $p = 2$ のときは等号が成立。

麻生 透, Smooth $SL(2, \mathbb{C})$ actions on the 3-sphere.

S^3 上の $SL(2, \mathbb{C})$ action の G-homeomorphism classes の分類について述べた。transitive action と non-transitive actionの場合に分けて結果が述べられた。

内田伏一, How to construct analytic actions of non-compact Lie groups on a sphere.

twisted linear action を導入し, analytic action の構成法を紹介. 位相的に異なる非可算個の S^{nk-1} 上の $SL(n,\mathbb{R})$ analytic action が存在する $(n>k\geqq 2)$ 等の結果を述べた。

D. Y. Suh, Smith equivalence of representations.

V, W を G-表現とする。homotopy G-sphere Σ で $\Sigma^G=\{p,q\}$, $T_p(\Sigma)\cong V$, $T_q(\Sigma)\cong W$ となるとき, V, W は Smith equivalent であるという。

P. A. Smith は Smith equivalent なら linearly isomorphic か? という問題を提出した。肯定的な方向の結果として Atiyah-Bott-Milnor の結果がある。一方 Dovermann, Petrie らはある種の奇数位数巡回群 C に対して Smith equivalent だが isomorphic でない表現が存在することを示した。この結果は $Z_2\times C$ の場合にも拡張されることを述べた。証明の道具は G-surgery 理論である。

12月 18日 (金)

森田茂之, Casson's invariant for homology 3-spheres as a secondary invariant of characteristic classes of surface bundles.

Homology 3-sphere, mapping class group, Casson's invariant について説明したあと, Casson's invariant は surface bundle の first characteristic class に関する secondary invariant として解釈できることを述べた.

A. Assadi, Some algebraic invariants of finite transformation groups.

標数 p $(p\,|\,|G|)$ の体 k 上の kG- chain complex C_* に対

して，k^rの中に一つの不変量 $V_G^r(C_*)$ を定義し，その不変量が消える必要十分条件は C_* が finitely dominated, free kG-complex であることを述べた。この不変量の応用として，

定理．Xを CW complex，$\pi_1(X)=G$ は有限群，$\tilde{X}$をXの universal covering とする。そのとき，X が finitely dominated $\Leftrightarrow$ $\forall C\subset G$, $|C|=$ prime, $\tilde{X}/C$ は finitely dominated.

他の応用として，無限次元 G-空間の Borsuk-Ulam 型の定理，ある種の不動点定理が得られる。

神島芳宣，Conformally flat 3-manifolds with compact automorphism groups.

次の結果を述べた。

定理．Mを closed oriented 3-manifold，$SO(2)$ がM上に smooth に作用し不動点をもつとする。このとき，Mは，$SO(2)$ が conformal auto. の群として作用しているような conformally flat structure をもつ。

吉田朋好，On ideal points of deformation curve of hyperbolic 3-manifolds with one cusp.

1つの cusp をもつ hyperbolic 3-manifold N の ideal triangulation から deformation curve C が定まる。Cの ideal points と Nの incompressible and boundary incompressible surfaces との対応について述べた。

牛瀧文宏，On extensions of nonlinear actions on spheres.

次の結果について述べた。

定理．S^{2n-1} $(n\geq 3)$ 上の nonlinear free Z_m-action $(m\neq 1, 2, 3, 4, 6)$ で任意の列 $(k_1, k_2, \cdots)$ に対して free $Z_{k_1 m}$, free $Z_{k_1 k_2 m}$ $\cdots$ と作用が拡張できるが，

free S^1 action へは拡張できないものがある。

加藤十吉，On abelian complex reflection groups.

Vを normal complex analytic variety，Aut(V)を biholomorphisms の群，$G \subset \mathrm{Aut}(V)$ を reflection group とする。V, G に関するいくつかの条件の下で次の結果を述べた。

定理．Gはアーベル群とする。このとき，Vの位数3以上の complex reflection はGのAut(V)での normalizer に含まれる。

K. Pawałowski, Fixed point sets of smooth group actions on disks and Euclidean spaces.

disk あるいは Euclid 空間上の smooth G-action の fixed point set として現われる多様体をGが次の場合に特徴づけた。

(1) torus　(2) 2-群，あるいはその torus による extension

(3) P-群（P：奇素数），あるいはその torus による extension

(4) 位数が素数巾でない巡回部分群をもち，2-Sylow 部分群が normal である群，あるいはその torus による extension.

使う道具は Smith theory，Edmonds-Lee の結果，Oliver の結果，G-thickening theory である。

12月19日（土）

S. Illman, Subanalytic sets and equivariant triangulations in the theory of compact Lie transformation groups.

(1) 有限G-CW複体XのG作用をH作用に制限したH空間 $X|H$ は一般には H-CW複体ではないが，$X|H$ とH-homotopy同値なH-CW複体 $\mathrm{Res}_H^G X$ が存在し，simple H-homotopy同値を除いて unique に定まる。

(2) 松本－塩田によれば，compact smooth G-多様体 M に対して simple G-homotopy 同値を除いて有限 G-CW 複体 $X(M)$ が定まるが，この時，$\mathrm{Res}_H^G(X(M))$ と $X(M|H)$ は simple H-homotopy 同値である。

K. H. Dovermann, Isovariant surgery.

G normal map (X, f, b) は $f^s: X^s \to Y^s$ が G-homotopy 同値の時 adjust であるという。G normal map (X, f, b) が isonormal map であるとは，X^s, Y^s の regular mfd nbds NX^s, NY^s が存在し，

$f: (X, NX^s, X - \mathring{N}X^s) \to (Y, NY^s, Y - \mathring{N}Y^s)$ を誘導し

$Nf^s: (NX^s, \partial) \to (NY^s, \partial)$ が G-homotopy 同値の時をいう。

(1) X, Y は単連結で，$\dim X \geq 6$，$2\dim X^s < \dim X$ の時 adjust G normal map は isonormal map に G-normally cobordant rel. ∂, rel. X^s である。(2) isonormal map (X, f, b) に対して $\sigma(X, f, b) \in L^h_{\dim X}(G, w)$ が定義され，$\sigma(X, f, b) = 0$ ならば (X, f, b) は G-homotopy 同値写像に G-normally cobordant rel. ∂ である。さらに surgery obstruction と generalized Whitehead torsion の関係を述べた。

作間 誠, Realization of the symmetry groups of links.

S^3 の link L に対する symmetry group $\mathrm{Sym}(S^3, L) := \pi_0 \mathrm{Diff}(S^3, L)$ は L が split hyperbolic なら $\mathrm{Diff}(S^3, L)$ の部分群として実現できる，等の結果を述べた。

E. Ossa, Connective K-theory of some classifying spaces.

Atiyah の提出した filtration の問題は connective K-theory と関係が深い。そこでいくつかの群 G について，BG の connective K-theory について述べた。

井上 剛, The equivariant Whitehead torsions of equivariant homotopy equivalences between the unit spheres of representations of finite cyclic groups.

G-homotopy 同値 $f: S(V) \to S(V')$ の reduced equivariant Whitehead torsion $\bar{\tau}_G(f) \in Wh_G(*)$ たちによって生成される部分群を $Wh_{Rep}(G)$ とする。次の結果を述べた。

定理. Gを有限巡回群とする。$Wh_{Rep}(G)$ が finite index をもつ $\Leftrightarrow$ $|G| = 8, 9, 12, 16, 18, p, 2p$ (p は素数).

長崎生光, Semi-linear actions on spheres.

semilinear G-disk の境界として現われる semilinear G-sphere の G homotopy type と homotopy representation group V(G) との関係についていくつかの結果を述べた。

K. B. Lee, The Nielsen number of homotopically periodic maps of infranil-manifolds.

S. Kwasik との共同研究の紹介。Nielsen 数 $N(f)$ は不動点について Lefschez 数 $L(f)$ より多くの情報を与えるが、その計算は難しくなる。Anosov は M が nilmanifold の時, $N(f) = |L(f)|$ を示した。M を infranilmanifold とすると (1) $f^k: M \to M \simeq id$ なら $N(f) = L(f)$. (2) dim M は even (≥ 4) とすると affine Anosov diffeo. f で $N(f) \neq |L(f)|$ となるものがある。この差は holonomy group によってはかられる。

12月21日 (月)

S. H. Weintraub, Semifree group actions on 4-manifolds which are non-trivial on homology.

前半で単連結4-多様体上の topological semifree $\mathbb{Z}/p$ action の構成法について述べ, 後半で algebraic surface 上の algebraic action の構成法について述べた。

C. B. Thomas, Free actions by finite p-groups on products of spheres and Yagita's invariant po(G).

$\prod^{r} S^{k}$ 上の free G-action について（G は p-group），k(G), r(G), を free G-action を許す最小の k, r とする。r(G) は表現論と group cohomology を用いて，k(G) は Yagita's invariant（cohomological period を拡張したもの）を用いて評価できる。特に $P \geq 5$，G の p-rank が 2 の時は，r(G), k(G) は完全に決定できる。

中岡 稔, Borsuk-Ulam theorem and characteristic polynomials.

A. Dold による parametrize された Borsuk-Ulam の定理の cohomology version を拡張し，その結果を述べた。

川久保勝夫, G-s-cobordism theorems do not hold in general for many compact Lie groups G.

Gap hypothesis がみたされているときは，G-s-cobordism theorem は成り立つがそうでないときは多くの G について反例があることを述べた。

小宮克弘, Congruences for the Burnside ring.

Burnside ring の元がみたす 2 種類の congruences（tom Dieck によるものと Kratzer-Thévenaz によるもの）を系として含む新しい congruences について述べた。

松本尭生, Three Riemannian metric on the moduli space of 1-instantons over S^4 and CP^2.

gauge 群 SU(2) をもつ S^4, CP^2 上の 1-instantons の moduli space $\mathcal{M}$ には自然な Riemannian metric が 3 つ

定義できることを紹介し，それらの sectional curvature について述べた。

T. Petrie, Algebraic transformation groups.

algebraic action の未解決な問題と講演者自身の結果の紹介。

Linearity problem. $\mathbb{F}^n$ ($\mathbb{F}=\mathbb{C}$ or $\mathbb{R}$) 上の有限群の algebraic action は linear action に conjugate か？

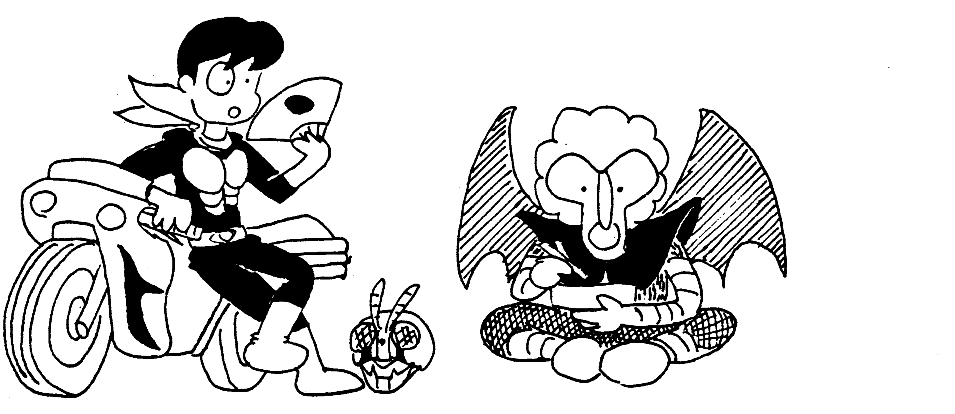
Fixed point problem. $\mathbb{F}^n$ 上の有限群の algebraic action は不動点をもつか？

Countability problem. non-sing. affine variety 上の有限群の algebraic action の algebraic conjugate classes の全体は可算個か？

Homology plane conjecture. non-sing. algebraic surface V (over $\mathbb{C}$) が $\tilde{H}_*(V)=0$ をみたすとき，V を homology plane という。有限群の nontrivial algebraic action をもつ homology plane V は $\mathbb{C}^2$ か？

定理 (Kraft-Petrie). 有限巡回群が homology plane 上に algebraic に作用し，(1) $\dim V^G=1$, (2) surjective map $\mathbb{C}^2\to V/G$ が存在する，ならば $V=\mathbb{C}^2$ であり G-action は linear action に conjugate である。

(R2.19)



修士論文・博士論文速報

修士論文

北海道大学

皆川 宏之

Milnor-Woodの不等式と例外極小集合をもつ葉層S^1束について

Σ_gを種数$g(\geqq 2)$の向き付けられた閉曲面とする。Σ_g上の向き付けられたC^2級葉層S^1束$(\xi, \mathcal{F})$に対して、Ghysは次の定理を証明した。

定理(Ghys)

$\mathcal{F}$がE.M.S.(Exceptional Minimal Set)をもつ
$\Rightarrow |eu(\xi)| < |\chi(\Sigma_g)|$

例(Ghys-Sergiescu) Σ_{12}上のC^∞級葉層S^1束$(\xi, \mathcal{F})$で

① $\mathcal{F}$はE.M.S.をもつ

② $eu(\xi) = 1$

を満たすものが存在する。

問 上の定理の不等式はbest possibleか？

この問に関して、本論文では次の結果を得た。

定理

Σ_{11}上のC^∞級葉層S^1束$(\xi, \mathcal{F})$で、①, ② を満たすものが存在する。

(R2.27)

早川、敦

1階常微分方程式に現れるgenericな特異点の局所モデルと両立系について

1階常微分方程式 $F(x,y,\frac{dy}{dx})=0$ を考える。ここで $F(x,y,p)$ は C^∞(または C^ω)-函数である。この方程式の特異点とは $F_p=0$ をみたす点を指す。この特異点のまわりではこの方程式は $y'=f(x,y)$ という正規型に変型できない。Lak Dara はこの方程式の generic な特異点を分類し、さらに pli simple と呼ばれる特異点のまわりの解曲線は $x=y'^2$ という方程式の解曲線(これは $y=x^{\frac{3}{2}}$ という cusp である)に xy 平面上の diffeo で変形できる、すなわち局所同値であることを示している。

この論文では fronce elliptique, fronce hyperbolique 特異点のまわりの解曲線の様子を両立系という概念を用いて考察する。これによりこの2つの特異点のまわりの解曲線は R^3 内のつばめの尾をある曲面で切断したものを xy 平面に射影することで得られることや、C^ω カテゴリーでこの特異点は局所同値のもとで函数空間の moduli をもつということが示される。

(R 3.4)

山形大学

中村一宏

低次元多様体上のSU(2)×SU(2)作用の分類について.

低 rank な Lie 群の次元の低い manifolds への作用の分類の一環として、SU(2)×SU(2) が almost effective に作用する compact, connected n-manifolds without boundary (ま $n=4,5,6$) を SU(2)×SU(2)-equivariant diffeo. のもとで分類した.

principal orbit の codimension が 1 又は 2 のとき，まず標準的手法（即ち，slice representations の計算，各orbit の近傍を調べること，SU(2)×SU(2)-equivariant な貼り合せの一意性を調べること）により，多くの場合 isotropy types にのみ depend することを示す．一方，orbit space からの構成や具体的な example の isotropy types の計算によって，ある isotropy types をもつ mfd. 決定していく．

(R2.24)

学習院大学

松本　信斎

x^5 を relator とする 1-relator product について

combinatorial group theory は、低次元の位相幾何学において、基本群の性質を探るうえでの強力な理論となっている。特に、free group や、1-relator groupに関しては、Magnus, Lyndon 等により、いくつかの有用な結果が導かれている。このうち、1-relator groupを拡張した概念として、1-relator product が与えられる。今、この1-relator product を与える各factorが全て位数2の元か、位数2の元を含まないかのどちらかの条件を満たすならば、x^5 に関するこのproductにおいて、Freiheitssatz が成立するという結果を、我々は得ることができた。又、一般的な factor に関しても、relationが特殊な形をしていなければ、やはりFreiheitssatzの成立をみることができる。その結果ある種のsurgeryにより得られる3-manifoldの基本群の構造を明らかにする。

(R2.25)

東京大学

大原 淳

Knot の energy

$\mathcal{L}=\{f;\ \text{embedding}\ S^1=\mathbb{R}/\mathbb{Z}\to\mathbb{R}^3\ \text{s.t.}\ |f'(t)|=1\ \ {}^\forall t\in S^1\}$ に対して いくつかの functional を定義し. それによって knot type を識別することを考える. E 及び B : $\mathcal{L}\to\mathbb{R}$ を $\mathcal{L}\ni f$ に対し

$$E(f)=\frac{1}{2}\iint_{S^1\times S^1}\frac{1}{d(f(x),f(y))^2}-\frac{\pi^2}{\{\sin\pi(y-x)\}^2}\,dx\,dy$$

$$B(f)=\frac{1}{4\pi^2}\int_{S^1}k^2(s)\,ds\qquad(\text{但し、}\ k(s)=|f''(s)|\ \ ;\text{曲率})$$

で定義する. (但し $d(\ ,\ )$ は $\mathbb{R}^3$ の standard metric)

$\lambda>0$ に対し. $E_{\lambda B}(f)=E(f)+\lambda B(f)$ と定義すると.

Th　$\lambda>0$, $E_0\ (\geq -2)$: given

　$\Rightarrow$ $E_{\lambda B}\leq E_0$ となる knot type は有限個　(R2.16)

塚田 晴史

Asymptotic cycles and homology directions for Axiom A flows

compact Riemannian manifold M 上の continuous flow φ_t に対し、φ_t の漸近的な性質を表わすものとして asymptotic cycle が定義される。asymptotic cycle 全体の集合 A_φ は $H_1(M;\mathbb{R})$ の compact convex subset であるが、とりわけ 0 を含むかどうかが、その flow にとって重要な意味をもつ。特に Axiom A flow の場合には closed orbit がその大まかな挙動を決めるので、$A_\varphi\ni 0$ のとき 0 を実現する (i.e. homologous to 0 な) closed orbit が存在するかを考え、$\dim H_1(M;\mathbb{R})$ が 1 か 2 以上かで異なる結果を得た。

定理 1　$\psi_t: M\to M$ を Axiom A flow on M. $\dim H_1(M;\mathbb{R})=1$, X を basic set の1つ、$\varphi_t=\psi_t|X$ としたとき、$A_\varphi\ni 0$ ならば X は 0 を実現する closed orbit をもつ。

定理 2　T^3 上の Axiom A flow で以下の性質をもつものが存在する。basic set の1つが asymptotic cycle としては 0 を含むが、0 を実現する closed orbit をもたない。　(R2.19)

橋口 徳一

<u>向きづけ可能な閉曲面の geodesic flow に対する Birkhoff's section 上の Anosov diffeomorphism について</u>

種数 g ($g \geq 2$) の向きづけ可能な閉曲面 Σ_g に定負曲率 -1 をもつ metric を与えて、Σ_g の単位接ベクトル束 $T_1\Sigma_g$ 上の geodesic flow $\{F_t\}$ を考える。S を Fried によって定義された $\{F_t\}$ に対する Birkhoff's section とし、$S - \partial S$ の first return map から得られる S の diffeomorphism を F とする。S の $4g+4$ 個の境界の各成分を1点につぶすと 2次元トーラス T^2 と同相で それを $\hat{S}$, F から誘導される $\hat{S}$ の homeomorphism を $\hat{F}$ とおく。Ghys によって、$\hat{F}$ はある $A_g \in SL(2,\mathbb{Z})$ が T^2 に誘導する hyperbolic toral automorphism と位相共役であり、trace $A_g = 4g^2-2$ であることが知られている。$SL(2,\mathbb{Z})$ の共役類は trace だけでは決まらない訳だが、この A_g の属する共役類は、次のものであることがわかった。

<u>定理</u> ある basis の下で A_g は次のように書かれる。

$$A_g = \begin{pmatrix} 2g^2-1 & 2g(g-1) \\ 2g(g+1) & 2g^2-1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} g & g-1 \\ g+1 & g \end{pmatrix}^2$$

東京工業大学 (R2.27)

北久保 茂

<u>On planar branched coverings of graphs</u>

Gを単純、連結、有限グラフとし、$v \in V(G)$ の近傍を <u>N(v)</u> で表す。全射 $p: V(\tilde{G}) \to V(G)$ が存在し、任意の頂点 v V(G) と $\tilde{v} \in p^{-1}(v)$ に対して、$p|_{N(\tilde{v})}$ が $N(\tilde{v})$ から N(v) への全射となるとき、$\tilde{G}$ を G の <u>branched covering</u> と呼ぶ。自己同型群 $Aut(\tilde{G})$ の部分群 A が存在し、2頂点 $u, v \in V(\tilde{G})$ に対して $p(u) = p(v)$ となるための必要十分条件が、$\tau(u) = v$ となる $\tau \in A$ が存在することであ

るとき、p：$\tilde{G}\to G$は regular であるという。

p：$\tilde{G}\to G$をbranched coveringとする。Gの各辺eに対する原像の個数$|p^{-1}(e)|$の最大値がnであるとき、p：$\tilde{G}\to G$は n-fold branched coveringであるという。

連結グラフGのn-fold regular branched covering $\tilde{G}$が平面的であるようなnの最小値を bsph(G) で表す。

定理　連結グラフGに対しbsp(G)が有限であるための必要十分条件は、Gが平面的か射影平面的であることである。

系　任意の連結グラフGに対して、bsph(G)＝1, 2, ∞である。

(R2.29)

早稲田大学

島原　美樹

Knots and links in certain spatial graphs.

Conway-Gordonが、7頂点完全グラフK_7はself-knottedグラフ(i.e.そのグラフの$\mathbb{R}^3$への任意の埋め込みは必ずknotted cycleを含む)であり、K_6はself-linkedグラフ(i.e.$\mathbb{R}^3$への任意の埋め込みは必ず自明でない2成分のlinkを含む)であることを示している。Sachsは、K_6以外に7つのself-linkedグラフをあげている。これらの証明より、K_7 (resp. K_6)を含まない7頂点(resp. 6頂点)以下のグラフは、self-knotted (resp. self-linked)でないことがわかる。この論文では、Conway-Gordonの方法を拡張し、完全2組グラフでは$K_{5,5}$が最も簡単なself-knottedグラフであること、他のいくつかのグラフについても、$\mathbb{R}^3$への埋め込みに一定の特徴のあることを示す。また、Sachsの例について考察する。

(R3.3)

信州大学

栗林勝彦

Lie群と等質空間のループ空間のコホモロジー環

$G = G_2, F_4, E_6, E_7, E_8$ としたときのループ空間のコホモロジー環 $H^*(\Omega G : \mathbb{Z}_2)$, $G = F_4, E_6, E_7, E_8$ としたときの $H^*(\Omega G : \mathbb{Z}_3)$ また $H^*(\Omega E_8 : \mathbb{Z}_5)$ さらに $H^*(\Omega(E_8/SU(9)/\mathbb{Z}_3) : \mathbb{Z}_2)$ を決定した。

ファイブレーション $\Omega G \to PG \to G$ より得られる $\mathbb{Z}_p$-係数 Eilenberg-Moore スペクトラル系列を用いて、$H^*(\Omega G : \mathbb{Z}_p)$ $(p = 2, 3, 5)$ を決定するわけであるが、$H^*(\Omega G : \mathbb{Z}_2)$ を求めるためのスペクトラル系列は E_2-項でカラプスしまた、$H^*(\Omega G : \mathbb{Z}_3)$, $H^*(\Omega E_8 : \mathbb{Z}_5)$ を求めるためのスペクトラル系列は、$K(\mathbb{Z}_p, n-1) \to PK(\mathbb{Z}_p, n) \to K(\mathbb{Z}_p, n)$ から得られる Eilenberg-Moore スペクトラル系列と比較することにより E_3-項, E_5-項でカラプスすることがわかる。また $H^*(\Omega(E_8/SU(9)/\mathbb{Z}_3) : \mathbb{Z}_2)$ を求めるために、ファイブレーション $\Omega(E_8/SU(9)/\mathbb{Z}_3) \to SU(9)/\mathbb{Z}_3 \to E_8$ から得られるスペクトラル系列 $\{E_r, d_r\}$ を考察するが、これは $\{E_r, d_r\}$ に Hopf 代数構造が入ることを用いて E_2-項でカラプスすることがわかる。拡張問題に関して "Hopf 代数の p-単純系 S が或る条件を満たしている場合 H^* の環構造は S より決定できる" という命題を用いてそれぞれのコホモロジー環は再構成される。

(R 2.26)

大阪市立大学

東 俊明

結び目の加法的不変量

S^3 内の oriented knot K に対し、その diagram 上で、K の unknotting operation に関する次の図式を考える。

$$K \xrightarrow[L_1]{1} K_1 \xrightarrow[L_2]{2} \cdots \xrightarrow[L_i]{i} K_i \xrightarrow[L_{i+1}]{i+1} \cdots \xrightarrow[L_s]{s} K_s = \text{unknotted}$$

但し、K_i は K の crossings $1, 2, \cdots, i$ をすべて入れ換えて得られる knot、

$L_i = K_i^1 \cup K_i^2$ は 1,2,…,(i−1), を入れ換え, i のみを smoothing して得られる link を表す。このとき, ε_i を K における i の符号, $\lambda_i = \mathrm{Link}(K_i^1, K_i^2)$ として 次の様に定義される 2つの整数

$$\tau(K) = \sum_{i=1}^{s} \varepsilon_i \lambda_i$$
$$\rho(K) = \sum_{i=1}^{s} \varepsilon_i \left[-\lambda_i(\varepsilon_i + \lambda_i)/2 - \tau(K_i) + \tau(K_i^1) + \tau(K_i^2) \right]$$

は K の invariant になる。 $\tau(K) \pmod 2$ は Arf invariant に一致するが, $\rho(K)$ は おそらく新しいものであろう。次の定理が成立する。

Theorem (i) $K \# K'$ を knot K, K' の connected sum とするとき

$$\tau(K \# K') = \tau(K) + \tau(K')$$
$$\rho(K \# K') = \rho(K) + \rho(K')$$

(ii) K^* を knot K の mirror image とするとき

$$\tau(K^*) = \tau(K)$$
$$\rho(K^*) = -\rho(K)$$

(従って, K が amphicheiral ならば $\rho(K) = 0$).

(R2.26)

森田敏幸

Orders of knots in the algebraic knot cobordism group

k を knot。 $a(k)$ を knot k の algebraic order (algebraic knot cobordism group における knot k の order とする。J. Levine は $a(k) = 1, 2, 4, \infty$ となることを示し, $a(k)$ が有限かどうかの判定条件も与えている。また, 次の定理を示している。

定理A k を $a(k)$ が有限な knot とする。 $a(k) = 4$ となるための必要十分条件は, ある p-進数体 Q_p と, $Q_p[t]$ 上の Alexander polynomial $\Delta(t)$ のある symmetric で irreducible な factor $\lambda(t)$ に対して, $((-1)^{\deg \lambda(t)} \lambda(1)\lambda(-1), -1)_p = -1$ かつ, $\varepsilon_\lambda(k) = 1$ 。ここで, $(\ ,\ )_p$ は Hilbert symbol。($\varepsilon_\lambda(k)$ の定義は ここでは省略。)

しかし, $a(k) = 4$ かどうかを判定するためには全ての Q_p (無限個)に対して Hilbert symbol を計算しなければならないので, この定理は実用的でない。筆者はこの定理を改良し, 次の定理を得た。

定理B $p \nmid 2\Delta(-1) \Rightarrow {}^\forall \lambda(t)$ に対して, $((-1)^{\deg \lambda(t)} \lambda(1)\lambda(-1), -1) = +1$ 。

これらの定理を使うことにより, 筆者は 10-crossings までの全ての knot の algebraic order を決定することができた。

(R2.26)

関西学院大学

米澤 康

不動点集合の本質的成分と微分方程式への応用

不動点定理は，微分方程式の解の存在証明の有力な手段である。一方，S. Kinoshitaは，単独の不動点ではなく不動点集合の成分に注目することにより，ある種の空間Xに対しては，XからXへの任意の連続写像fに対して不動点集合のある成分Kが存在して，Kの任意のε近傍に対してある$\delta>0$が存在して，$|f'-f|<\delta$を満たすすべての$f':X\to X$がKのε近傍内に少なくとも1つの不動点を持つことを示した。このKを，不動点集合の本質的成分と呼び，ある空間からそれ自身へのすべての連続写像が不動点集合の本質的成分を持つ空間の性質を，fixed point propertyに習って，"property F^*"または"f^*.p.p."と名づけた。n次元球体B^n，Hirbert cube I_ωはf^*.p.p.を持つ空間の例である。

本研究では，まず1点を共有する2つのf^*.p.p.を持つ空間の和集合もまたf^*.p.p.を持つこと，及び無限個の空間から構成されるある種の空間がf^*.p.p.を持つことを示した。f.p.p.を持つがf^*.p.p.を持たない空間が存在するか否かは未解決である。次にf^*.p.p.の応用として，Schauderの不動点定理に対してもf^*.p.p.を拡張し，すでに同定理を用いて解の存在が証明されている常微分方程式の初期値問題，境界値問題には，解集合の本質的な連結成分（上記のような性質を持つ解集合の連結成分）が存在することを示した。

（R2.29）

張替俊夫

グラフのサイクルとその空間への埋め込み

1. R^3に埋め込まれたグラフがある時，そのサイクルはR^3においてknotと見なすことができる。そこで、3つの頂点を持ちloopのないグラフに対して，R^3の中でいくつかのknotsを与え，それらを部分的に含むR^3内のグラフが構成されるかどうか，また与えられるknotsのknot typeによらずそれらを部分的に含むR^3内のグラフが構成されるようなknotsの数は少なくともいくつか，について調べた。

2. cut－vertexを持たない連結なグラフのBetti数nを固定する時，そのグラフの持つサイクルの個数をnを使った不等式で表わした。特にBetti数nで最大のサイクルの個数を持つグラフとそのサイクルの個数について調べた。

(R2.29)

神戸大学

寺垣内　政一

On fibered knots

fibered 2-knotsに関する3つのテーマを扱う。まず，punctured lens space sumをfiberにもつS^4(もっと一般にhomology 4-sphere)内のfibered 2-knotsを全て決定する。特にpunctured lens space $L(p,q)^\circ$をfiberにもつfibered 2-knotは2-bridge knot $K(p,q)$の2-twist-spunである。続いてprism manifoldsに関して同様の問題を考察する。最後にdeform-spinningを扱う。moving picture methodを用いて，torus knotsに対するsymmetry-rollingがtwistingであることを示す。他のknotsに対してsymmetry-rollingで得られるfibered 2-knotsを調べる。特にprism manifold $M_{5,2}$, $M_{11,2}$をfiberとするS^4内のfibered 2-knotを得る。

(R 2,19)

兵庫教育大学

佐藤完治

構造安定写像とカタストロフィー

Bröcker の本を基にして ポストン・スチャートを主に応用方面について 集大成した

(R2.26)

大江　誠

C^0 Nash mapping について

コンパクトな Nash 多様体 M, C^0 Nash 多様体 N に対し, Whitney 位相での $C^0(M,N)$ で稠密・可算な $N^0(M,N)$ の部分集合の存在, コンパクトでないときは compact-open 位相で同様の結果を示した

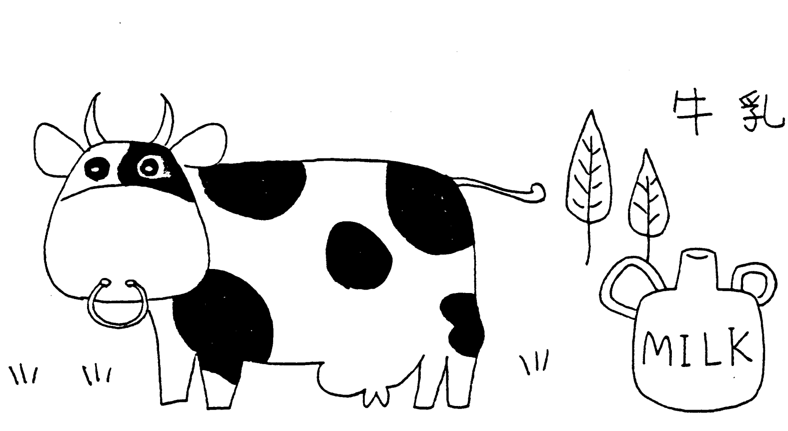
(R2.26)

徳永政雄

ヒルベルトの第３問題について

ボルチャンスキーの本を基に, Sydler, Goldberg による, 立方体と分解等積な４面体についてまとめた

(R2.26)



牛乳サブレ

乳菓子

広島大学

小林　克洋

$\mathbb{CP}^2$上の自己双対接続のモジュライ空間の計量について

複素射影平面$\mathbb{CP}^2$上には、Fubini-Study計量が入っているとし、Eは$\mathbb{CP}^2$上の複素2次元ベクトル束で、$c_2=-1$であるものとする。$\mathcal{M}$をE上の自己双対接続のモジュライ空間とすると、$\mathcal{M}$は$\mathbb{CP}^2$のconeと同相であることが知られている。

$\mathcal{M}$に3種類の自然な計量(I型, I-II型, II型)を定義し、これの具体的な表示を求め、それを利用して、$\mathcal{M}$の断面曲率などを計算してみた。これにより、$\mathcal{M}$の端の方では、I型の断面曲率は、Fubini-Studyの断面曲率の$1/4\pi^2$倍に近づき、また、I-II型, II型は負定曲率$-5/32\pi^2$に近づくことがわかる。また、cone pointの近くでは、I型, I-II型計量の断面曲率は($H^6-\{一点\}=S^5\times(0,1)$, 双曲計量)に、$S^1$を作用させたときにできる$\mathbb{CP}^2$のconeに入る計量の断面曲率に、似たふるまいをすることがわかった。

(R3.1)

鳴門教育大学

熊澤昌明　(くまざわ　まさあき)

グラフとエントロピー

本論文では，Markov subshiftを強連結ダイグラフの上の力学系として与えて，その位相的エントロピーと測度論的エントロピーの関係について述べた。

位相力学系(X, f)において，Xの開被覆$\mathfrak{A}$，$\mathfrak{B}$に対して，$\mathfrak{B}$が与えられた時の$\mathfrak{A}$の条件つき位相的エントロピーを　$H(\mathfrak{A}|\mathfrak{B}) \equiv H(\mathfrak{A}\vee\mathfrak{B}) - H(\mathfrak{B})$　と定義する。

可測力学系 $(X, \mathcal{B}(X), \mu, \varphi)$ において，α を X の有限分割とすると，数列 $\left\{H_\mu(\alpha | \bigvee_{k=1}^{n} \varphi^{-k}\alpha)\right\}_{n=0}^{\infty}$ は単調性を持ち，有限分割 α に関する保測写像 φ の測度論的エントロピーについて次の関係が知られている。

$$h_\mu(\varphi, \alpha) \equiv \lim_{n\to\infty} \frac{1}{n} H_\mu\left(\bigvee_{k=0}^{n-1} \varphi^{-k}\alpha\right) = \lim_{n\to\infty} H_\mu\left(\alpha \Big| \bigvee_{k=1}^{n} \varphi^{-k}\alpha\right)$$

しかし，位相力学系より得られる数列 $\left\{H(\mathfrak{A} | \bigvee_{k=1}^{n} f^{-k}\mathfrak{A})\right\}_{n=0}^{\infty}$ は Markov subshift (subshift of finite type) においても一般に単調性を持たない。だが，その極限に関しては次がわかる。

<u>定理</u>　位相混合的な Markov subshift (Σ_A, σ_A) においては，$\mathfrak{A} = \{\{\omega \in \Sigma_A : \omega_0 = i\} \mid i = 1, 2, \cdots, N\}$ に対して $H(\mathfrak{A} | \bigvee_{k=1}^{n} \sigma_A^{-k}\mathfrak{A})$ の極限は存在し，位相的エントロピー $h(\sigma_A)$ に一致する。

(R2.25)

白木　久雄

<u>可微分写像の周期点について</u>

$f: M \to M$ をコンパクト多様体上で定義された，有限個の周期点をもつ C^1 写像とする。この論文では，f の位相的性質と周期点での f の微分との間に成り立つ関係について述べる。

m を奇素数とするとき，次の性質を満たす f の周期点 x は，δ_m-周期点と呼ばれる。

『合成写像 f^p (p は x の最小周期) の x での微分 $Df^p(x)$ の固有値のうち，1 の原始 m' 乗根のものが存在する。ここで，m' は m の倍数である。』

このとき，周期点の周期に関するある仮定のもとで，δ_m-周期点が存在するためのホモロジー群上の f の作用についての条件を与えた。この証明の応用として，周期点の存在に関する Fuller, Shub-Sullivan の結果の一般化を得た。更に，有限群の作用が存在する場合も考察した。

(R2.25)

愛媛大学

森下和彦

On projectively function spaces and ω-topologies.

(X,τ)を分離公理$T_{3\frac{1}{2}}$及びT_1を充たす位相空間(Tychonoff空間) $C_p(X,\tau)$を空間(X,τ)上の実数値連続関数からなる集合に点別収束位相を導入した空間とする。

一般に空間$C_p(X,\tau)$が完備性を表わす位相的性質を持つとき、位相τは離散位相に近い性質を持つことが知られている。1983年にArkhangel'skiĭによって導入されたprojectively complete性を$C_p(X,\tau)$が持つときの位相τの性質について次の様な問題が考えられる。

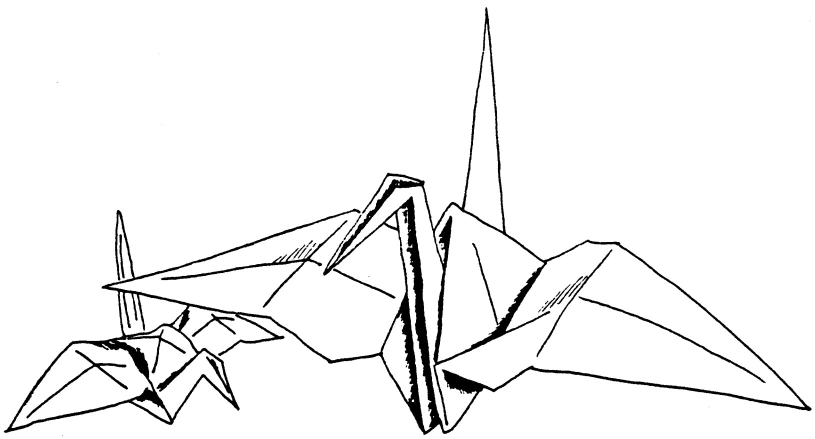
問題

任意のTychonoff空間(X,τ)に対して、次の様なX上のTychonoff位相τ'はあるか。

1. τ'はτによって一意的に決定され、τよりも強い。
2. $C_p(X,\tau)$がprojectively completeであることと、τ'が離散位相となることは同値となる。

本論文では上の問題に対して、新しい位相と空間の為すクラスを導入することによって部分解を与える。

(R2.27)



九州大学

佐藤好久

(I) Smooth 2-knots in $S^2\times S^2$ with simply-connected complements are topologically unique

$S^2\times S^2$内にsmoothに埋め込まれたS^2を$S^2\times S^2$内の2-knotと言う。$H_2(S^2\times S^2;\mathbb{Z})\cong\mathbb{Z}\oplus\mathbb{Z}$のgeneratorsとして自然なもの$\xi=[S^2\times *]$, $\eta=[*\times S^2]$を考える。この時、久我の定理により$S^2\times S^2$内の2-knotが実現している元は本質的には$\xi+p\eta$ or $p\xi$である。整数pに対して、$\rho_p: S^2\longrightarrow S^2$をdegree pのcanonicalなsmooth mapとし、Σ_pをρ_pのgraphとする。Σ_pは$\xi+p\eta$を実現する$S^2\times S^2$内の2-knot(これをstandard 2-knotという。)である。この時、$S^2\times S^2$内の2-knotのtopologically unknotted theoremが得られた。すなわち、

<u>Theorem</u>　Sを$S^2\times S^2$内の2-knotとする。この時、

$$\pi_1(S^2\times S^2-S)=\{1\}\Longrightarrow \exists f:(S^2\times S^2,S)\xrightarrow{\approx}(S^2\times S^2,\Sigma_p)\ \text{homeo.}$$

for some integer p ∎

また、S^4内の2-knotとそれとは交わらないcircleから、補空間が単連結でない$S^2\times S^2$内の2-knotを構成することができる。実際、Mを Dehn surgeryから得られる任意のhomology lens spaceとした時、$\pi_1(S^2\times S^2-S)\cong\pi_1(M)$である$p\xi$を実現する$S^2\times S^2$内の2-knot Sが存在することを示すことができる。ただし、$p=\#H_1(M;\mathbb{Z})$.

(II) Smooth 2-knots in $S^2\times S^2$ with the same fundamental group

補空間の基本群はknot typeに関する不変量である。この時、「補空間の基本群で$S^2\times S^2$内の2-knotのtypeは決定できるか？」ということが自然に問題になるが、これは一般にはNoであることがわかる。すなわち、補空間の基本群は完全不変量ではない。

<u>Theorem</u>　補空間の基本群は互いに同型であるが、knot typeの異なる$S^2\times S^2$内の、ξを実現する2-knotが存在する。∎

(注) 定理の中の基本群は有限群である。

また、$S^2\times S^2$内の2-knotの補空間は一般に$K(\pi,1)$でないこともわかる。

(R2.25)

博士論文

筑波大学

木村孝

コンパクト化の理論への貢献

E. Sklyarenko は separable metric space X が距離化可能コンパクト化 αX で $\dim(\alpha X - X) \leqq n$ となるものをもつとき、次の条件(*)をみたす基底 $\mathcal{B}$ がないことを証明した：(*) $\mathcal{B}$ の相異なる $n+1$ 個の元 $B_0, B_1, \ldots, B_n$ に対して $\mathrm{Bd}\, B_0 \cap \mathrm{Bd}\, B_1 \cap \cdots \cap \mathrm{Bd}\, B_n$ はコンパクト。ここで $\mathrm{Bd}\, B$ は B の位相的境界である。この逆、すなわち可分距離空間 X が(*)をみたす基底 $\mathcal{B}$ をもてば、X は距離化可能なコンパクト化 αX で $\dim(\alpha X - X) \leqq n$ をみたすものがあるかという問題がある。E. Sklyarenko, Aarts, van Mill 等がこの問を提起している。著者は上記の逆が成立することを完全に証明した。その他、可分距離空間の Stone-Čech コンパクト化は regular Wallman となること、すべてのコンパクト な樹状空間が super compact であること、compactness degree と deficiency は可分距離空間について任意の大きさで異なることが示された。 (R3.3)

早稲田大学

西村尚史

Topology of map germs

2つの写像芽 $f, g : (\mathbb{R}^n, 0) \to (\mathbb{R}^p, 0)$ が、topologically equivalent とは、2つの同相写像芽 $h : (\mathbb{R}^n, 0) \to (\mathbb{R}^n, 0)$, $h' : (\mathbb{R}^p, 0) \to (\mathbb{R}^p, 0)$ が存在して、$g = h' \circ f \circ h$ となる

ときをいう。 C^∞写像芽 $f:(\mathbb{R}^n,0)\to(\mathbb{R}^p,0)$ が topologically infinitely determined であるとは，$j^\infty f(0)=j^\infty g(0)$ となるすべての C^∞写像芽 $g:(\mathbb{R}^n,0)\to(\mathbb{R}^p,0)$ に対し，g は f と topologically equivalent となるときをいう。

Topologically infinitely determined map germs に対しては，何一つ（本質的な）結果は得られていなく，いくつかの未解決問題が知られているのみであったが，そのうちの一つの問題（C. T. C. Wall氏による）に，以下の主定理で肯定的に答える。

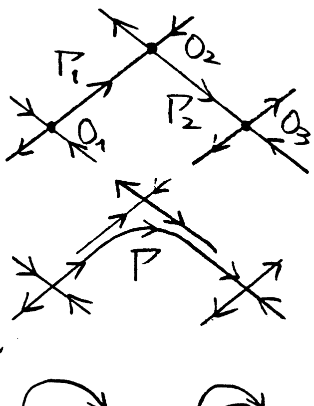
<u>Main Theorem.</u> Topologically infinitely determined map germs are topologically cone-like.

(R3.3)

京都大学

国府寛司

<u>*Homoclinic and Heteroclinic Bifurcations of Vector Fields*</u>



$\mathbb{R}^n$上のベクトル場の族$v(x,\mu)$が$\mu=\mu_0$のとき右上図のような3つの双曲型平衡点O_1，O_2，O_3およびそれらを結ぶ2つのヘテロクリニック軌道Γ_1，Γ_2をもつとする。このとき適当な非退化条件の下で、μ_0に近いμにおいてΓ_1，Γ_2が存続する条件および新しいヘテロクリニック軌道Γが存在する条件(分岐図)を求めた。またその応用として1重巻ホモクリニック軌道が2重巻になる分岐についても同様の考察をした。

(R2.18)

宍倉 光広

Trees associated with the configuration of Herman rings.

f(z)を複素係数有理関数とすると fはRiemann球面$\overline{\mathbb{C}} = \mathbb{C}\cup\{\infty\}$上の力学系を定義する。fのHermann ringとは、fに関して周期的な、$\overline{\mathbb{C}}$の二重連結領域でその上でfは無理数回転に共役となるものである。fがHerman ringをもつとき、そのf^nによる逆像すべてを考える。$x, y \in \overline{\mathbb{C}}$に対し、これら逆像のうち、xとyを"分離"するものの"量" $d(x,y)$ ($\in \mathbb{R}$)を適当な方法で定義すると、$d(\cdot,\cdot)$は三角不等式をみたす。そこで、$T = \overline{\mathbb{C}}/\sim$, ただし $x \sim y \Leftrightarrow d(x,y)=0$; $x \in T$に対し、$f_*(x) = \pi \circ f(\partial \pi^{-1}(x))$ ただし、$\pi : \overline{\mathbb{C}} \to T$ は自然な射影、$\partial \pi^{-1}(x)$は$\pi^{-1}(x)$の$\overline{\mathbb{C}}$での境界と定義する。このとき、

定理 Tは(枝の数が有限な)Treeになる。$f_* : T \to T$ は、well-defined, 連続かつ距離 $d = \pi_* d$ に関して区分的に線型になる。しかも、区分された各部分での拡大率は正の整数値である。

(R2.18)

広島大学

足田瑞穂

Relations between several Adams spectral sequences

XをCW spectrum, Gをring spectrumとし、$\pi_*(X)$に対するG-Adams spectral sequence $E(G)=\{E(G)_r^{s,t}, d_r^G\}$を代数的に計算する方法を研究する。そのために、G=E, Fに対しのMay及びMahowald spectral sequence $E^{May}=\{E_{u,r}^{s,t}, d_r^{May}\}$, $E^{Mah}=\{\bar{E}_{u,r}^{s,t}, d_r^{Mah}\}$の存在と関係とを議論する。状況は下図に示されている。

$$
\begin{array}{ccccccc}
A_u^{s,t}(X) & = & E_{u,1}^{s,t} & \underset{abut}{\Longrightarrow} & E(E)_2^{s,u-t} & \Longrightarrow & \pi_{u-t-s}(X) \\
\| & & & & & & \| \\
A_u^{s,t}(X) & = & \bar{E}_{u,2}^{s,t} & \underset{conv}{\Longrightarrow} & E(F)_2^{s+t,u} & \Longrightarrow & \pi_{u-t-s}(X)
\end{array}
$$

主な結果は次を意味する。ここで $x \in A_u^{s,t}(X)$.

(i) $d_1^{May} d_2^{Mah} x = d_2^{May} d_1^{Mah} x$.

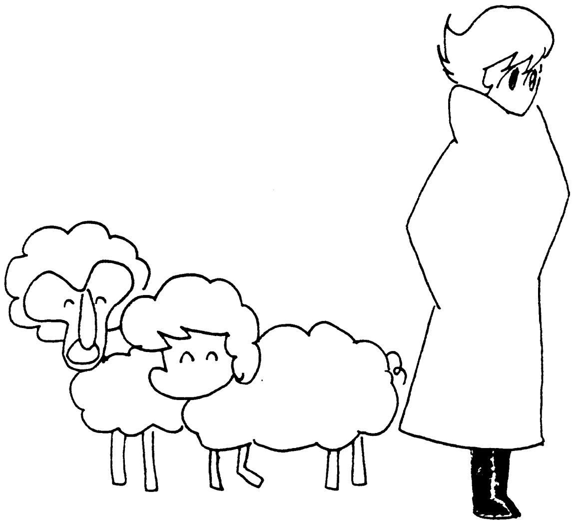
(ii) E^{Mah} で x が x^F に収束するならば、$d_1^{May} x$ は $(-1)^t d_2^F x^F$ に収束する。

(iii) E^{May} で x が x^E に収束するならば、$d_2^{Mah} x$ は $d_2^E x^E$ に収束する.

(iv) (ii)-(iii) が成り立つならば、適当な $y \in A_{u+1}^{s+2,t}(X)$ があり、それは、E^{May} で $d_2^E x^E$ に、E^{Mah} で $(-1)^t d_2^F x^F$ に収束する。

d_r^{May}, d_r^{Mah} は代数的に計算可能であり、上の結果より d_r^G を計算出来る。特に $E=BP$, $F=HZ_p$ のとき、$d_2^{HZ_p}$, d_{2p-1}^{BP} を計算してみた。

(R3.9)



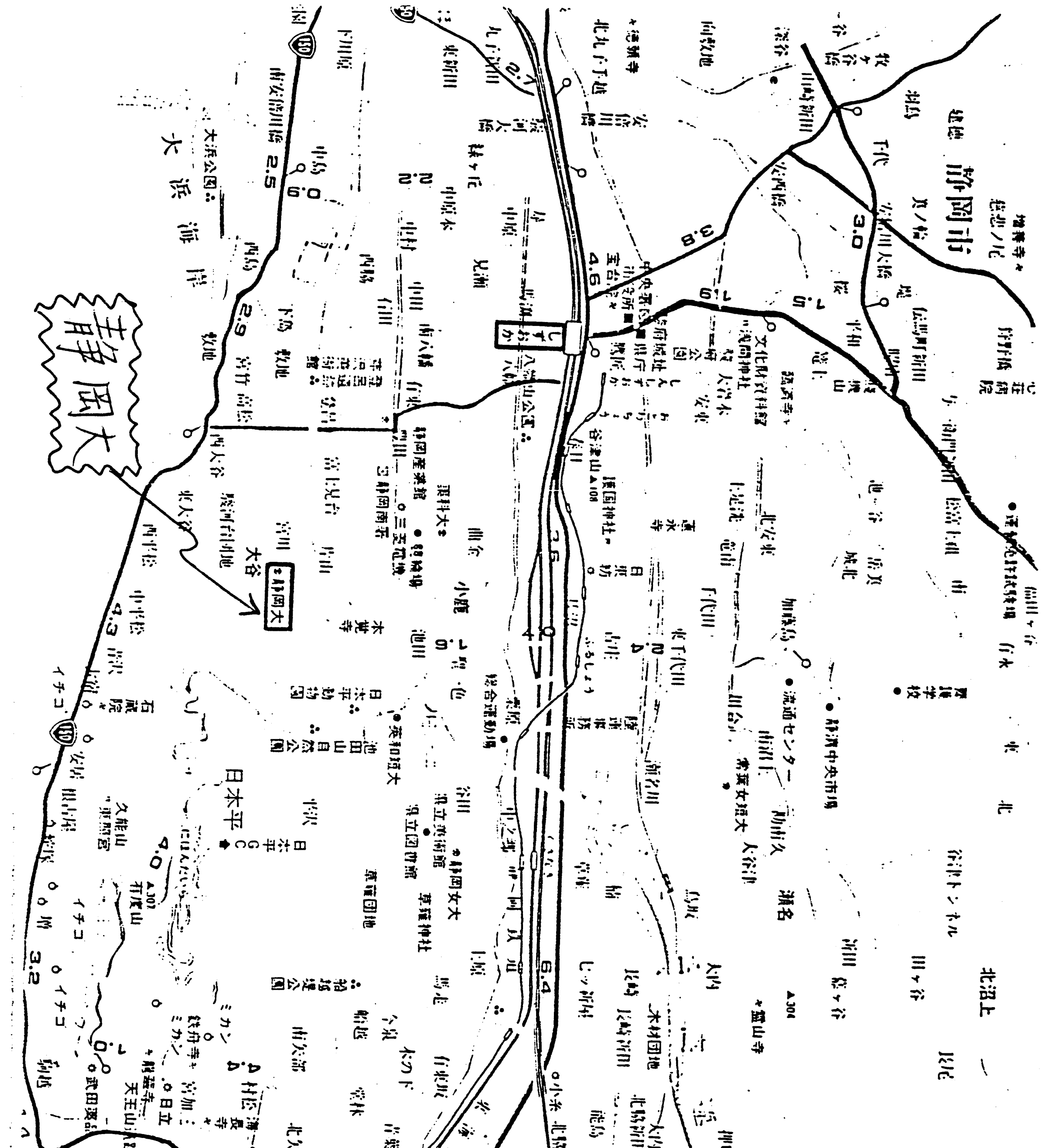
第３６回　トポロジー・シンポジウム　のお知らせ

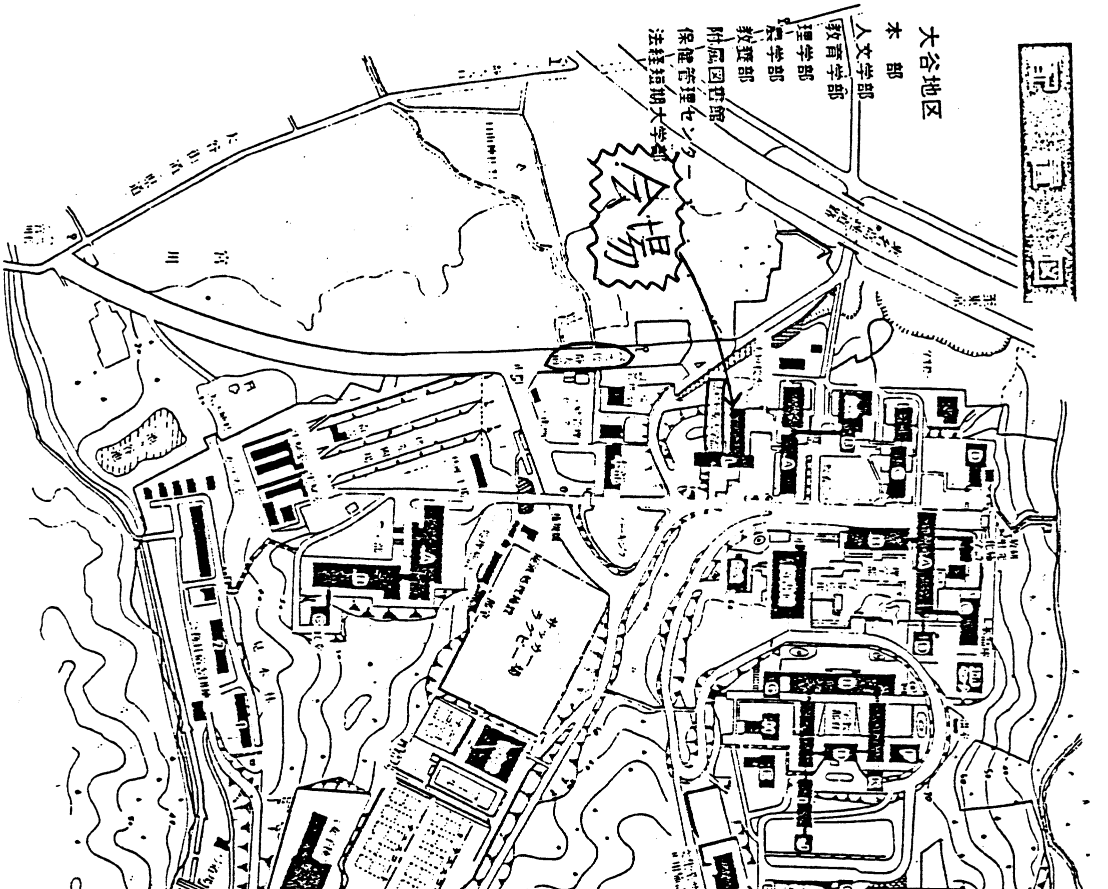
１９８８年夏のトポロジー・シンポジウムは、下記の要領で行う予定ですので、ふるって御参加下さい。プログラムはまだ未定ですが、決まり次第お知らせ致します。猶、このシンポジウムに関するお問い合わせ御要望等は、評議員宛にお願い致します。

日時：　１９８８年７月１８日（月）－７月２０日（水）
場所：　静岡大学法経短期大学部（静岡市大谷）
交通：　静岡駅前（松坂屋デパート東側）から静岡鉄道
　　　　バス８番乗り場、小鹿大谷線に乗車
　　　　　静大行き：　静大前下車
　　　　　大谷行き：　片山下車
　　　　両系統共１５分間隔で所要時間は約３０分です。

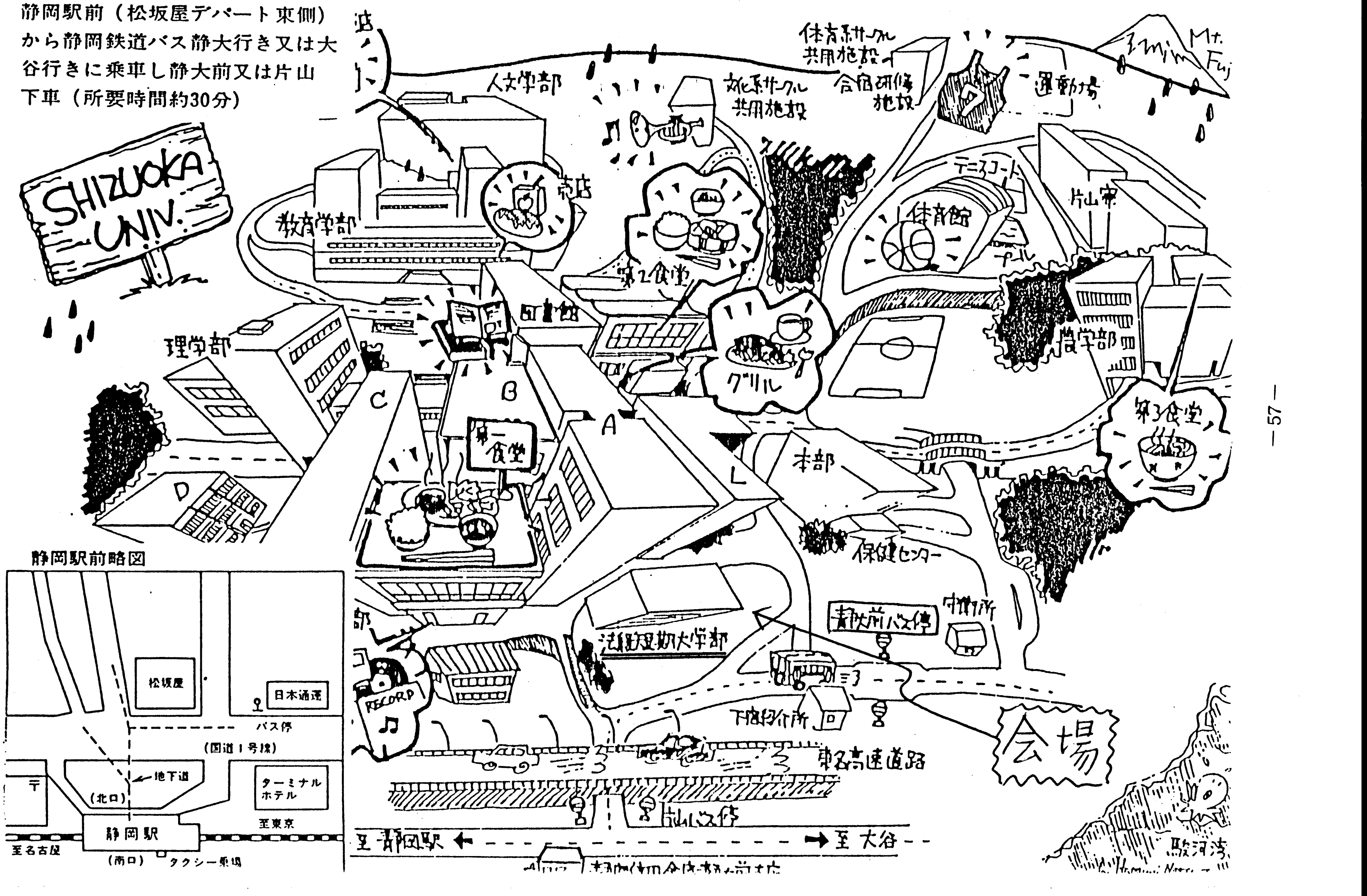
縮小コピーのため、見にくいとは思いますが、静岡駅と会場周辺の簡単な見取図、それに宿泊ガイドを次ページ以下にのせますので御参照下さい。

トポロジー分科会
評議員


静岡市
清水市
日本平
静岡大
大谷
北沼上
大浜公園


大谷地区
本　部
人文学部
教育学部
理学部
農学部
教養部
附属図書館
保健管理センター
法経短期大学部
会場
サッカー
ラグビー場
運動場
野球場
N

静岡駅前（松坂屋デパート東側）から静岡鉄道バス静大行き又は大谷行きに乗車し静大前又は片山下車（所要時間約30分）

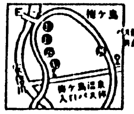


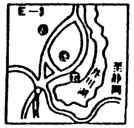
安心してお泊りいただける宿泊施設と観光ガイドマップ

日観連静岡支部加盟

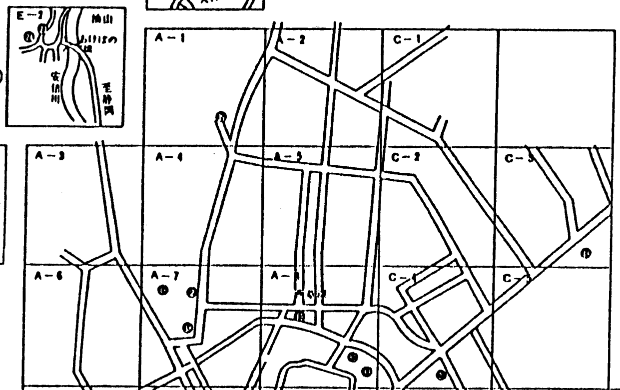
旅館・ホテル

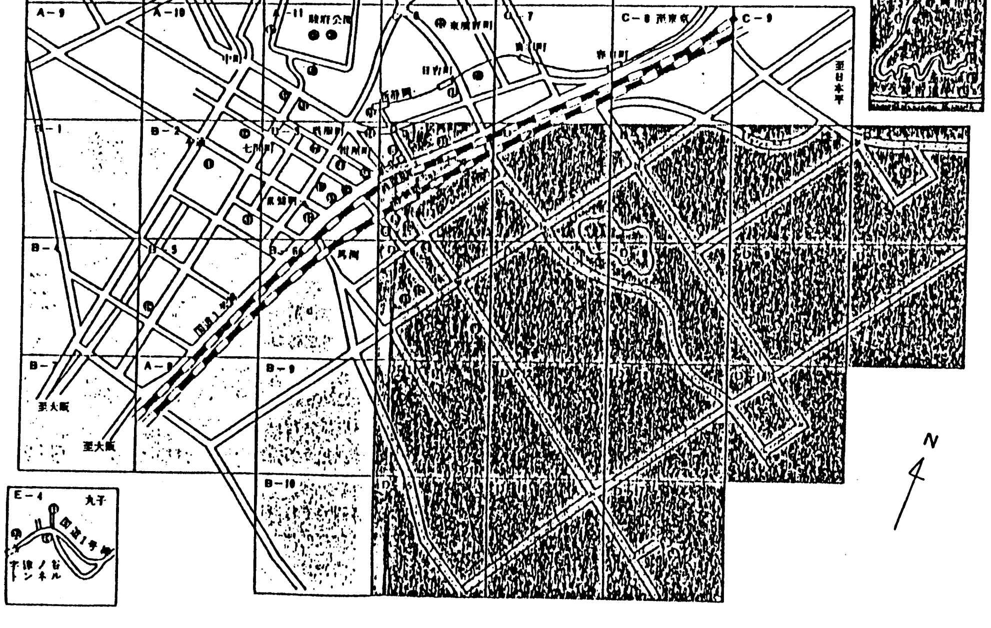
1 オリエントホテル望富士(B－2)
2 喜久屋(A－7)
3 サンパレスホテル(D－6)
4 静岡グランドホテル中島屋(B－3)
5 静岡グリーンホテル(D－1)





6 静岡第一ホテル(D－1)
7 静岡タウンホテル魚与(B－3)
8 静岡パークホテル(D－1)
9 静岡ビクトリヤホテル(D－6)
10 静岡ワシントンホテル(D－1)
11 旅館 中勝屋(C－6)
12 観光ホテル和風南山荘(D－6)
13 長谷旅館(A－8)
14 浜松屋旅館(B－3)
15 パシフィック(C－6)
16 東海の名園浮月楼(B－3)
17 エックインシズオカ(B－3)
18 ホテル胡希(B－2)
19 ホテルマスターチ(B－5)
20 八洲園(C－4)
21 安田屋旅館(A－11)
22 ホテル溪山閣(E－4)
23 元湯館(E－2)
24 油山苑(E－2)
25 大西屋旅館(E－3)
26 観水荘(E－3)
27 旅館だるま家(E－3)
28 ホテル梅薫楼(E－1)
29 喜久屋(E－1)
30 泉屋旅館(E－1)
31 旅館いちかわ(E－1)
32 湯の島館(E－1)
33 旅館花月(D－6)
34 ホテル登美田(D－11)
35 ホテル よしみ(D－1)





みどころいろいろ、四季の旅

駿河路特選観光地

36 登呂遺跡(D－17)
37 芹沢銈介美術館(D－17)
38 駿府城址(A－11)
39 浅間神社(A－7)
40 臨済寺(A－1)
41 久能山東照宮(E－5)
42 日本平(E－5)
43 日本平動物園(E－5)
44 久能石垣いちご(E－5)
45 吐月峰柴屋寺(E－4)
46 乘陽院(C－6)
47 瑞竜寺(A－7)
48 宝台院(B－3)
49 蓮永寺(C－3)
50 名物とろろ汁(E－4)

発展する静岡

主な施設(官公庁他)

51 静岡県庁(A－11)
52 静岡市役所(A－11)
53 静岡市民体育館(A－8)
54 静岡市民文化会館(A－8)
55 登呂博物館(D－17)
56 駿府博物館(B－3)
57 静岡中央警察署(A－11)
58 静岡地方裁判所(A－11)
59 静岡中央郵便局(B－3)
60 静岡競輪場(D－5)
61 駿府公園(A－11)
62 常盤公園(B－2)
63 静岡産業館(D－3)

心に残る
いい宿
おもてなし

[illegible]ご利用い
[illegible]旅館協同組合加盟
[illegible]ご指定ください。

屋号	所在地	電話	種類			定員
			和室	洋室	計	
ホテルシティオ安田屋	伝馬町1－2	53－1105	－	33	33	46
ホテルクレスト浜松屋	伝馬町6－18（アピタ6F）	52－1181	－	11	11	20
静岡グリーンホテル	伝馬町5－6	52－2101	8	64	72	106
竜宮旅館	伝馬町11－13	52－1023	20	－	20	50
旅館あさ乃屋	伝馬町21－11	53－0827	6	－	6	12
静岡ターミナルホテル	黒金町56	54－4141	5	275	280	420
ホテルよしみ	栄町1－2	54－3131	13	9	22	42
富士見旅館	追手町1－2	54－5454	16	－	16	25
静岡タウンホテル魚与	呉服町2－8	51－3755	1	80	81	106

屋号	所在地	電話	種類			定員
			和室	洋室	計	
静岡グランドホテル中島屋	紺屋町3－10	53－1155	3	82	85	134
浮月楼	紺屋町11－1	52－0131	9	－	9	24
ホテルスペースイン	紺屋町14－1	52－8585	2	17	19	30
旅館浜田	紺屋町14－1	52－6363	4	4	8	12
エックインシズオカ	昭和町4－5	51－1741	1	55	56	62
ビジネスホテルやざき	常磐町2－12－2	54－6351	8	6	14	22
ホテルロード	常磐町2－6－4	54－4811	－	28	28	52
いとう旅館	西門町2－10	52－1535	5	－	5	14
三友館	西門町5－2	52－1828	6	－	6	15

屋号	所在地	電話	種類			定員
			和室	洋室	計	
旅館若妻	天王町3－2	53－1044	5	－	5	14
太平旅館	天王町4－21	53－8009	7	－	7	14
ビジネスホテル彩	駒形通2－2－6	55－3853	2	12	14	20
やまなし旅館	駒形通2－7－22	52－3372	9	2	11	20
ビジネスホテルマルサン	駒形通4－2－18	54－1481	12	30	42	60
ビジネス旅館河上屋	駒形通5－5－2	53－0762	15	－	15	20
ビジネスホテルマスターチ	駒形通5－5－9	54－3651	1	53	54	65
旅館金竜館	人宿町1－1－4	52－2045	10	－	10	20
新川旅館	人宿町2－2－5	52－2232	14	－	14	25

屋号	所在地	電話	種類			定員
			和室	洋室	計	
ホテル胡糸	人宿町2－4－6	55－5200	10	3	13	20
静岡キャッスルホテル佳の香	両替町1－4－8	55－4421	－	61	61	93
オリエントホテル曼富士	本通4－1－9	55－4188	7	29	36	50
旅館白菊	鷹匠1－5－10	52－2645	14	－	14	35
静岡ビジネスホテル	鷹匠2－21－16	52－5118	19	－	19	40
旅館寿木山	鷹匠2－25－15	52－3939	6	2	8	18
旅館中藤屋	鷹匠3－7－23	45－4438	13	1	14	34
米屋別館	鷹匠3－21－9	52－4268	6	－	6	15
米屋本館	鷹匠3－21－15	55－9076	7	－	7	15

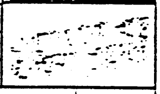
屋号	所在地	電話	種類			定員
			和室	洋室	計	
ホテルサンルート静岡	東鷹匠町3－43	45－4511	－	56	56	95
八洲園	東鷹匠町4－13	45－2131	20	－	20	80
宝泉旅館	相生町11－7	45－4255	7	－	7	18
セントラルホテル	相生町14－21	54－0308	15	14	29	30
パシフィックホテル	相生町15－1	55－0001	3	27	30	36
竜宮旅館日の出町別館	日の出町6－7	51－1315	17	3	20	47
丸山旅館	瓦場町52	45－1809	8	－	8	15
長谷旅館	東草深町20－24	45－7405	18	1	19	60
割烹旅館喜久屋	丸山町12	46－6188	10	1	11	26

ひとまわり大きな旅

旅は、何歳になっても楽しいものです。知らないところで、見知らぬ人と語らう、そんなひとときを大切にしたいもの。いつも新鮮な出逢いが感動的。"宿"も旅にはなくてはならない調味料。心のあたたまる触れ合いは、何よりのお土産です。今までより、ひとまわり大きな旅にして下さい。

屋号	所在地	電話	種類 和室	洋室	計	定員
しずおかロイヤルホテル	末広町103－1	71－1171	－	31	31	95
旅館あおやぎ	安倍町13	45－3608	5	2	7	16
橋本屋旅館	安西5－114	71－1254	6	－	6	25

屋号	所在地	電話	種類 和室	洋室	計	定員
静岡パークホテル	南町1－15	83－6855	－	87	87	95
梅乃家旅館	南町2－8	85－0269	11	－	11	25
静岡ワシントンホテル	南町6－5	85－6151	5	80	85	102
静岡ステーションホテル	南町8－5	81－7300	2	67	69	75
サンパレスホテル	南町11－29	82－2277	2	41	43	86
静岡プラザホテル	南町17－5	83－8261	5	20	25	50
ビジネス旅館 竹屋	南町17－16	85－6556	11	－	11	20
静岡アルカディアホテル	南町18－26	83－0031	2	60	62	86
静岡第一ホテル	泉町1－21	81－2131	－	109	109	136
割烹旅館 亘鐘	泉町3－13	81－1066	7	－	7	20



屋号	所在地	電話	種類 和室	洋室	計	定員
ホテル翠松館	稲川1－1－16	82－1261	11	37	48	65
観光ホテル和風青山荘	稲川1－2－6	85－0181	20	5	25	80
旅館静苑	稲川1－2－13	85－7258	11	－	11	22
花月旅館	稲川1－5－2	81－0034	13	－	13	31
三喜旅館	稲川1－5－28	85－2044	9	－	9	20
葉松旅館	中田1－5－24	85－2061	6	－	6	12
静岡ビクトリヤホテル	中田2－1－2	81－8585	6	72	78	100
ビジネスホテル登美三	馬渕3－6－8	83－6800	5	12	17	32
三楽荘静岡温泉	八幡3－24－12	85－7108	15	－	15	60

屋号	所在地	電話	種類 和室	洋室	計	定員
旅館丸子園	宮本町10－17	85－1905	8	－	8	18
茶久旅館	新川2－3－17	85－3062	7	－	7	20
旅館登呂	登呂4－17－23	86－1019	9	－	9	18
旅館もちづき	小黒2－5－17	85－8434	5	－	5	12
ホテルグリーンブライヤー	中野新田57	82－2688	－	54	54	64
小柳	用宗4丁目3－31	59－2220	11	－	11	35
柳家旅館	用宗5丁目19－4	59－2109	5	－	5	20
割烹旅館 海山荘	石部1572	59－8366	5	－	5	16
割烹旅館 待月楼	丸子3305	59－0181	22	－	22	50

屋号	所在地	電話	種類 和室	洋室	計	定員
旅館芊臺	西島610	85－7827	7	－	7	26
石橋旅館	久能根古屋405	37－1210	2	4	6	30
加和田旅館	長沼984－13	61－3546	7	－	7	20
油山温泉 元湯館	油山2335－4	94－0155	13	－	13	70
油山苑	油山2215－2	94－0157	12	－	12	50
油山山荘	油山2214－1	94－0156	10	－	10	30
紅竹パークセンター	富沢220－1	95－3116	10	－	10	40
竜爪茶屋	平山1974	66－2322	6	－	6	15
旅館聖竜荘	長尾220	66－2011	5	－	5	20
旅館しろいざわ荘	口坂本234－5	97－2039	12	－	12	24

ミニ知識：旅人から賃をとって泊まらせる旅館などがいつの時代に出てきたのか、判然としませんが、今残されている文献や記録などによって判断すれば、すでに室町時代(1392年～)にあったといわれています。今から実に600年ほど前から「宿」があったんですね。

(R2.8)