

チャーン（陳省身）先生を偲んで

小林 昭七

編集部からの要請は、チャーン先生と日本の数学との関わりに考慮しながらということであるし、また2004年4月号の「数学セミナー」の「現代幾何学の流れ - チャーン」において彼の数学について書いたし、チャーン先生の選集には御自身による解説もあるので、ここではガウス - ボンネの定理以外は数学のあまりテクニカルなことは書かないようにする。

まず略歴を箇条書きすると、

1911年10月26日に生まれる。

1926年に天津の南開大学に入学、1930年に卒業。

1930～31年、北京の清華大学の助手。

1931～34年、同大学の大学院生。

1934～36年、給費留学生としてハンブルクのブラシュケのところで勉強。

1936年2月、webに関する論文でハンブルク大学の博士号を取得、これは“Abzählungen für Gewebe”, Abh. Math. Sem. Hamburg 11(1935), 163-170, と“Eine Invariantentheorie der Dreigewebe aus n-dimensionalen Mannigfaltigkeiten in 2n-dimensionalen Räumen, ibid. 11(1936), 333-358の2編の論文として発表。

1936～37年、パリのエリー・カルタンの下で更に研究。

1937年、清華大学教授。米国経由で帰国の途中日中戦争（支那事変）勃発。大学は雲南省昆明に疎開。

1937～43年、昆明にて研究、教育。

1943～45年、プリンストン高等研究所の研究員。

1946年3月、上海に戻り、48年まで南京の中国科学院数学研究所の所長。内戦を逃れて48年12月31日に上海を発ち再びプリンストンの研究所へ。

1949年冬学期、プリンストンの研究所の研究員。

1949 ~ 60 年, シカゴ大学教授 .

1960 ~ 79 年, カリフォルニア大学バークレー校教授 .

1979 年, 同校名誉教授 .

1981 ~ 84 年, バークレーの MSRI の所長 .

1984 ~ 2001 年, 南開大学数学研究所の所長 .

2001 年, 名誉所長 .

2004 年 12 月 3 日, 心臓発作の後, 死去, 享年 93 歳 .

以上のことから分かるように, 15 歳未満で南開大学に入学した秀才である .

チャーン先生が清華大学の学生時代に書いた最初の 3 つの論文は, いずれも射影微分幾何に関してだが, 当時は世界的に射影微分幾何が流行っていた . その当時に振り返りチャーン先生は佐々木重夫先生の選集によせられた文中で...

...Two of my earliest papers were published in the Tohoku Mathematical Journal in 1935 and I can still remember the excitement on receiving the letters of acceptance from Professors Hayashi and Fujiwara. ...

と書いておられる .

北京で聴いたブラシュケの話に興味を抱いたチャーン先生は, 翌 1934 年に給費留学生としてハンブルクに渡り, ブラシュケの下で web について研究し, 2 年足らずで博士号を取得された . 1934 年秋に, 有名な Einführung in die Theorie der Systeme von Differentialgleichungen という小冊子を出したケーラーのゼミにも参加したチャーン先生は学位を取った後, 更に外微分形式の理論を研究するため, パリのエリー・カルタンの下で 1 年を過ごされた .

矢野健太郎先生はフランス政府の給費留学生として 1936 ~ 38 年をカルタンの下で過され, そこでチャーン先生と会われ, お二人は生涯の友となられた . 矢野先生の選集出版の際にチャーン先生が Kentaro Yano-My Old Friend という一文を寄せられているが第一節を引用しておく .

Yano and I differed by about four months in age, he being the younger one. It must have been an accident that both of us got interested in the same area of mathematics, as a result of which our paths have crossed repeatedly. We first met in Paris in the fall of 1936 when we both did the natural thing that a differential geometer would do, e.g., to be close to the great master Elie Cartan. When Cartan met his students Thursday afternoons, we were in the hallway outside his office in "Institut Henri Poincaré" ...

歳は4ヶ月ほど離れているとあるが、矢野先生は1912年3月1日生まれである。

略歴から分かるように、1938年からの10年間は日中戦争、太平洋戦争、その後は内戦とチャーン先生にとって苦難の10年間だったに違いないが、少なくとも我々の前では戦争の頃の話がされたことはなかった。そのような悪条件の下でも30以上の論文を発表されている。疎開した昆明では、後にリー群、等質空間で有名になった王憲鐘 (Hsien-Chung Wang) が学部学生だった (H. C. Wang は30年以上も前に亡くなったが、彼の仕事についてはチャーン全集に収められている W. M. Boothby-S. S. Chern-S-P. Wang による解説を見るとよい。)

昆明時代のチャーン先生の論文 *On integral geometry in Klein spaces* を *Math Reviews* でレビューしたヴェイユはチャーン選集に寄せた文 *S. S. Chern as Geometer and Friend* の中でその論文について

... it lifted the whole subject at one stroke to a higher plane than where Blaschke's school had left it, and I was impressed by the unusual talent and depth of understanding that shone through it.

と書いている。それまでの積分幾何をもっと広い枠組みで捉えたこの論文をヴェイユは非常に気に入ったようである。その4年前の1938年に同じ *Annals* に発表した論文 *On projective normal coordinates* 等でチャーンに注目していたプリンストンの研究所のヴェブレン、ワイルがチャーンを研究所に招く計画に、当時ペンシルヴァニアにいたヴェイユも賛同し、戦時中という難しい状況にも拘らず、先生を研究所に招いた経緯についてもヴェイユは触れている。1943年プリンストンに着いたチャーン先生は、当時ペンシルヴァニアの *Haverford College* にいたヴェイユを訪れ、ガウス - ボンネの定理などについて話をした。

ここで、ガウス - ボンネの定理の歴史について簡単に書いておく。高次元のガウス - ボンネの公式は、ホップがユークリッド空間の閉超曲面の場合に証明し (1925)、次にアレンデルファーとフェンヒェル (Fenchel) が、それぞれ独立にユークリッド空間の部分多様体の場合に拡張した (1940)、 $M_n \subset \mathbb{R}^{n+k}$ (n は偶数、とそして必要なら \mathbb{R}^{n+k} の次元を一つ上げておいて k は奇数) として、 M_n の ε 管状近傍の境界を N_{n+k-1} とする。 N は M 上の $(k-1)$ 球面束である。 N に対してホップの結果を適用するのだが、その際、ワイルによる管状近傍の体積の公式を利用する。 当時は任意のリーマン多様体のユークリッド空間への等長埋蔵定理 (ナッシュ1956) が知られていなかったため、これではまだ一般の場合の証明になっていなかったわけである。その頃アレンデルファーがいた *Haverford* に間もなく移ってきたヴェイユは、予てからネヴァンリナ - アールフォールの理論の高次元化という面から、ガウス - ボンネの定理に関心があったので、アレンデルファーと共に問題を考えることになった。 当時、局所的等長埋蔵定理 (Cartan-Janet-Burstin) は知られていたため与えられたリーマン空

間を細かく分割して、夫々に公式を適用して合わせるといふ複雑な議論でアレンドルファーとヴェイユはガウス - ボンネの式を証明した。

ヴェイユに会って間もなく(11月)Annalsに提出した論文, A simple intrinsic proof of the Gauss-Bonnet formula for closed Riemannian manifolds は翌1944年に発表され, チャーン先生は一躍有名になった。その証明の粗筋は, 法空間でなく M の接空間の $(n-1)$ 球面束 Z の切断 $\sigma: M \rightarrow Z$ を考える。 σ の特異点 p_1, \dots, p_k は孤立しているように選んでおく。特異点での σ 指数 $\lambda_1, \dots, \lambda_k$ の和はホップの定理により M のオイラー数に等しい。ガウス - ボンネの公式というのは, 曲率から作ったある n 次形式 Ω を M で積分したものがオイラー数に等しいというのである。 $M' = M \setminus \{p_1, \dots, p_k\}$ とおくと, $\sigma(M')$ は Z 中の n 次元部分多様体であるが, 境界を持ち, p_1, \dots, p_k における Z のファイバー S_1, \dots, S_k (いずれも $(n-1)$ 次元球面) が境界になる。但し, S_i は指数 λ_i 回だけ数えねばならない。すなわち $\partial\sigma(M') = \sum \lambda_i S_i$ となる。一方, Ω を σ により Z に持ち上げると, $\sigma^*\Omega$ は Z 上に $(n-1)$ 次微分形式 Π が存在して $\sigma^*\Omega = d\Pi$ と書けることを証明するのだが, その際, 大切なのは Π を曲率と接続形式を使って具体的に表し, Π の Z のファイバー上の積分が1となるように Π を作るのである。そうすると

$$\int_M \Omega = \int_{\sigma(M')} \sigma^*\Omega = \int_{\partial\sigma(M')} \Pi = \sum \lambda_i \int_{S_i} \Pi = \sum \lambda_i = \chi(M)$$

となる。この証明で Π の具体的な形が非常に重要で, これが transgression, Chern-Simons 不変量へと発展した。

1945年7月には, 今日 Chern 類と呼ばれる特性類に関する論文も Annals に投稿, 8月には太平洋戦争も終わり, チャーン先生は実り多かつたプリンストンを後にして翌年3月に中国に戻り, 南京に中国科学院の数学研究所の結成を仰せ付かったが, 大戦の終戦と共に再開した内戦が1948年秋には南京にまで迫った。1944~47年ブラジル滞在の後, シカゴに移っていたヴェイユは心配し, チャーンをシカゴ大学に招聘する手筈を整え, 再びヴェブレとワイルの協力でチャーンを先ずプリンストンの研究所に招くことにした。1948年12月31日二年程の短い滞在の後, チャーン御夫妻は幼いお子さん二人を連れて上海を発ち, 米国に移住された。プリンストンへの途上, シカゴの駅でチャーン先生御一家を迎えたヴェイユはそのときを思い出して

...On that day I met his wife and children for the first time, and I remember the occasion vividly. Chern, in his cap, looked very much the Manchurian general. But to me the most unforgettable sight was his daughter May, a small girl not yet two years old, all wrapped up in white furs; nothing more lovely would have been imagined. ...

と書いている。

研究所で1949年の冬学期を過ぎた後、その秋からチャーン先生はシカゴ大学の教授として11年間教鞭を取られた。当時のシカゴはストーンを主任とし、チャーン、ヴェイユ、スパニエ等々アメリカでも一二を争う数学教室だった。

シカゴ時代の10人のPh.D.の学生の一番目の学生が、等質空間の不変アフィン接続の論文を書いた野水克巳氏である。そして、シカゴからパリに来た野水氏に1953年秋小生は初めて会い、チャーン先生のことを聞いた。二人目の日本人の学生は現北大名誉教授の鈴木治夫氏である。鈴木氏はStiefel-Whitney類を部分多様体で表す問題についての論文で1957年Ph.D.を取得した。鈴木氏は東北大の故佐々木重夫先生の学生だった。日本からシカゴへの途中の鈴木氏に小生はシアトルで会っている。

当時は船と汽車で旅行する時代で、氷川丸が横浜とシアトルを結んでいたもので、シアトルのワシントン大学の学生だった小生は思いがけない人に会う機会に恵まれた。1955年の日光での数論の会議に出席するため、ヴェイユは数日シアトルに滞在した後、氷川丸で日本に向かったが、出航する日の朝、ワシントン大学にヴェイユ宛の手紙が着いたので、アレンデルファー（その頃、ワシントン大学の数学教室の主任をしていた）に頼まれ、氷川丸まで届けに行ったら、名古屋に帰られる能代清先生にもお会いしたことなど思い出す。

話をチャーン先生に戻す。シカゴでのチャーン先生の日本人学生は野水氏と鈴木氏だけだが、チャーン先生に招かれシカゴに滞在した日本人数学者は少なくない。前述の佐々木先生も1954年、プリンストンの研究所からの帰途、シカゴで2ヶ月過ごされたことを御自身の選集の中で書いておられる。

1956年夏3週間、アメリカ数学会の微分幾何研究会がシアトルで催された。組織委員はAllendoerfer, Busemann, Chern, Samelson. Busemannは50過ぎだったが、他の3人は40代。一番若かったSamelson以外の3人は今や故人である。多数の参加者の中から覚えているだけ書いてみると、Ambrose, Auslander, Boothby, Calabi, Eells, Kostant, Rauch, Singer, H.C.Wang, Yano,...。矢野先生以外の参加者は皆20代、30代だったと思う。

ガウス-ボンネの定理、Chern類の発見等により、それまでの孤立した小域の微分幾何がトポロジー等と関係した大域の微分幾何に変貌しつつあり、魅力ある分野になってきた時期に当たり、多数の若い数学者が参加したのであろう。

しかし、当時は普通の人にとって飛行機は高嶺の花、ヨーロッパからシアトルまで来るには、まずニューヨークまで船で4~5日、次に汽車でシカゴまで丸一日、シカゴで別の駅に行き、そこから更に丸二日という状態であったから、外国からの参加者は矢野先生唯一人。国際研究集会となった現在の夏の研究集会とは大違いである。小生は運よく、ワシントン大学で学位をとったばかりで、まだシアトルにいたので研究集会に出席できた。

会の期間中シアトル以外からの参加者は大先生も含めて、皆大学の寮に泊まった（とても3週間ホテル住いできる経済状態ではなかった。研究費が豊富になるのは、翌1958年にソヴィエトがスプートニクを打ち上げてからである。）

週末は会も休みなので参加者は涼しいシアトルの夏を楽しんだ。Boothby, Busemann, Chern, Yano の4先生, オリンピック・マウンテン国立公園にキッチン付の山小屋を一晚借りて, 学生の運転で一週末を楽しまれたが, チャーン, 矢野の両先生は料理にかけては無能で皿洗いの役に回ったと楽しそうに話されていたのを思い出す。

カラビの定理がカラビ予想に変わったのも, この研究集会の最中だった。隣の席に座っていたカラビが, レフシェッツの70歳記念シンポジウムの本に出す論文の校正をしていてどうも証明が不完全なようだが本文を変えるには遅過ぎるから終わりの方に訂正文を付けるより仕方がないと言っていた。いつも明るい彼は, 別に困ったような顔もせず, そう言いながら, にこにこしていた。あの当時, 微分幾何の人は, 一般にカラビ予想を信じていたが, 小平先生のように代数幾何の人は, 先を読んで, カラビ予想から余りにもいろいろな事が分かるので, 一寸話しが上手過ぎるのではないかと懐疑的だった。

シカゴ時代のチャーン先生の論文は部分多様体に関するものが非常に多い。そして, 終りの頃は複素多様体や複素解析写像へと研究が向っている。Complex Manifolds という講義録がシカゴから出たのは1956年である。小生はチャーン先生にシアトルの研究集会で初めてお目にかかったのだが, 翌57年の夏(丁度プリンストンの研究所滞在の1年目と2年目の間の夏)をシカゴで過させて頂いた。その夏は複素多様体に重点を置いていたのか, 夏にも拘らず Bailey が多変関数論の講義をしていた。また, 倉西氏にもシカゴで初めて会った。

1960年以前のパークレーは物理, 化学ではもう世界一流だったが, 数学は, Morrey, Lewy 等がいた解析の分野を除いてはぱっとしなかった。何とかしなくてはと, 主任の Morrey は1960年シカゴから Chern と Spanier, イリノイから Hochschild を引き抜いた。ヴェイユは既に1958年にシカゴからプリンストンの研究所に移っていたので, 1960年にシカゴとパークレーの勢力が一変した感があった。パークレーに招かれた3人はそれぞれの分野で数学教室を強化するという役を仰せつかったのだが, 人を集めるというのは数学の才能プラス何かが必要で, チャーン先生は特にその「何か」を備えておられた。先生に誘われたら誰も断われないという人間的魅力を持っていらっしゃった。小生もパークレーから誘われたときは, 一も二も無くイエスと即答した一人である。1959年にチャーンの下で Ph.D. を得た J.A. Wolf もまたその一人である。その後, Griffiths, Lawson, も加わったが, Griffiths と Lawson はやがて他の大学へ移ってしまった。海外からは Klingenberg, Berger, Hirzebruch, Atiyah 等, 次々と短期, 長期滞在で研究者が訪れるようになり, パークレーは微分幾何の一つの中心となった。日本からも長野正氏, 四方義啓氏が1963年頃来て, 講義を少し持ちながら長期滞在した。69年には落合卓四郎氏が講師として来て2年滞在した。また数多くの日本の微分幾何の研究者が次々と短期滞在で訪れた。毎週金曜日午後4時からのチャーン先生主催の幾何セミナーでは, 余所から訪れた人が話をする事が多く, その後で必ず行く中華料理店でのディナーも楽しみ

の一つだった。チャーン先生は店主やコックもよく知っておられ、メニューにない料理もよく出てきた。

チャーン先生は日本にも何回か来ていらっしゃるが、小生が御一緒したのは1965年6月の京都での US-Japan Seminar in Differential Geometry と1977年9月の東京での Japan-US Seminar on Minimal Submanifolds and Geodesics だけである。東京での会議は大槻富之助、チャーン両先生が組織委員だった。

1979年に67歳の停年で（その頃は、未だ停年制があった）名誉教授とされるまで19年間パークレーで教鞭を取られたが、その後も Ph.D. の学生の指導を続けられ、シカゴ時代の10人に加え、31人の Ph.D. を出された。1967年に Ph.D. を取った Weinstein はヨーロッパでの Postdoc の後、パークレーの教室の一員になった。パークレー時代の先生には複素解析写像、極小部分多様体の論文が多い。特性類の面では数理論理でも使われる Chern-Simons 不変量を導入されている。1968年には Simons の Annals の論文の紹介を兼ねて極小部分多様体の講義をされたが、その後、カンザス大学でも同様の講義をされ、その講義録は幸いなことに選集の最後に付いている。学生にとってよい入門書になる。晩年にはフィンスラー幾何の研究をされ、1995年7月中旬にはシアトルでフィンスラー幾何の研究集会を開かれ、小生などはそれまで会ったこともない東ヨーロッパの研究者に接する機会に恵まれた。

先生が停年になられた時、小生は丁度教室主任をしていたし、Singer もパークレーにいたので Hsiang, Weinstein, Wolf, Wu 等の協力を得て6月に Chern Symposium という会議を開いた。きつい予算で、招待講演者10人一寸に旅費を出しただけなのに300人もが世界中から集まって来たのは、矢張り先生の人徳というものであろう。

停年後、休む暇もなく先生は Singer と C.C.Moore の協力を得て NSF から資金を得て、パークレーの丘の上に数学の研究所 (MSRI) を創られ、1981~84年初代研究所長を務められた。毎年2つ程のトピックを中心に研究者を招き、常任の教授を置かないという点でそれまでのプリンストンの研究所とは運営の仕方も大変異なっている。この研究所が大成功であったことは衆目の一致する所であらう。

文化革命の嵐が収まり門戸を開いた中国に、チャーン先生は1978年、30年振りに帰られ、各地の大学を訪れてこられ、その後間もなく、北京から、2人の若い微分幾何の研究者がパークレーにやってきた。彼らは共産中国からアメリカに来た最初の学者だった。チャーン先生の肝煎りで、パークレーの大学は中国の主要な大学と交換プログラムを結ぶために学長、理学部長、歴史教室の副主任、偶々数学の主任をしていた小生の4人で1979年春、北京、上海、南京、広東と回った。チャーン先生がお膳立てしておいて下さったので、北京大学でサインする書類の細かい点を少々議論した後は他の大学では同じ内容の文書で合意が成り立ち、各大学の学長主催の晩餐会と観光が主という申し訳ない旅行になってしまった。それでも南京での観光では、理学部長が天文学者であった

ので山頂の昔の天文台を見物した。案内の通訳には昔の機械がどう使われたのか全然分からなかったが、理学部長が詳しく説明してくれた。上海では微分幾何の蘇歩青（ス・ブチン）が学長だったので、小生のために数学教室のメンバーと会う機会を作って下さり射影微分幾何の著書を頂いた。その後、アメリカの各大学は競うように中国の大学と交換プログラムを結ぶようになった。

1984年にMSRIの所長職を辞任されたチャーン先生は、母校の南開大学に数学研究所を創設、その所長として中国で過される時間が多くなった。それでも、夏冬は中国の気候は悪いし研究所も休みに入るので、よくバークレーに戻って来られた。90年代の中頃から、次第に足が御不自由になり2001年秋、上海の蘇歩青の百歳のお祝いの会で最後にお目にかかったときには完全に車椅子の生活になられていた。

1999年には、先生御夫妻はエメリヴィル（バークレーの隣の町）のサンフランシスコ湾を望むレストランで結婚60年のお祝いを盛大にされたが、小生の年になってみると夫婦が共に元気で結婚60周年を迎えるというのは並大抵ではないと本当に思う。永年苦勞を共にされたその夫人に2000年に先立たれてからは、中国政府が数人のお付きを付けて先生の生活には何一つ不自由のないようにしていたようである。

統計を勉強した後、ボストンの保険会社に勤めているPaulという男のお子さんと、ヴェイユの文に出てくるMayという女のお子さんがいらっしやる。Mayのご主人は長いことテキサスのヒューストンの大学で物理の教授をされ、低温超電導体の研究で有名なChu（朱）教授だが、数年前から香港のUniversity of Science and Technologyの学長を勤めている。話はそれだが、この大学は香港の街の喧噪を避けて東側の美しい海を望む丘に建てられた新しい大学である。英国が香港を中国に返還する際、英国の資産まで呉れてやるのは癪に触る、大学なら政府に反対する民主主義と自由の温床になるだろうと、資産を使い切る積もりで贅沢に造った大学である。学生の住むところだけでなく、職員用の立派なアパートも備わっている。イギリス人は面白いことを考えるものである。

足を除いてはお元気だったチャーン先生は心臓発作で3日ほど入院されただけで2004年12月3日に亡くなられた。ボストンのPaulさんは先生の臨終に間に合わなかったけれど、香港のMayさんは間に合ったそうである。

南開大学の数学研究所の新しい大きな建物は完成したばかりで、2005年夏には、完成のお祝いと、Chern類発見60周年を記念してシンポジウムを開催する予定だったのに大変残念なことである。新しい建物も出来上がり、研究所はこれから本格的に発足というときだったので、チャーン先生は南開大学の学長（数学者）を枕許によび、建物を造るのは易しいが、よい数学者を集めるのが大切で、それが如何に難しいかを懇々と説かれたそうである。時代劇を彷彿させる話である。またMayさんの話では、意識の薄れた先生が最期に遺された言葉は「ギリシャに行く」だったそうで、誰にも何故先生がそう言われたのか分からなかった由。ギリシャが幾何学発祥の地であることを思えば、いい話である。

2005年2月13日の午後、バークレーの大学のキャンパスで数学教室と MSRI 主催の追悼式が行われたが、PaulさんとMayさんも出席され、南開大学での葬儀の写真を見せて下さったが、政府が取り仕切り事実上国葬のようになり一万人近い参列者があったそうだ。棺を中国の国旗で覆うか、共産党の旗で覆うか、役人が議論しているのを聞いて、Mayさんが父は一介の数学者だったからと普通の白い布にしてもらったそうである。また、何処に埋葬するかで揉めたのでMayさんは遺骨をアメリカに持って帰って来てしまったと話していた。

先生御夫妻は戦争中は大変な苦勞をなさったが、シカゴに来られてからは平穩に数学の研究も出来、また晩年には母国の数学の発展に尽くすことも出来て、お幸せだったのではないかと思う。先生の御冥福を祈ってこの拙文を終えたい。