

有朋自遠方來——專訪

薩摩順吉 (Junkichi Satsuma) 教授



策 劃：劉太平

訪 問：劉太平、劉豐哲

時 間：民國93年11月7日

地 點：中研院數學所

整 理：劉豐哲

薩摩順吉教授，1946年出生，1964年奈良高等學校畢業後進入京都大學工學部理工學科，1968年畢業，1973年修畢京都大學博士課程，1975到81在京都大學擔任助手，1981至1985任職宮崎醫科大學，1985夏進入東京大學，先在工學部，後至東大數理科學研究所，2005年春退休後，現為青山學院大學理工學部教授。

薩摩教授在可積系統、非線性波動、差分方程等領域有重要貢獻，對於推動數學研究著有成績，在東京組織研究群並任京都賞評審等職。

劉太平(以下簡稱「平」): 我們一般都從你如何進入數學這個領域開始。

薩摩順吉 (Satsuma): (以下簡稱「S」): 談這個可能要花上一個多小時(哈哈)。大學時我是在工學院 (Faculty of Engineering), 三村昌泰君 (M. Mimura) 和西田孝明君 (T. Nishida) 也都在同一個系, 也就是工學院的應用數學與物理系。我的第一志願是 Operation Research 或是相類的東西, 不幸的是這門教授的課我不喜歡(衆笑), 哎, 你們可以把這段去掉。

平: 不, 這很好。

S: 當時我欣賞的教授是物理學家, 所以我選擇到流體力學實驗室, 畢業論文(學士)是關於用 Oleinik 差分方法解決邊界層方程。這是我的一個, 嗯, 我的意思是練習。研究所頭二年, 我一直在做亂流擴散, 不過所有的工作都是計算機在做, 然後博士班階段, 我仍對亂流有興趣,

嘗試做一些東西並且讀些論文，但是，這個課題太難了。那時有許多結果，用 renormalization groups 做分析，Kraichnan theory, Taylor's work 等等，我到現在有一滿箱這方面的論文。實驗室的副教授很擔心我，他是研究非線性波的，事實上他是電漿物理學家，很不幸，他在58歲就過世了，他成為我真正的導師。

平：他的名字是？

S：矢嶋信男 (Nobuo Yajima)。

平：在京都大學？

S：是的，後來他到九州大學而且當了一個學院的院長。他在九州賣力工作，有一次在到教育部的路上，他想順道看望一下在東京的兩個孩子，就在他們約定見面的書店前，他跌倒了，一星期後過世，真令人遺憾。

劉豐哲(以下簡稱「哲」)：他是朝永振一郎 (S. Tomonaga) 的學生嗎？

S：不，他是大阪大學伏見康治的學生 (K. Fushimi)。言歸正傳，他擔心我的學業，因為我毫無長進 (哈哈)，他建議我做非線性波的問題，事實上我很喜歡計算，而亂流並非是那種我可以利用計算來從事的理論，當時非線性波的理論正有新的方向，Zabusky 和 Kruskal 在1964年發現孤立子。1970年前後我還是學生，許多新的結果出現了，在矢嶋教授用心的指導下，我先嘗試用逆散射轉換 (inverse scattering transform) 來解非線性 Schrödinger 方程，我們的論文在1976年發表，也就是說在我30歲的時候 (我是1946年出生的)。27歲那年修完博士課程卻一篇文章都沒完成，但在其後2年裡我寫了8篇論文，其中一篇關於 KP (Kadomstev-Petviashvili) 方程的文章是在矢嶋教授離開，到九州後，我獨力完成的。我利用當時少有人用的雙線性方法得到這個方程一些確切的解。

平：然後，因此而有名？

S：是，但那是運氣好。舉例來說，在那篇關於非線性 Schrödinger 方程的文章發表了7年之後，貝爾實驗室 (Bell lab.) 的人做了些實驗，得到非線性搏動 (nonlinear pulses)。他們引用我們的文章，因為我們的文章已談到這些搏動。他們實驗中找到的孤立子解的圖形，我是以手畫出，對我那只是一個練習，我只是解非線性 Schrödinger 方程，因為它是非線性，求解並不容易，可是也還是只能算是一種習作。總之，由於我畫的圖，我變成那個領域的名人 (哈)。

平：抱歉，打斷你。你說那是個練習，當然那絕不僅只是個習作，因為你發現了，而別人沒有發現。是否可以告訴我們你如何做到的？

S：我說它是習作的原因是這個求解的方法早就由兩位俄羅斯數學家 Zhakharov 和 Shabat 提出來了。他們主張我們可以用逆散射轉換來解決非線性 Schrödinger 方程的初始值問題，得到某些特殊解。但他們對於實際的初始值問題並不那麼在意，我們則著力在這上面，解決了不同的初始值問題，並且研究解的漸近值。在這種意義下，我們的工作只是一個習作。

平：所以是在這種意義下的習作，但是事實上它不僅只是一個習作，你們的工作是有真正的關連性的。

S：不過如果是我找到解決的方法，那真的就會是一樁大功勞了。

平：我想關鍵在你們看到了它的重要性，而且知道這是該做的。

S：是的，當然那時人們剛開始非線性方面的工作，沒有想到求明確的解，而我們知道一些，事實上矢嶋教授有些想法，我們就展開這類的非線性擴散的理論。

平：但那時候你在京都，你畢業於京都大學，當你們解決非線性 Schrödinger 方程時，你在那裡？

S：在京都，KP 方程的工作也在那裡開始。修完博士課程尚未拿到學位，我那時 27 歲，還留在京都大學，同時我也在一所預校工作，也有了一個小孩。總之我很努力從事 KP 方程及其它方面的工作。

平：不再是習作！

S：不真正是習作，但是某種延伸，KP 方程現在很有名也很重要，而我只是在早期做了些工作，可以被稱為拓荒者。

平：抱歉，再打斷你，所以你找到了 KP 方程與波互相作用的特殊解。你如何找到的？

S：啊，為什麼我說這可能也是一個習作，一維的 KdV 方程的特殊解是廣田良吾 (R. Hirota) 找到的。二維的情形雖然在某些意義上也是相同的方向，不過我們想得更多，於是我就試了，而且也得到了解，我很幸運而且成功了。我告訴學生們做研究像賭博，不是嗎？東京大學學生很優秀，但是通常不想嘗試新的東西。他們那麼聰明，理解力強而且也能寫出不少論文，但是去做新的東西對他們來說很難，因為他們不喜歡去做這樣的賭博。當然，若有結果做出來，人們就會說：「噢，這個很簡單，這個蠻容易。」可是第一個做出來是很重要的，是不？所以我老對學生吼，賭吧！研究是賭，人生又何嘗不是。(眾笑)

哲：也許年輕人想先有個穩定的職位，所以不願意以研究來做賭注，是不是這個原因？

S：是，但是聰明人很容易就得到工作，他們能夠寫那麼多文章，但是你若賭輸了，就只好等待，所以我不僅告訴學生研究是賭博，我也告訴他們如果你夠聰明，即使賭輸了，你也得到了難得的經驗，可以從中學到很多，那麼就去賭吧！如我所說東大有許多好學生，所以我能對他們說這些話，如果在其他地方，這些話是不該說的，因為可能有不好的後果。

哲：到東大之前你曾在其它地方待過，請告訴我們你的經驗，對你是否是好的經驗？

S：好的，那是很好的經驗。30 歲時京都大學我們系上一位研究助手在車禍中喪生，因為這個不幸的事件，我幸運地得到了他留下的職位，30 歲，有點晚。35 歲時，我想也許該到別的地方去。啊，不過京都大學五年的研究助手生活對我極有助益，那是個好職位，我可以做想做的事，事實上，那段時間我在美國待了 3 年，我先是受邀訪問一年，我完成了一些工作，老闆要我下次再去，而且想待多久就待多久。

平：誰是你的老闆？

S：Mark Albowitz，他是我們領域中的名人之一，曾是 Colorado 大學應數系的主任，最近才從這個位子上退下來，但仍是那裡的教授。總之，我第一次待了8個月，回到日本，又再去訪問了2年。我享受在那裡做研究，我的研究是日式的，他們的則是美式的，我們彼此互補。我們的討論是真正的樂趣，因為我們各自自由不同的觀點來討論，我們合作了一些有趣的工作。35歲從美國回來，我想要換個地方，那時在離京都很遠的九州島宮崎 (Miyazaki) 醫學院有個空缺。我實際上是被聘為副教以及醫學院數學系的主任，不過這個系只有一位教授。(衆笑!) 我很享受在那裡的生活，可是那裡的人卻很壞，不是所有的人，而是有些人很壞。3年後，我決定離開，就在其後的一年半離開那裡。如果那裡的人好，我也許想在那兒待一輩子，我的意思是說那是個好地方，是渡假勝地，我可以做些計算，教書，喝燒酒，當然還有吃生魚片。

哲：我注意到你在那段時間寫了一本關於統計與機率的書。

S：是的，在宮崎，我教的是醫學院的學生，對他們而言，統計，是的統計而不是機率，是很重要的。我仍然記得這個好笑的故事，可說是個笑話。一位醫生問我如何處理一個問題，是關於腹瀉，他有三個病人，如果他想以此寫篇論文，他得提出統計數據。因為他有三個樣本，他就能夠做，因為二個樣本需要平均，那是不夠的。但是三個樣本，就有離差，就能說些什麼了，是吧？所以只要三個樣本，我們在論文裡就可以說任何事，哈哈，那時我很以這類事為樂。

平：這結論不是唯一的。

S：但我們仍然可以說任何事，一點都不難，你可以下任何結論。那時我開始做些生態與流行病的問題，因為我是那種，當我遇到做那個方向的教授，很容易就成為好朋友，而且我願意做那個方向的問題。但是在人際關係上有不少壓力，我又是那種不那麼溫良恭儉讓的人。四年後我的老師告訴我東京大學有缺，要找一個對非線性動力學在行的人，「你為什麼不申請呢?」。很幸運，我拿到了這個在工學院應用物理系的職位。這裡開課的模式很有趣，應用物理系負責教工學院所有的數學課程，它們也有應用數學系，不過不教數學，或只教某些，總之我教工學院的數學。

平：工學院學生很好？

S：不全是，但很多好學生，時弘哲志君 (T. Tokihiro) 從那裡畢業，還有我提過的高橋大輔君 (D. Takahashi) 與松木平淳太君 (J. Matsukidaira) 都是我的學生，高橋君嚴格說來不是我的學生，是我的研究助理，別的教授問我為何不找他當助理，我說好。我的學生都很優秀，不少人問我為什麼有這麼好的學生，這只是運氣。我們一起做了些孤立子的工作，後來又做了些關於離散系統的工作。我在那裡待了6年半，直到45歲時數理科學研究所 (Graduate School of Mathematical Sciences) 設立，他們想要找一些人。他們的想法是晚近

的數學太偏狹，他們要有一個寬廣的團隊，這也是為什麼這個研究所被稱為 Mathematical Science 研究所，而不是 Mathematics 研究所的原因。我想我該算是從事 Mathematical Science 的人，就轉過去了。

讓我談談我的研究。當我還在工學院時，我在小組報告時講到 cellular automata, Mark Ablowitz 曾經做了這方面的工作，展示出孤立子的行為，我講了他的模型，因為這類純粹離散的系統在電腦的時代很重要。他的模型不那麼好，所以我要求學生找到更好的模型。幾星期後高橋君就找到了孤立子 cellular automata 的規則。解的模型只由孤立子組成，頗為漂亮的模型，我們已經研究這個模型好多年了，時弘君也一起，我們經常一起討論。1996 年我們找到一個將 cellular automata 與微分方程直接連繫起來的過程，我們稱為超離散化 (Ultra discretization)。我只想做個評論，我是個物理學家，就是說我不在意方程的類型，我只想要一個可以把現象解釋清楚的系統。Navier-Stokes 方程當然很重要，這點我知道，但從我的經驗這方程很難掌握，利用計算機做數值計算就如解 cellular automata, 這是為什麼這種 cellular automata 重要，你們了解我的意思嗎？

平：是，他們都是離散化的，計算機只識別離散的數字。

S：是啊，它們完全不知道實數！所以我想推廣我們的方法，得到一個描述流體動力的 cellular automata 方程。

數學系很好，我也很喜歡數學系的人，但不幸的是他們不懂得團隊的工作，所以很難像實驗室般的運作。這是為什麼三村君又回來廣島的原因，他被東京大學延攬，只待了 2~3 年，因為他不能組成團隊。我們的工作需要極大量的計算 (computation)，我們需要團隊，可惜事實不是如此。你們都是真正的數學家 (眾笑)，我該說在那些實驗工作中也是有數學的。

哲：你說自己很幸運有個團隊，是因為你在工學院開始，在那裡就組成了團隊？

S：是，如果我從數學系開始，就不可能了，因為沒有研究助理，每個數學系的教授都是一個人，他們只有學生。但是計算 (computation) 是持續工作，某些事可能突然發生，你可能要向人請教求援，不可能獨自工作，但數學家，任何夠聰明的數學家都能以個人之力做研究，對吧！(眾笑！)

平：是，因為數學是 self-generating，規則很明確，該做什麼也很清楚。

S：是啊，很年輕的人可以在代數上做出大工作，對嗎？(眾笑)

平：日本在離散可積系統方面有許多傑出的人，你提到過戶田盛和 (M. Toda)、廣田良吾 (R. Hirota)。

S：還有佐藤幹夫 (M. Sato)。

平：你認識他們嗎？是否可為我們談談他們？

S：佐藤先生 (sensei)，我該稱他為先生，他們三人我都應該稱呼他們“先生”，三人我都很喜歡。戶田先生最年長，現在 89 了，他是物理學家，嗜好是玩具，收集各式的玩具，甚至還有

一個工廠自己做玩具，尤其是做陀螺，他一直對陀螺如何旋轉，以及什麼形狀是重要的感興趣，這也是數學家的一個重要課題。事實上，Euler 和 Lagrange 曾以解析的方式來描述某些陀螺，我也從戶田先生的書上學了很多。他提到 Kowalewskaya，她對擴散方程的估計，稱為 Cauchy-Kowalewskaya 條件，一個很重要的優美的估計。她以解析的方法解出一個陀螺的例子，叫做 Kowalewskaya 陀螺，不過那個方程結構很特別，它的可移除奇異點全是極點 (poles)，我不知她如何得到這個條件，但是那是很重要的條件，開啓了 Painlevé 和他的團隊的工作，她是第一個指出這一點的人，我讀了她的文章，有二個偉大想法伴隨極為繁重的計算 (calculations)。她去世的很早，得年僅二十多或三十多，因為太用功。我從戶田先生的書上學到這些。另外，由物理的角度，他也對特殊函數 (special functions) 感興趣，可是我要說那類的物理應該也是數學。

平：數學該包含它們。

S：是啊，事實上 Euler 和 Gauss 是數學家，同時在某種意義上也是物理學家。我與戶田先生討論的時候學到這些東西，我們做什麼呢？做數學。現在數學物理分家，可能不是好事。順帶一提，戶田格子 (Toda lattice) 是戶田先生的“發明”，我常說是他不是發現它，而是發明它。它複雜，不實際，所以這個系統有很好的數學結構。

現在來談佐藤先生，他大約80歲，去年才得到 Wolf 獎，以佐藤超函數 (hyperfunction) 聞名，我在京都大學時，他組了一個研討班，成員有神保道夫君 (M. Jimbo)，三輪哲二君 (T. Miwa)，柏原正樹君 (M. Kashiwara) 和河合隆裕君 (T. Kawai)，現在都鼎鼎有名。神保君現在東京大學，佐藤先生那時在某種意義上是這些好學生的老闆。佐藤先生的生涯很有趣，他從東京大學畢業，是數學系的學生，在東京教育大學唸研究所，是朝永先生的學生。研究所畢業他找不到研究的職位，就開始在高中夜間部教書。他必須做幾份工作，所以有好些年只能在工作之餘做研究。幾年後他去拜訪 K. Yosida 教授給他看他做的東西，得到東京大學研究助手 (research assistant) 的職位，然後他成為東京教育大學的講師，我認為他那時已完成了佐藤超函數理論的工作，其後他成為大阪大學的年輕教授。他後來訪問哥倫比亞大學，不過那時候沒有人認真看待他做的東西，他自然很沮喪，失蹤了一年，哈哈，這是個有趣的故事，曾被他的同學寫出來登在暢銷的雜誌上。一年後他出現在岡山的年度數學大會上。大會的主要演講就是關於佐藤超函數。他的同學問他這一年都做什麼了，他簡單的說“Lumpen”。

哲：這是什麼意思？

S：就是說一個人像個乞丐四處流浪。我想他在美國時存了足夠的錢，所以他就雲遊了一年，後來他得到東京大學在 Komaba 校區的教職。在那裡他給柏原，河合，神保，三輪這些學生很強烈的印象，不過他是個很奇怪的教授。當他五點開始上課，就不停歇，除非有人八點或九點叫停，可是他的學生卻很享受這樣的上課。

平：所以他的身體很好？

S：是，精神、身體都好，不過那個地方對他不適合，他已經有名，有人建議他到京都大學的數學研究所 (RIMS) 去，那裡比較好，因為不需教書。他到 RIMS 以後，開始做許多關於孤立子的工作，他做極多極重的計算 (calculation)。他用一個袖珍電子計算機算簡單的結果。在他的演講中，他說他算一個結果需要 1500 小時。如果用電腦的話，你把計算交給電腦就好了，但用袖珍電子計算機，你必須用手指去按，必須全神集中在上面 1500 小時，大約 60 天呢！他對這類的計算樂在其中，他對 K-dV 方程在雙線性形式下守恒量的數目感興趣，他就算啊算，然後將這些與代數表現連結在一起，得到了重要的結果，我們叫做佐藤理論。他像日本的 Euler，他常說：“回歸 Euler”，常引 Euler 的話：做數學應該像做實驗，先做計算，推想可能的定理，再設法證明定理。首要之務是計算。等會兒我會談到這三位先生異於常人之處。

好，廣田先生，原先是九州大學物理系的，精於日本棋 (將棋)，當學生的時候喜歡出一些謎語和一些將棋的問題。哦，有件有趣的事，他第一年的分析考試沒通過，他當研究生時，第一年的分析對學生是很難的，哈哈，我因為比較樂觀，不那麼在意，他很在意卻被當了，哈哈。當他完成碩士課程，赴美讀書，因為當時幾乎不可能在大學或研究機構找到工作。有個故事——他做了些手脚！他成績不怎麼好，所以就自己發明些優，良，可，類似美國的 A, B, C 的等級，但是誰決定的等級呢？總之他到西北大學，做出很出色的工作，可是那時在國外得博士的人很難找到工作，他不能在日本找到學術的職位，現在已經改變了，我得知你們有日本來的博士後學者，他在日本也許不容易找到事，不過目前他在這裡享有博士後的工作。

平：我有個以前在 Stanford 的學生，現在在東京理工學院找到事。

S：啊！太好了，真的太好了！回到廣田先生，他找不到工作，所以到 RCA 電器公司做基礎研發的工作。當時那是家好公司，有一個東京基礎研究所或這類的機構，他一直在做些東西，事實上他有興趣的是電路，與戶田方程有關的電路。他也喜愛計算，我和他一起工作多年，注意到他做大量的計算，每天要做 30 張紙的計算，當然他字寫得很大，哈哈。他為 RCA 做事時，開始做雙線性的東西，他都只由計算導出結果，從這個角度看他不是數學家。我想指出三位“大先生”都享受計算之樂，日本有做計算的傳統。在日本長久以來，寺廟是傳授計算與書寫的地方，不知道台灣或中國是否也是如此？日本有位有名的“關孝和”(Kowa Seki) 在 Leibnitz 之前就發現了行列式，數百年前人們就很喜愛計算。許多日本神社都有些板子，上面寫著數學問題。

我很喜歡計算，當然只做計算可能不會給出好結果，但是我們需要計算，而對於非線性的東西，我們需要龐大的計算，否則可能什麼都得不到。

平：事實常常是隱晦的！

S: 是, 是, 不論是用電腦或用手大量做計算, 都還有許多我們必須從中學習的事。三位先生還有一個共通處, 他們都極“kenkyo”謙虛。我一直記得佐藤先生常在講演中說的“這個我知道的不是那麼多, 不過可能這是沒問題的”。當他給個簡單的例子, 他也會說“我對幾何一無所知”, 實際上他什麼都知道, 但他相信自己不懂。

平: 這對學生很好, 因為學生會覺得還有許多有待發現的東西。

S: 是, 我想他真這麼想, “因為我不懂, 所以我還在努力”。

平: 三位先生都健在?

S: 是, 我們去年慶祝了戶田先生的米壽, 佐藤先生八十出頭, 廣田先生最年輕, 大約七十三或七十四, 但最讓人稱道的是他們都還在做研究。

平: 生命如此美好! 你提到三位先生, 但我注意到你用一種正面的方式對待年輕人, 你永遠說他們好的方面, 鼓勵他們。

S: 這, 我不知道, 實際上因人而異, 但至少我學到對於研究我們應該誠實, 我常提醒學生一個人對研究要誠實, 不能表現得好像什麼都知道。偉大的人都是這樣, 我從沒看到大人物現出自以為了不起的樣子, 哈哈, 也許這只是個信念。

平: 不, 不, 這是我們該謹記在心的東西, 你提到數學史上的巨人, 佐藤、戶田、廣田。

S: 所以我很幸運, 我與他們有接觸並且和他們一起工作。我和戶田先生合寫過一篇文章, 和廣田先生合作三或四篇, 雖然從未與佐藤先生合寫文章, 但我參加他的研討班, 我喜歡他, 因為他對我的工作感興趣, 因為有些數學家從不認為我的工作有價值。

平: 你好幾次提到你很幸運, 我解釋為你承擔了風險, 但我們都知道, 一次可能是運氣, 但二次、三次就不只是運氣。

S: 我知道, 但我真的一直很幸運, 希望未來也能如此。

哲: 這可能是你很“kenkyo”, 謙虛。

S: 是的, 幸運的必要條件是努力, 少了努力, 少了謙虛, 永遠不會幸運。不過, 即使你很努力而且也謙虛, 仍然可能沒有好運氣。

平: 我想和你早先說的話連結起來, 這表示你有風險, 你下賭注。賭博的過程中, 你有發現或發明新東西的驚喜, 所以你覺得幸運。

S: 想要得到新的東西, 當然我們必須下許多的賭注, 即使試了又試之後, 可能只有一個好的, 也覺得幸運。99件不幸之後才得到1件幸運。

平: 我知道你等會要去參觀故宮, 也許我們就此打住。和你談天非常愉快, 許多觀點引人深思, 謝謝。