

維生素 C 的發現

蘇賢錫

國立臺灣師範大學物理系

一、壞血病

西元1497年7月9日，伽馬（Vasco da Gama, 1469?-1524）所率領的葡萄牙船隊離開里斯本（Lisbon）港，朝向印度航行，翌年1月24日，繞過鯊魚角（Cape Cod），到達非洲西南海岸時，許多船員都是手足腫脹，牙床出血，無法進食。4月6日在東海岸北上中，摩爾人（Moor）商人以小艇裝載橘子來出售。吃了橘子的病人不到一星期就恢復健康了。然而，在他們繼續航行一年，已有三十名船員因這疾病而死亡了。長期航海就發病，吃水果或蔬菜就可以治好的疾病，1600年代的法國人管它叫做「島病」，因為這是在海上發病而在島上恢復健康的疾病。另一方面，英國人則稱它為「壞血病」。

壞血病的研究，首先由船醫來進行。英國船醫林德（James Lind, 1716-94），1746年夏天在搭載350人的軍艦索爾斯堡號（Salisbury）服務時，遭遇到八十位壞血病患者。林德挑選十二位患者，讓他們吃相同的伙食，且讓其中二人每天吃兩個橘子和1個檸檬。這二人在六天後就恢復健康了。每天喝1公升蘋果汁的患者，其症狀也有進步。林德的治療實驗，因有對照組可資比較而堪稱為劃時代的嘗試。1753年，他出版厚度高達400頁的「壞血病論」。林德是把這疾病當營養上的問題來正確掌握的第一位醫學家。後來，林德成為愛丁堡（Edinburgh）的皇家醫學院教授。

二、土撥鼠

西元1840年，倫敦大學醫學院的研究人員指出，壞血病、佝僂病、夜盲症等，不是因為細菌或食物中毒，而是因為營養分的缺乏所引起的疾病。他們同時預言，由於林德證實檸檬汁對壞血病的治療有效，在不久的將來，抗壞血病因子將由有機化學家或生理學家來發現。

然而，因子的研究意外地遲遲不見進展，因為不容易找到適當的實驗動物。雖然明

知檸檬汁十分有效，但總不能使健康的人發病來做實驗。要讓動物發生壞血病，對這項嘗試挑戰的是奧斯陸（Oslo）的克里斯蒂阿那（Christiana）大學衛生學及細菌學教授霍斯特（Axel Holst, 1860-1931）。他年輕時曾經留學巴斯德研究所（Pasteur Institute）與柯霍研究所（Koch Institute），專修醫學。隨後，霍斯特訪問了荷蘭屬馬來群島巴達維亞（Batavia）的熱帶病理學研究所。當時以所長艾克曼（Christian Eijkman, 1858-1930）為首的研究小組正在讓雞發生多發性神經炎來研究其食物療法。他在米糠中找到能夠中和白米毒素的物質。

自從1890年，艾克曼就在巴達維亞的研究所服務，他發覺以醫院患者的剩飯來飼養的雞患上了類似腳氣的多發性神經炎。起初他以爲這是細菌引起的傳染病，其實不然，因為在飼料中加上糙米或米糠，雞的病就好了。1897年，艾克曼發表米糠治療鳥類白米病的效果。艾克曼仍然相信這是因爲特殊物質中和了白米中的毒素的緣故。

霍斯特仿效艾克曼的做法，希望讓鴿子發生壞血病，但是腳氣雖然發病了，却是沒有壞血病的症狀。於是他想，必須使用像人類一樣的哺乳類，而不是鳥類。最初他想要用老鼠，但因怕被老鼠咬傷而有被傷寒等病原菌所侵害之虞而作罷。霍斯特乃着眼於小孩最喜愛的寵物——土撥鼠。這是幸運的選擇。如果他用老鼠，他就一定失敗了，因爲老鼠能在體內合成抗壞血病因子——維生素 C。

霍斯特獲得當時正在研究幼兒壞血病的小兒科醫師福列利（Theodor Frolich）的協助，只用小麥做的麪包來飼養 65 隻土撥鼠。這些土撥鼠平均三十天就生病死掉了，體重也減少了 40 %。解剖起來看看，四肢出血，牙床腫脹，牙齒鬆弛，而且骨骼也變得脆弱了。骨骼與軟骨的症狀類似幼兒壞血病的症狀。其次，霍斯特與福列利把衆所熟知的抗壞血病因子——包心菜、檸檬汁、蘋果——給土撥鼠吃吃看。結果壽命雖然沒有顯著延長，但是骨骼與軟骨的症狀完全消失了。可是腳氣的症狀——皮膚炎——仍然遺留下來。

霍斯特與福列利的土撥鼠實驗完全否定了壞血病的傳染病說與食物中毒說，而確實證明壞血病的原因是營養不足，同時提供了適當的實驗動物。這是1907年的事，此後五年間，二人繼續研究包心菜和牛奶的效果。例如，即使是完全乾燥的包心菜也有效，牛奶加熱到攝氏 100 度就無效等等。然而，挪威的經濟困窘使研究費突告中斷，他們不能繼續工作下去。

三、維生素的概念

波蘭出生的汾克 (Casimir Funk, 1884-1967) 留學瑞士、法國、德國、英國等大學後，在倫敦的李斯德研究所 (Lister Institute) 從事自米糠分離抗脚氣因子的工作。1912年，他把這因子命名為Vitimine (維生素)，因為1911年純化成功的因子是鹼性的，而這也是生命所需要的 (vital) 胺 (amine)，所以如此命名的。汾克的樣品尚未純化，但就這維生素 B₁ 而言，確實是屬於一種胺。維生素 B₁ 的結構，到了1936年始由德國的溫道斯 (Adolf Windaus, 1876-1959) 來決定。溫道斯在維生素D的研究也頗負盛名。

此外，英國劍橋大學生物化學教授霍布金斯 (Frederick Hopkins, 1861-1947) 強調一些微量營養素的重要性，宣稱食物中如果缺少這些微量營養素，就會引起脚氣等疾病。他1906年發表的論文指出，僅用蛋白質、脂質、糖質及無機物的混合飼料來飼養老鼠，無法使之健康地成長，而必須每天再給予2~3 ml 的牛奶始能飼養成功。霍布金斯是英國生物化學的領導人物，他和艾克曼共同獲得1929年諾貝爾醫學及生理學獎。

首次提倡維生素概念的汾克，對這次諾貝爾獎的決定，一定是相當不滿。1926年他發表一篇簡短論文「誰發現了維生素？」文中指出霍布金斯不配列入維生素發現者的名單中。就「維生素的發現」而言，站在公平客觀的立場來看，諾貝爾獎得主應該是「艾克曼、汾克、霍布金斯」吧。

四、維生素C

1906~11年期間，美國威斯康辛大學與耶魯大學進行有關動物營養素的大規模飼養實驗。1915年，威斯康辛大學的麥卡蘭 (Elmer V. McCollum, 1879-1967) 根據老鼠實驗，將存在於奶油脂肪中的成長因子叫做脂溶性A，而將存在於牛奶中的成長促進及抗脚氣因子叫做水溶性B。麥卡蘭已知汾克所提的維生素一辭，但因為在脂溶性因子中看不到胺的存在，所以他避免使用維生素這名稱。麥卡蘭乃總稱這些因子為「未知食物因子」。

1918年，耶魯大學的孟得爾 (Lafayette B. Mendel, 1872-1935) 等人採用霍斯特與福列利的土撥鼠法，證實縱然給予含有脂溶性A與水溶性B的飼料，也會發生壞血病。1919年，英國的杜拉盟 (Jack C. Drummond) 把抗壞血病因子叫做水溶性C。雖然如此，如前所述，由於老鼠能在體內合成抗壞血病因子，因而不會發生壞血病，所以麥卡蘭對抗壞血病因子保持消極態度。至1920年，因為科學家們對未知食物因子的

本性已經漸次了解，所以杜拉盟提議把這些因子叫做維生素 A、B、C 等等，同時爲了去除胺的意義，把 Vitamine 中的 e 省略，只寫 Vitamin。這就是今天所用的維生素一辭的起源。

維生素 C 這名稱也確定了，只要看看土撥鼠的實驗便知檸檬與橘子含有維生素 C。現在的問題是，誰是維生素 C 的發現者？

汾克向李斯德研究所生物化學部長哈登（Sir Arthur Harden, 1865-1940）建議將抗壞血病因子分離。哈登是 1907 年發現解糖作用的中間物質二磷酸己糖（hexose diphosphate）的人，也是 1929 年諾貝爾化學獎得主。他把這研究課題交給 1913 年雇用的助手智以瓦（Solomon S. Zilva, 1885-1956）。智以瓦畢業於柏林農學院，在吉先（Giessen）大學獲得化學博士學位，就職於李斯德研究所。首先，他給猴子只吃麪包，確認壞血病發生了。他又觀察到，除檸檬汁外，蕪菁汁和豆芽菜也能治好壞血病。因此，第一次世界大戰期間，豆芽菜乃加入了士兵的糧食中。

智以瓦以土撥鼠當實驗動物，進行檸檬汁有效成分的分離。他逐一研究氫離子濃度、溫度等等對有效成分的影響。每一種試驗都需時六十天左右，因此，進展相當緩慢。智以瓦頗有耐心，而且是力求完美者。可疑的結果，他再三仔細斟酌。首先他確定的是，檸檬汁中含量甚多的檸檬酸（citric acid）等有機酸沒有抗壞血病的作用。1924～25 年，智以瓦使有效成分成爲鉛塩來沉澱，順利濃縮到原液的 300 倍濃度。

另一方面，美國匹茲堡大學的新進營養學家金恩（Charles G. King, 1896-1988）也在積極進行研究。他畢業於華盛頓州立大學，1923 年在匹茲堡大學獲得博士學位。1926 年他到哥倫比亞大學雪爾曼（Sherman）教授處去留學，學習以土撥鼠當實驗動物的維生素 C 初步研究。1927 年他擔任母校的助理教授，開始和研究生一起從事由檸檬汁分離維生素 C 的工作。到了 1930 年，他證實維生素 C 是類似葡萄糖的低分子化合物。

此外，美國威斯康辛大學、法國、德國、挪威等，也在尋找維生素 C。

五、異才鮮杰吉

匈牙利出生的生物化學家鮮杰吉（Albert Szent-Gyorgyi, 1893-1986）是本世紀最傑出的生物化學家之一，他擁有好幾項值得獲頒諾貝爾獎的偉大成就，包括維生素 C 的發現、細胞呼吸路徑的確定、肌肉收縮蛋白質的發現等。他的靈感很豐富，而且研究方法也很獨特。

1917年，鮮杰吉畢業於布達佩斯（Budapest）大學醫學院，在校期間分別攻讀解剖學、組織學、生理學、藥理學等。然後他先後在捷克斯拉夫的布拉格大學生理學系、德國柏林大學病理學系、漢堡熱帶醫學研究所、荷蘭來頓大學藥理學系等處工作，終於成為格羅寧根（Groningen）大學生理學系助教。這是1922年，他29歲時的事。他的工作是要幫助罕布格（Hamburger）教授做狗腸吸收糖質的實驗。

鮮杰吉開始在地下實驗室做單獨研究。他的想法相當離奇。香蕉和蘋果受傷就會變黑，可是檸檬和橘子不會變黑，為什麼？乍看之下，這是愚蠢的問題，其實鮮杰吉在想像高深的生物體內氧化還原現象。香蕉和蘋果變黑是因為所謂兒茶酚（catechol）這物質被氧化而變成醌（quinone），再進一步被氧化而成為黑色色素的緣故。檸檬和橘子不含兒茶酚，而具有所謂「過氧化酵素」的強氧化酵素。

過氧化酵素的作用，其簡單試驗法是聯苯胺（benzidine）反應。聯苯胺是無色物質，但被氧化後就生成深藍色的醌二亞胺（quinone diimine）。因此，把過氧化氫溶液與聯苯胺的酒精溶液數滴分別滴入檸檬汁，汁就變成深藍色。鮮杰吉用檸檬汁來試驗，發覺變色速率減慢了1秒鐘或1秒多鐘。鮮杰吉想，這可能是因為檸檬汁中含有阻止氧化的物質——還原物質——的緣故。

於是，鮮杰吉聯想到臉色會變成青銅色的阿狄孫氏病（Addison's disease）。臉色發黑是副腎的疾病所引起的。如此一來，副腎是否含有使顏色變白的還原物質？理論上是不能有這種想法的，可是，鮮杰吉却興緻勃勃地去屠宰場要來了牛的副腎，把它給壓碎，滴下聯苯胺與過氧化氫溶液看看。結果，發色速率較普通組織緩慢甚多。

鮮杰吉決定要從副腎取出這還原物質。由於試驗能在瞬間做完，純化工作進行得很順利。他用甲醇從副腎提取活性物質，當鉛鹽未沉澱。將它溶解在硫酸中，除去硫酸鹽，把濾液弄乾，再把固態物質以甲醇提取，即得相當純化的還原物質。1926年，鮮杰吉發表關於這物質的研究報告。

1926年，直屬上司罕布格突然逝世，而由一位動物心理學家來繼承其職位。這位繼任者根本不重視鮮杰吉的工作，甚至想把鮮杰吉趕走。於是鮮杰吉陷入困境，把妻子送回匈牙利，作最壞的打算。他想自盡之前，且去參加斯德哥爾摩的國際生理學會議。這次在開幕典禮演講的是，因維生素的研究而聞名的劍橋大學教授霍布金斯，而令人驚訝的是霍布金斯在其演講中一共三次引用鮮杰吉的名字，對其生物體內氧化還原現象的研究成果給予頗高評價。對鮮杰吉來說，這簡直是在危難時得到意外的拯救。霍布金斯邀請鮮杰吉到劍橋來工作。靠著霍布金斯的一番美言，鮮杰吉順利獲得洛克斐勒特別研

究員職位，1927 年前往英國。

鮮杰吉在劍橋的霍布金斯研究室成功地把副腎的還原物質予以結晶化。從 1 公斤副腎可得 300 毫克還原物質。其元素分析的結果是 $C_6H_8O_6$ ，而其水溶液呈微弱酸性。鮮杰吉將這物質命名為 ignose（無人知曉的糖之意），而向英國生物化學期刊投稿。該期刊的主編是李斯德研究所的哈登，他是一本正經的人，不贊同用這種戲謔性名字，建議改用「抗壞血酸（hexuronic acid）」。

西元 1928 年，鮮杰吉前往容易入手新鮮副腎的美國明尼蘇達州羅契斯特（Rochester）的梅由醫院（Mayo Clinic）。肯達（Edward C. Kendall, 1886-1972）早在 1914 年順利分離甲狀腺激素，將其命名為甲狀腺素（thyroxine）。他是因為副腎皮質激素的分離而獲頒 1950 年諾貝爾醫學及生理學獎的人。1914 年以來，他一直是梅由醫院的生物化學教授。鮮杰吉得到多達 25 克的晶態抗壞血酸後回來劍橋，將其中十克送給伯明罕（Birmingham）大學化學教授哈瓦史（Walter N. Haworth, 1883-1950），請他查明該酸的結構式。

西元 1930 年，鮮杰吉正式應聘為祖國新設立的塞革德（Szeged）大學醫藥化學教授，同時廣泛延納優秀的匈牙利年輕研究人員，並且完成生物科學史上不朽的研究成果，包括維生素 C、細胞內呼吸路徑、肌肉收縮蛋白質等諸發現。

六、幸運與不幸

西元 1931 年秋天，美國出生的匈牙利青年科學家司瓦貝利（Joe Swaberry）來拜訪鮮杰吉。他在匹茲堡大學金恩教授指導之下，從事由檸檬汁中分離維生素 C 的工作之後，本來打算前往德國慕尼黑留學，但因塞革德大學設有生物化學系而聽從父母的建議改來祖國留學了。鮮杰吉把來自梅由醫院的抗壞血酸交給司瓦貝利，吩咐他調查該晶體的抗壞血病作用。

西元 1931 年 11 月，司瓦貝利確認抗壞血酸具有抗壞血病作用。每天給土撥鼠 1 毫克的抗壞血酸，即可防止壞血病。對照組的平均壽命是 26 天，但控制組在試驗 50 天後依然保持正常狀態。鮮杰吉吩咐司瓦貝利再度確認一下。

鮮杰吉有一種預感與信心，但他必須小心，因為 1929 年或 1930 年他在劍橋時，霍布金斯曾經說過，或許抗壞血酸就是維生素 C。當時鮮杰吉透過霍布金斯把一些晶態抗壞血酸寄給倫敦的智以瓦，請予徹底研究。智以瓦的答覆不十分令人滿意，他說抗壞血病的作用是有的，可是很可能是來自雜質的作用。

西元1930年，金恩暫時逗留在劍橋時，他也聽霍布金斯說鮮杰吉的抗壞血酸可能是維生素C，同時他也聽到智以瓦的否定性見解。

司瓦貝利與鮮杰吉的論文「抗壞血病因子——抗壞血酸」發表在1932年4月16日的「自然」期刊。然而，在其兩週前的「科學」期刊上，登載了金恩的論文「維生素C的發現」。由發表的先後秩序看來，金恩佔些優勢，因此，今天美國仍然認為金恩是首先取得純粹維生素C的人。

經過五十年以上之後，金恩與鮮杰吉對誰先發現維生素C之爭，再度登場了。西元1988年1月美國人莫斯（R. Moss）著作「自由基——鮮杰吉與維生素C之爭」，其中公開了1932年3月15日金恩寫給司瓦貝利的信。司瓦貝利曾經寫信向恩師金恩報告抗壞血酸的實驗結果，而這封信是金恩的回信。金恩在信中敘述，他尚未得到確實的結果，所以要向「科學」期刊投稿的論文仍在保留中。莫斯在暗示，金恩或許是接到舊日學生的通報而連忙向「科學」期刊提出論文，換言之，或許是剽竊了。該書的書評出現在1988年2月4日的「自然」期刊之後，金恩的朋友在「自然」期刊的3月31日版上刊登了抗議書。他們強調這是「冤枉的」，因為金恩在1932年2月向該年4月27～30日舉行的美國生物化學研討會提出一篇短文「維生素C是抗壞血酸」。真相究竟何如，不得而知。金恩可能是接到司瓦貝利的私人信件而下定決心向「科學」期刊投稿了。果真如此，要說金恩剽竊了司瓦貝利的研究成果，這未免過苛了，因為他明確指出，每天給予0.5毫克的抗壞血酸就夠了。而且金恩使用的是從檸檬汁得到的晶質（司瓦貝利是用副腎製造的）。順便提一下，金恩的論文引用了鮮杰吉，但鮮杰吉與司瓦貝利的論文却是完全忽視了金恩。不過，金恩也沒有提到司瓦貝利的私人信件。

鮮杰吉可以說是太幸運了。他親自提取的抗壞血酸是不是維生素C，根本與他無干。對他來說，抗壞血酸並不是像金恩那樣專心去追求維生素C所得到的物質。這只不過是金恩的學生偶然在他的研究室證實抗壞血酸就是維生素C而已。

另一方面，僅能以不幸一詞來形容的是智以瓦。他一心一意專門研究維生素C的分離，前後將近二十年。而且1930年他也試驗了鮮杰吉的抗壞血酸，為何智以瓦沒有像金恩與司瓦貝利那樣斷言抗壞血酸就是維生素C？簡而言之，這是專家往往冒犯的成見在作祟。受過專業訓練的維生素專家智以瓦，正如他在研究維生素D時所得的經驗，他一直深信維生素的有效劑量是一百萬分之一克級（即1毫克的1000分之1）。因此，縱使抗壞血酸以1毫克的劑量來顯示抗壞血病作用，他仍然認為其中一定是夾雜著1000分之1的雜質（即維生素C）。而且1934年智以瓦更是以實驗證明哈瓦史所合成的抗壞

血酸 (ascorbic acid) 有抗壞血病的作用，這簡直是替別人善後了。

智以瓦在第二次大戰期間從事營養學的研究之後，1946年離開李斯德研究所，1956年與世長辭。另一方面，金恩是1930年34歲就擔任匹茲堡大學教授，1946～62年擔任哥倫比亞大學教授，然後當選為營養基金會理事，1960年擔任第5屆國際營養學會議主席，1988年1月24日逝世於賓夕法尼亞州車斯特郡 (Chester County)，享年91歲。

鮮杰吉則發現肌肉收縮蛋白——肌動蛋白 (actin)、肌凝蛋白 (myosin)——與三磷酸腺苷酸 (adenosine triphosphate) 的反應 (1942～46) 之後亡命美國，1947年在麻州烏茲洞 (Woods Hole) 的海洋生物研究所 (Marine Biological Laboratories) 內創立肌肉研究所 (Institute for Muscle Research)，從事電子生物學與癌症成因的研究，1986年10月22日逝世，享年93歲。

七、維生素C的結構

西元1929年，鮮杰吉由副腎取出抗壞血酸，由美國寄給伯明罕大學的有機化學家哈瓦史，但其結構依然不明。於是，鮮杰吉也懇求瑞士蘇黎世大學教授卡勒 (Paul Karrer, 1889～1971) 研究抗壞血酸的結構。鮮杰吉的抗壞血酸，其存貨已經不多了。

西元1932年，科學家已知抗壞血酸就是維生素C，其結構的闡明更加成為重要的研究課題了。某晚，鮮杰吉看到晚餐用的塞革德名產紅辣椒 (paprika) 一大堆放在廚房，他想，有沒有辦法避免吃它。他不喜歡吃紅辣椒，後來他終於想到利用紅辣椒來做抗壞血酸的定量分析。

鮮杰吉把紅辣椒拿到實驗室去分析，結果發現紅辣椒竟然含有豐富的維生素C，每1克含有維生素C兩毫克。然後，不到1個月，鮮杰吉得到了1公斤的維生素C，甬說其中大部分都送給哈瓦史與卡勒。

西元1932年，哈瓦史的研究室首次發表維生素C的結構式。第二年 (1933)，針對維生素C的結構式，英國、瑞士、德國及瑞典等四國化學家激烈競相研究。鮮杰吉與哈瓦史共同建議將 hexuronic acid 改稱為 ascorbic acid，而普受歡迎。1933年，這抗壞血酸的結構式，由哈瓦史小組正式確定了，而且1933～34年，從葡萄糖合成抗壞血酸的化學方法也由瑞士、英國及德國來開發，維生素C再也不必從紅辣椒提取了。

八、結 語

1937年諾貝爾醫學及生理學獎由鮮杰吉一人獨得，其貢獻是「生物燃燒，尤其是關於維生素C與富馬酸（fumaric acid）的觸媒」。維生素C與富馬酸之間毫無關係，這大概是指鮮杰吉對細胞內呼吸之研究連同維生素C的發現吧。金恩率先發表維生素C的發現，由這件事實看來，如果僅僅對維生素C的貢獻來說，得獎人必須包括金恩才對。當年的化學獎則因維生素C結構的闡明而頒給哈瓦史與卡勒。不過，哈瓦史有碳水化合物，而卡勒有維生素A及B的附帶研究。就鮮杰吉本身而言，或許因肌肉收縮的研究而獲頒諾貝爾獎比較名正言順吧。

九、後 記

最近除了維生素的生理效果外，關於藥理效果的研究也在積極進行，而許多事實也得以闡明了。

其開端是個人曾經得過兩次諾貝爾獎（1954年化學獎及1963年和平獎）的美國物理化學家波伶（Linus Carl Pauling, 1901～）大力提倡所謂大量維生素療法（megavitamin therapy），主張「維生素C對治感冒有效，又能預防癌症，大量攝取維生素C有助於健康」，同時他親自竭力實行。當時美國最有名的是「前總統卡特的慢跑和波伶的維生素C」，一時膾炙人口。後來因為效果確實逐漸呈現，世界各國也仿效實踐起來。

根據波伶的主張，剛開始感冒時（有自覺症狀時），要立刻攝取維生素C 1～2g，如果不能見效，就要每隔一小時攝取1～2g，直到治癒為止（每天5～20g），而完全沒有感冒症狀後亦宜每天繼續攝取3～4g，一連數日。

有些人大量攝取維生素C可能導致瀉肚，這些人最好是飯後攝取較佳。

參考資料

1. K. J. Carpenter, "The History of Scurry and Vitamin C", Cambridge Univ. Press (1986)
2. C. C. King, "The Discovery and Chemistry of Vitamin C", Proc Natl. Sci, 12 219～227 (1953)
3. A. J. Ihde & S. L. Becker, "Conflict of Concepts in Early Vitamin

- Studies, " J. Hist. Biol., 4, 1~33 (1971)
4. E. D. Todhunter, " Solomon Silvester Zilva, 1885~1956 " J. Am. Diet. Assn., 45, 529 (1964)
 5. R. Moss : " Free Radical — Albert Szent-Gyorgyi and Battle over Vitamin C " , Paragon House (1988)
 6. 島藺順雄 , ビタミン研究五十年史 , 「化學の領域」第5卷(1951)
 7. 草間正夫 , ビタミンの話 裳華房 (1990)