

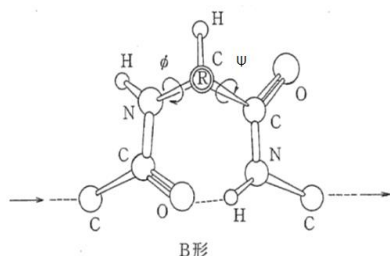
## 思い出（〔Ⅰ〕大昔と〔Ⅱ〕その後）

坪井正道（つばい まさみち）

### 〔Ⅰ〕ポリペプチド鎖のコンホメーションと水素結合

これは、古い古いお話である。終戦直後の暗い世の中、暗い学会での話である。しかし、私にとっては、ようやく参加を許された世界と、歩調をあわせることが出来た、楽しい思い出話である。その思い出話は、一度「回想の水島研究室」[1990年共立出版]に寄稿したのだが、現在のタンパク研究者の大部分に読まれていないし、この本はすでに絶版らしいので、かなりの部分あのまま、重複をいとわずここに書かせていただくこととする。

私の水島研究室在籍期間（1946年から1954年まで）は、専ら表題の研究を行った。



その目標は、水島—島内の「B形」ペプチド鎖モデルが果たして実在するか否かを、はっきりさせることであった。この構造モデルは1945年、第二次大戦終了直後に出現したもので、私が卒業研究の学生として配属されたときには、もう既に存在していた。

その時、島内先生（当時助教授）からきかされた話によれば、この考えの背景は1932年以來の水島研究室における分子内回転の研究結果であった。すなわち、「C—C、C—Nなどの単結合の両側の基は、互いに自由回転をしているのではなくて、トランス形（分子内回転角180度）とゴーシュ形（分子内回転角プラス/マイナス60度）とに安定位置を持つ」という結論である。

「これは今後、鎖状高分子のコンホメーションを論じ、研究していく際の重要な指針となるであろう。終戦を転機として目を生物学的分子に向け、この考えをポリペプチド鎖に適用した結果がこの提案となったのである。B形モデルでは、単結合C—NおよびC—Cのまわりの分子内回転角φおよびψが、それぞれプラス60度およびマイナス60度（どちらもゴーシュ形）となっている。今のところ、検証すべき実験結果はない。それで、これからこのモデルをめぐる実験を蓄積していこう」という次第であった。

学部卒業研究の題目として私に与えられたのは、[赤外線吸収]で「分子が水素結合をつくと、その赤外スペクトルがどう変わるかについて、過去の文献を調べることから開始するように。水素結合は、分子内回転で上下するエネルギー値にほぼ匹敵する安定化エネルギーを持つが、水島研究室としては比較的新しい題材だからそのつもりで・・・」というような話であった。赤外スペクトルによる水素結合の研究は、既に戦前にもあって、化学教室の図書室に何日か籠ることによって、かなりの実態をつかむことができた。また、その頃（1946年）日比谷に小さい図書館が開設され、アメリカから科学雑誌が来始めていた。

戦争中の空白を埋めるべく、島内先生はよくそこに通われていたが、ときどきさそわれて、おともした。ここでつかんだことを、早速、研究室のコロキウムで話すはめになった。

そこでは、話の一区切りごとに、水島先生の質問的発言があった。これに対し、島内先生の解説的発言があり、水島先生のまとめ、激励的コメントがこれに続いた。こうして、はやくも印象付けられたのが、島内先生の勉強の深さ、そして両先生の名コンビぶりであった。

話は戻って、私の学部卒業実験は、ガラスプリズム分光器を使って O-H や N-H の伸縮振動の倍音領域（波長 1.5 マイクロメートル付近）で行うことになった。光源としては映写機用のタングステンランプ、検出器が一個あてがわれた。そこでまず、研究室にストックしてあったエポナイト板と、秋葉原で買ってきた L 形金具とを使って、熱電対を収納する小箱を作った。これを読み取り顕微鏡（プレート上の輝線を鉄の輝線を標準として定める機械）の鏡筒に取り付けて、全体を分光器のカセットの位置にセットした。読み取り顕微鏡のマイクロメーターを使って熱電対入りの箱を横にすべらせて、波長の掃引ができるようにしたのである。

ここであてがわれた分光器は、プリズム分光器の王様のようなもので、一辺 20 cm ほどもある 60 度プリズム 2 個、鏡付き 30 度プリズム 1 個を備えたリトロ型、光は往復で合計 5 個の 60 度プリズムを通過することになる。カメラレンズの焦点距離が 3 メートル以上あって、これが水島研究室の第二暗室（225 号室）の廊下側の壁際を全部占領するような形に置かれた。これはもともとラマン分光用に設計されたもので、ナトリウムランプを光源にすると、D 線が、3 ミリほど離れた 2 本に分裂して見えた。当時、もう一つの暗室（207 号室）には、さらに四、五台の分光器がおかれていて、E とか、F とか、J とかという名称で呼ばれていた。どれも巨大なガラスプリズムを使った明るい分光器で、暗幕のかげで水銀灯がまぶしく、これを冷やすための扇風機があちこちで唸り、ラマンスペクトルのための長時間露出撮影が昼夜兼行で進行していた。まさに、プリズム分光器の王国に来た感を深くしたのであった。

さて、私は、あてがわれた大分光器を、近赤外、1.5 マイクロメートル付近にセットしてゴクロホルムの吸収スペクトルを掃引したところ、倍音や結合音の吸収帯が数本、あたかも吸収線のように鋭く出現した。メタノールを四塩化炭素に溶かして測定にかけたところ、水素結合をしていない O-H 基の吸収帯が極めて鋭く出現し、そのかわりに、これまたおそろしく幅広い水素結合中の O-H 吸収帯が、つぎの C-H 吸収帯近くまでひろ

がっているのが観測された。グリシンの結晶を薄くけずって入口スリットにはりつけたところ、奇妙なかたちのはばひろい N-H 吸収帯がみられ、これをエステル化すると、もうすこし「まともな」N-H 吸収帯がみえた。

大学院に進んですぐに、私は一つの提案を行った。ペプチド結合の両端にメチル基をつけて非極性溶媒に溶けやすくした化合物、N-メチルアセトアミドについて研究室の諸方法を適用しては如何、という提案である。水島先生は直ちにこれを採用して下さって、東レの真弓・岡野両博士に試料調製を依頼して下さいました。これが水島研究室における、ペプチドの極性、電子構造、そして振動の解析を推進する材料となったのである。

私自身は、大学院の最初の仕事として、新しい赤外分光計を制作した。水晶の 60 度プリズム、2 つの凹面鏡、変更角を一定にするための平面鏡などが既に用意されていて、別の小型可視部分光器のプリズム回転装置を外して流用してよいという話だった。しばらく 2 階の実験室と地下の金工室との間を往復して、甚だ不格好ながら結構機能は果たす 3 マイクロメートル領域分光器をでっち上げた。これには絶えず島内先生の細かい配慮があり、何か障害にぶつかる度に必ず何らかの解決策を持ち出して下さったものである。また、そのころの研究室には、様々の金属材料やゴム板、エポナイト板、金工資材等が豊富にストックしてあって、敗戦で疲弊し切った国の大学というイメージからはほど遠かった。もっともストックの中には、空から降って来た不発弾などもあった。焼夷弾の外壁は、ひどく部厚いが細工しやすいやわらかい金属できていて、大いに利用のしがいがあったのである。

ここでつくり上げられた分光計はその後 4、5 年大いに活躍することになる。ただし、この測定は容易ではなかった。ひどく時間と労力と忍耐とを必要とした。冬でも一切暖房なしで一日中暗室に閉じ籠もり、分光器の入り口シャッターとガルバノメーターのガラススケール板との間に座り込んで、1 波長ごとにシャッターの開閉をくりかえし、赤外線強度を定め、ノートに書き込んでいかねばならなかった。赤外線検出用の熱電対のまわりの

気温はどうしても微妙にかわるから、ガルバの目盛りは絶えずドリフトする。誰かがドアを開けたりとすると、スケール上の扇形の映像がたちまち横の方へ飛んでいってしまう。

この装置を使って一年ほどの間に、前述のN-メチルアセトアミドと $\delta$ バレロラクタム（これも水島先生を通じて東レの星野・由本両氏から恵与されたものであった）との比較などから、かなり重要と思われる結果を得た。その頃続々と出現してきたこの分野の文献によれば、このことに誰も気付いていない。このころからG・B・B・M・サザランド（後に私の留学先となった）という著者名がよく目にとまるようになったが、この人の報文にもこのことは書いてない。これはどうしてもここで論文を書かねばならない、と強く感じた。未だ会ったことのないこの人々を意識し、一種の焦りに駆られて一心に英文を綴ったのを思い出す。第1報を書き上げるのには3ヶ月かかった。水島先生は、これが真っ黒になるまで手を入れて下さった。第2報は1ヶ月で書き上げ、真っ黒になり方がやや減った。水島先生は「前のに比べてだいぶ進歩した。英語がうまくなったというよりもむしろ論理の運びがしっかりした。」これは大変な励みとなった。この時、水島先生から「英語の報文を読みながら、これは使えると思われる言いまわしにぶつかったら、すぐにノートに書いておくといい」という忠告があった。別に分類などの必要はないのであった。どこかでみたなと思ってノートをめくると意外にすぐ望みの言いまわしが、見付かるのであった。この私の“処女作”2編(BCSJ)は果たせるかな、反響があった。間もなくサザランドさんが『アドバンセズ・イン・プロテイン・ケミストリー』中の総説に引用してくれたし、後年バンフォード・エリオット・ハンビーは、『合成ポリペプチド』という本の中に私の報文から図を複製し、1ページ半をさいて私の“発見”を詳細に紹介してくれたのである。

ペプチド1個を含む分子が片付くと、次は2個含む分子である。「アセチルアミノ酸N-メチルアミド」と総称される化合物をいろいろつくって、非極性溶媒中で赤外スペクトルを調べたらどうだろ

う、これは冒頭のB形モデルの有無判定とその性格付けになるはずである。これも私の提案だったつもりであるが、その後数年間、水島研究室配属の卒研究生が何人も投入される大プロジェクトになってしまった。これには有機合成の能力が必要であるが、後に富士電機に就職された杉田忠男博士がその才能をいかしてこの面で中心的役割を担当された。そのほか、左右田礼典、加藤栄三、黒崎和夫、又賀 昇、吉本敏雄、荒川鉄太郎、浅井正友の諸氏、後にそれぞれの分野で活躍されることになる諸氏であるが、皆一度このプロジェクトに参画されたのであった。その結果、「アセチルアミノ酸N-メチルアミド」はどれも非極性溶媒中の希薄溶液では、「B形」に相当する分子内水素結合をつくることだが、多くのだめ押しの実験を通じて、はっきりした。中でもアセチルプロリンN-メチルアミドは、特にこの形を取りやすい。それはC-Nのまわりの分子内回転角 $\phi$ が、既にプラス70度（ゴーシュ形）に固定されているからであろう。これらの成果は、アメリカ化学会誌（いわゆるJACS）に7報、Nature誌に2報、その他で合計10報余りの報文として公表されている。これらの報文は、今読みなおしてみてもなかなか面白い。しかし残念ながら、その後の蛋白分子構造研究の主流にはならなかった。

よく知られているように、1951年、L・ポーリングが $\alpha$ らせん構造を提案し、その後に出てきた多くの実験を通じて、次第にこれが主流を占めた。「B形」モデルが蛋白構造において果たすであろうと夢見た役割は、実際にはこの $\alpha$ らせんが果たすことになってしまった。ただ、面白いことにこの $\alpha$ らせんは、 $\phi$ がマイナス54度、 $\Psi$ がマイナス70度で、もう一つのゴーシュ・ゴーシュ形に近いのである。

ともあれ、この「B形モデル」は、戦後混乱期のわが国の化学者に、ポリペプチドの構造という重要問題をめぐって、先端を行く世界の化学者とあゆみを共にする機会を与えたという点に功績が認められると思う。当時これはじゅうぶん世界の化学者の考慮の対象となったのである。例えば、1950年にブラッグ、ケンドルー、ペルツが英国王立協会誌に発表した論文中には、水島・島内・坪井・杉田・

加藤のネイチャー誌(1949年)の報文が引用され、27b構造という名のもとに討論されている。1956年頃には、コラーゲンの構造を考えていたクリックとリッチがこの構造を話題にしていた。さらに、ずっと後になって蛋白結晶学が発展してきてからも、ポリペプチド鎖の折り返し点などに時々B形モデルそっくりのものが見いだされている。例えば、サーモライシンの26番目のトレオニン残基近傍は、まさに「B形」( $\phi$ プラス60度、 $\Psi$ マイナス60度)をとっている。それ故、水島・島内の提案は今でも生き残っているといつてよいのである。

「アセチルアミノ酸N-メチルアミド」の研究は、水島先生の定年(昭和34年3月)の時まで続いた。その後、島内研究室に引き継がれたようである。今でも島内研究室出身者(例えば原田一誠教授ら)の報文の中などで、時としてお目にかかることがある。

私自身は、大学卒業後間もない時期にもう一つ、「3成分系による水素結合の研究」というものを開始した。これは島内先生の提案で、四塩化炭素など無極性溶媒中に、プロトン供与体(例えばフェノール)とプロトン受容体(例えばエーテル)とを溶

かして赤外スペクトルを測定し、O-HやN-Hの伸縮振動吸収帯の位置や強度が溶液の濃度や温度でどう変わっていくかを定量的にみていく、という仕事であった。これも5、6年の間に発展し、トロポロンだとか、生体活性分子なども含めて、いろいろのデータが蓄積された。プロトン供与力の強いものから弱いものへの順列だとか、プロトン受容力の系列だとかをこしらえることもできた。これは一部、水島先生の英文著書『インターナル・ローテーション』などにも引用されている。

### [ I I ] 偏光赤外と「ラマンテンソル」分子生物学的手法

蛋白分子の研究に、私が終始かじりついてきた装置は赤外分光器とラマン分光器であった。しかし、単に、タンパク分子の赤外スペクトル、あるいはラマンスペクトルを測定して、結果を「解析」という仕事をしてきたわけではない。常に入射光は偏光とし、試料からの出射光も、その波長、強度だけでなくその偏光特性をも精査するという方針をとってきた。これは必ず資料の分子構造に結



写真1. 1958年 水島研究室  
 前列中央 水島三一郎先生 その左 市嶋勲先生(助教授)  
 前から2列目(左から)  
 鈴木功、島内武彦先生(助教授)、林道郎、土屋荘次、森脇隆夫、鐸木茂子、平川(山口)暁子  
 後列左から 京極好正、坪井正道、福島邦夫、中川一朗

びつく。このような測定、解析は私がポスドクとしての研究を開始した1950年頃には珍しかった。特に高分子タンパク質にもっていく仕事は皆無だったとおもう。

私は1955年ミシガン大学に留学したが、その時にも、早速この処方をもちこんだ。当時そこにいたGBBM サザランド教授(私の、上記” 処女作” 2編BCSJをみとめて、彼のProtein Chemistryの総説に引用してくれたひと)が与えてくれたテーマがなんとDNAであった。当時(1955)はワトソン/クリックのモデルが発表された直後で、どこの大学も大騒ぎであった。ちょうど、ワトソンがミシガン大学にやってきた。講演のあと、1対1で、話をきくことができたのは、非常に幸いであった。

よいサンプルの入手方法、試料の周辺の湿度(A形75%、B形92%)調節の重要性、等等親切丁寧に教えてくれた。私は早速、赤外試料の周辺空気を望みの湿度に保つ装置を設計、製作した。これを用い、NaDNAの偏光赤外スペクトルを測定し、同時にDNA成分:塩基やデオキシリボース、リン酸などの偏光赤外スペクトルをも測定し、それらを組み合わせてDNA分子構造をでっちあげた。

結果は、実質的にはワトソン/クリックのモデルとあまり変わりがなかったが、詳細、特にリン酸基の配置にはかなりおおきな変更をしめた。サザランド教授は大変喜んで、新案の湿度調節赤外セルから始めて全貌を、Proceedings of the Royal Societyに送ってくれた。これは、英国の王立協会です。当時ここに発表された論文は、権威あるものとされていたようで、おかげでその後の私の研究生活の国際化にもプラスしたようである。なお、この留学前後には、同様の手法で、合成ポリペプチドとか、セルロースとかの構造研究も手がけ、その関係での友人も国内外に増えてきた。

あれは1960年の夏少し前、私は突然、東大薬学部、薬品物理化学講座担当の準備を始めるよう要請された。あのとき、[決定]の報をお持ちくださったのは、伊藤四十二学部長、浮田忠之進教授であった。私にとってはまったくなんの前触れもなかった突然の御訪問であった。「薬を意識しないでよい、とにかく薬学部の学生に物理化学を教え、そし



写真2. 海外学会で発表するので大はりきり

てなかりたいとおりの研究をして下さい」という極めてあたたかいご厚意が伝えられえられた。当時、私は、理学部島内研究室で赤外、ラマン、振動分光学関係の基礎的、物理学的分野を開拓すべく構想をねっていた。この話をきいて私の同級生は言下に、それはもうやめた方がよさそうだとつぶやいたが、私もそう思った。

構想の練り直しは決していやな仕事ではなかった。構想の中心にきたのは、もはや、小さい生体分子でなく、生体内で、活躍している生体高分子そのものであった。タンパク分子構造のX線回折はどうか? 早速当時阪大仁田研から物性研にきておられたその方面の権威の先生に何回も時間かけて教わった。原理も方法も十分理解できたが、実行はかなり難しそうだと感じた。たまたま当時会ったMITのアレキサンダーリッチの話: 学生にタンパク結晶のX線回折のテーマを与えるときには、「3年かかっても結果がでないという事態になってもがまんでできるか?」ということにしていると。幸い、当時スイスで鉱物の結晶学的研究をしておられた飯高洋一博士が初代助教授として迎えられ、薬学部の諸先輩のご厚意で研究費が調達され、

1963年エンメイン $C_{24}H_{26}O_6$ の分子構造決定にこぎつけた。これはワイセンベルグ写真の目測と、記憶容量や計算速度が今とは比較にならないほど低いコンピュータ(PC2)とに頼り、夏目柔隆博士の化学的洞察を最大限に使ってやっとたどりついた結果であった。当時のわれわれとしては、いわば、胸突き八丁を体力限界ぎりぎりでのぼりつめた頂上といった感じであった。これにたいしては、[東大薬学部]がX線構造解析法導入に成功し、 $C_{24}$ という大きい分子の構造決定をなしとげた、といったような賛辞がきこえてきた覚えがある。事実、これは生まれて間もないわれわれの学部の一大協力事業であった。飯高博士はやがて(1967年7月)独立されて薬品物理分析学講座を担当され、きわめて多種多数の医薬品の分子構造をきめられた。タンパク構造解析にも成功されはじめている。

われわれのこれら新講座出身の三井幸雄博士のインターフェロン構造解析、森川耿右博士の諸タンパク構造解析はよく知られている。

新講座出発で、がたがたそうこうしているとき(1961年)、私はおもいがけなくもNIH(アメリカのNational Institute of Health)から研究費をもらえることになった。高分子の核酸タンパクの赤外はアメリカでは誰もやっていないから、NIHに申請すれば通るだろうとあって、そのノウハウをおしえてくれた人がいたのである。それに従って、何か月も推敲に推敲をかさね、シングルスペース二十数枚のタイプ印書をでっちあげて、NIHに送った。申請書のおわりに、審査してくれそうな研究者6名の名前を書いておいて、そのあと、それぞれに「こうゆう物を申請したからよろしくたのむ」という手紙を送っておいた。しばらくあとで、そのうち3人から肯定的な手紙がきた。やがて、3年間5万ドルという研究費が与えられた。これは申請内容に従って高分子タンパクにも使えそうな高性能の赤外分光光度計の購入にあてた。3年目に、また張り切って膨大な報告書を送ったところ、NIHから研究者が一人飛行機に乗って実験室の視察にやってきた。朝から夕方まで、終日の諮問視察討論に合格したとみえ、そのあとまた3年間5万ドルが与えられた。

あのころ、もう一つの幸運があった。ジョウズホプキンス大学から6か月(1964年9月~1965年2月)の客員教授の依頼がきたことである。当時高分子タンパク核酸関係の有名な研究者がおられたところで、しかも理学部でなく、薬学部的(?)のところであった。まだ、日本で新講座発足が軌道に乗ったともいえない時期であってきがひけたが、教授会の許可が得られたので出発した。幸いであったのは、私の東大理学部時代には学べなかったいろいろの蛋白関係の実験手法、電気泳動とか $^3H$ シンチレーションとかを実地に自分の手を通じて学ぶことができたことであった。ところが、皮肉なことに、東大薬学部に戻って少しあとで、研究にラジオアイソトープを使用することは一切中止という教授会決定があった。ラジオアイソトープは地球上どこにもっていても、けっして消すことはできない、次世代の世界人類、次々世代の人類、・・・と代を重ねるごとにがんの発生は少しずつ、あるいは急に、増えて行って、決して減ることはない、その方向にはただちに防止策を講ずべきだ、これには私も勿論賛成した。当時11台あった $^3H$ シンチレーションが全部廃棄された。そういえばジョンスホプキンスでも、ラジオアイソトープの危険性について世間が無知で困るといったつぶやきの雰囲気をししばしば耳にしたことであった。

さて、いよいよ新研究室が発足して、定年(1986年)までになにをしたか?タンパクの構造化学、タンパク構造のゆらぎ(63報)、核酸の構造化学(40報)基礎的のものとして分子内運動、非経験的分子内力場、共鳴ラマン効果と励起分子のポテンシャルなどとなっている。これらの仕事はみな英文で発表(Natureに8報、Scienceに4報、J. Molecular Biologyに15報、・・・)し、国内は勿論、欧米の研究者と常に連絡をとりつつ、平行併行的に進めてきた。多くの国際会議も参加または主催した。これらでは楽しさと平行して、難問解決の苦労も経験した。

そのおかげ(?)か、定年後も仕事をする場所が得られた。明星大学理工学部、オハイオ州立大学、いわき明星大学理工学部、ミルオウキイのマーケット大学、ペンシルバニア州立大学、岡崎の分子研、

カンザス市のミズリイ大学、オタワのナショナルリサーチカウンシル、コーヴァリスのオレゴン州立大学、シアトルのワシントン州立大学、カナダのブリティッシュコロンビア大学、其他イギリス・フランス・イタリーの各大学等。講義は得意(?)のラマン赤外ですませた。実験室、滞在費(時には旅費も)、そして若干の研究費があたえられた。実験はほとんど全部自分の手で行なった。東大教授在任中と正反対で、むしろ逆にそのこの学生さんの実験のお手伝いを楽しんだことも多かった。余暇には依頼の原稿(大部分英文)を書いたりして、う

かうか過ごしている内にいつのまにか 25 年ほど(?)が過ぎた。

2013 年 7 月、東大薬学部時代の学生さんたち 40 人が集まって私の米寿を祝ってくれた。バイキング形式で、わいわいおおさわぎであった。40 人がひとりひとり思い出ばなしをしてくれた。「坪井先生はなんにも教えてくれなかった」などといういまさら間に合わない反省もさせられた。当日最後におこなった私のあいさつをここに添付させていただきます。

今日は私の米寿ということでお祝いくださり、皆さんお顔を見せてくださりまして誠に有難うございます。

1986 年定年退職し、皆さんとお別れしてから今年 2013 年で 27 年、東大薬学部在職期間とほぼ同じ年月がたってしまいました。この間、いったいなにをしてきたかのご報告ですが、一口に言って、ラマン分光を続けてきたのです。ご承知のとおり、東大薬学部在職中さんさん皆さんとラマン分光をやってきたのでした。そして、当時としてはかなり面白い実験結果を出したものでした。しかしちょうど定年退職直後ぐらいから、世の中により装置が出回りはじめ、全自動短時間で蛍光を避けてよいスペクトルが撮れるようになりました。測定をやり直してみても、皆さんに苦勞かけて悪かったな、と感じることもありました。しかし、そのたびに、そんなことには全くめげずに、NMR その他に転進、業績を上げておられるのを拝見、よろこんだものでしたが。

ところで、私は、ラマン国際会議のステアリングメンバーシップが続いていたこともあり、ラマンをつづけてきました。ただしそこでは、ラマンスペクトルではなく、ラマンテンソルの研究という形にしました。ご承知のとおり、ラマン散乱は、入射光のベクトルとラマン光のベクトルの関係を示すテンソルに依るものですから。これで、今日までに 60 報ほどの論文を書きました。最近、日本学士院からの依頼でそのまとめを書きましたので、それをみなさまお持ち帰りいただきたいと存じます。

同時に、ラマン測定が楽になったので、生物試料の *in situ* も大分やりました。緑膿菌につくバクテリオファージ Pf1 の全構造を決めた論文を同封しますので見てみてください。X線屋さんがやるように、clash elimination ついで energy minimization もやっています。Pf1 は長年英国 Cambridge やアメリカ NIH で X-ray が試みられ最後までいかなかったものです。最近 NIH で私の座標を使いたいが、といつてきたりしてます。

以上で私のご報告を終わります。

末筆 みなさまのますますのご健闘をお祈りします。

坪井正道



文 献

1. 坪井 Bull.Chem.Soc.Japan **22**, 215,255 (1949)  
処女作
2. Sutherland, Tsuboi, Proc.Roy.Soc., **237**, 446  
(1957) DNA の分子構造
3. 水島、島内、坪井ほか Nature, **166**, 406 (1940),  
**269**, 2058 (1952)  
J. Am.Chem. Soc. **74**, 4739 (1952); **75**, 1863  
(1953); **76**, 2479, 6003 (1953); **79**, 5357 (1957);  
**81**, 1406 (1959) ポリペプチド鎖の B 形モデル
4. 佐藤、飯高、坪井、三浦ほか、J.Mol.Biol., **16**, 180  
(1966) RNA の分子構造。
5. 中西、坪井 ほか、J.Mol.Biol., **64**, 363 (1972);  
**70**, 351 (1972); **75**, 673 (1973)  
**77**, 605 (1973); **83**, 379 (1974) 蛋白構造のゆらぎ

---

坪井先生ご略歴：

- 1925 年 東京に生まれる。
- 1947 年 東京大学理学部化学科卒業
- 1949 年 東京大学理学部助手
- 1952 年 東京大学理学博士
- 1959 年 東京大学理学部助教授
- 1961 年 東京大学薬学部教授
- 1984 年 東京大学名誉教授



1984 年 7 月撮影