

甲176の2

意見書

平成22年8月30日

東京高等裁判所御中

日本女子大学 理学部 数物科学科
教授 (特任教授)

(高エネルギー加速器研究機構 名誉教授)

(総合研究大学院大学 名誉教授)

(東京都立大学 名誉教授)

(首都大学東京 名誉教授)

宮原 恒昱

以下、照会された質問事項の順に、私の意見を述べさせていただきます。

(1) ア：これらのデータは「豆まき」ではなくて、大学側も認めているように正規分布をなしているので、物理的に意味のあるデータです。これを解析するのに、1本の直線を引く（変数は2個）ということも計算上は可能かもしれませんが、物理的に根拠がありません。たとえば以下の例を考えるとわかりやすいでしょう。水を沸騰させて100度になってから熱源を切って、時間とともに温度を測定したとしましょう。回りの室温は20度だったとします。また、測定は時間の関係で水温が70度に低下したところで打ち切ったとします。これについて、横軸を時間、縦軸を水温にとってプロットするとかなり良く

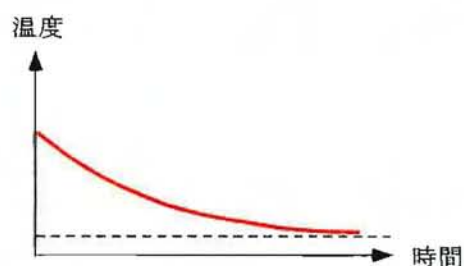


図 1-1

直線($y=ax+b$)に乗ります。でも、このことから時間とともに直線的に水温が下がるという結論を導いてはいけません。水が勝手に零度以下になって凍ることはありえないからです。このとき、物理的考察からは、室温である20度に漸近的に近づくような指数関数($y=a(1-\exp(-bt))+c$)でフィットすることがより妥当になります。具体的には図1-1のようになるでしょう。

るでしょう。

したがって今回の場合、物理的に根拠のある「Shifted-Maxwellian」をフィット曲線として採用したことはまったく問題がありません。ただし変数の数は4個になります。また測定点は100点を越えていますから、最小二乗法、最尤法、最大エントロピー法などを用いれば、十分な精度で変数を決めることができます。これらは非常によく使われている統計的手法です。ちなみに私は Fortran という言語を用いてプログラムを作り、最小二乗法による計算を行いました。「最小二乗法」とは得られたデータとモデル曲線とのy座標の差の2乗を計算し、それらの全ての和が最小になるように変数を決める方法です。私の計算では、得られた電位の最適値は338点全てを対象とした場合、0.123KVでした。参考までに、高エネルギー側のデータ88点を捨てて250点を対象とした場合は0.109KVでした。

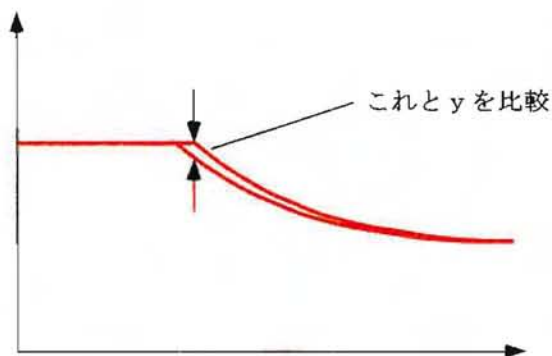


図 1-2

イ：誤差の範囲内で一致するといえます。誤差の評価の仕方はいろいろありますが、簡便な方法は以下のとおりです。まずはデータが正規分布をなしているので、標準偏差（正規分布のデータの広がり具合を表す数値）をデータ数338の平方根（約18.4）で割った程度の値yが誤差を生ずると考えてよいでしょう。そうすると電位をずらすとき、図1-2のように上下

にも変動しますから、この変動が y 程度以内に収まるということで、電位の誤差範囲が求まります。(ただし、縦軸方向に誤差が生じている区間が小さくなっているので y の値は多少大きく設定します。区間が全体の $1/3$ であるとすれば、 3 の平方根倍くらい大きくして考えます) また、図 1-2 の左の直線部分を y だけ上下させても電位がずれます。これらを含めてより厳密には最小二乗の計算の中で誤差を評価することができますが、詳細は省略します。結果は 0.123KV に対して約プラス・マイナス 7% の誤差があると考えて良いでしょう。なお、上記アにおいて 250 点を対象とした計算をおこなったのは、電位の折れ曲がり点から離れた点であってもデータの解析結果に影響を持つことを示すためです。このような違いが生じると言うことは、データが「豆まき」のような意味のない点の集合ではないこと、特別な理由がない限り全ての点 338 点を対象とすべきであることを示しています。

ウ：他のいくつかのデータについても最小二乗法によって、変数を求めたところやはり誤差の範囲内において、電位の値を再現しております。なにか「研究不正行為」があるとは考えられません。長氏と異なる計算でも、誤差の範囲内で一致する結果を得たということは、長氏の比較的簡便な解析方法に何らかの不正があったとは言えないこととなります。

エ：最小二乗法、最尤法や最大エントロピー法などが最も本格的な方法であることは確かですが、長氏の簡便な方法も理にかなった方法のひとつといえます。これは最小二乗法を適用するとき、データを事前にグループ化し、グループごとに平均を取ったデータ(当然に点数は少なくなる)に対して最小二乗を適用するとき、どのようにグループ化すれば解が収束するかについての条件を見出しているのと同じこととなります。数学的には 4 点あればモデル曲線の 4 つの変数は決まります。しかし、4 点にグループ化するときそれぞれのグループに含まれる点数を変えてそのつど(重みを考慮した)最小二乗フィットしたとき、解から自動的に求まる誤差範囲があまりにも大きすぎれば、4 点という点数は少なすぎるので増やさなければなりません。一般にグループの数をあまり小さくしすぎると、それらの少ない点に対して重み付き最小二乗の計算の精度は悪くなります。重要なので確認しますが、グループに含まれる点数はグループごとに可変であってよく、15 点とか 30 点とか決める必要はありません。この点数はいわばパラメータ(変数)なのです。私が行ったようなグループ化をしない本格的最小二乗の解に 100% 等しくなくてもよいというように、多少条件をゆるめて、グループ化によって 95% まで一致してほしいという条件をつけると、グループの数の最小値とそれぞれのグループに含まれる点数の最適値が決まるはずで、このときに後述する「 t -検定」を用いるのもひとつの方法です。長氏の方法はこのような原理に基づく見積もりと同等であり、まったく問題ありません。

オ：まず、平均する点の数は、15 点でも 30 点でも任意に選ぶことができます。区間ごとに変えることもできます。統計学上は単なる計算手続きですから何の制限もありません。

ただし、この結果をいかに利用するかについては以下の条件があります。今問題にしている結果は正規分布をなしていて標準偏差は知られています。この値がSであるとしましょう。そうすると、統計学では、もし15点平均ならばSを15の平方根で割った程度（30点平均ならば30の平方根で割った程度）の値の誤差で物事を議論できるということになります。

もう少しわかりやすい例を挙げます。2つのグループAとBが全く同じ条件で同じ試験を受けたとしましょう。点数の分布が正規分布をなしていて、グループAの平均点が50点、標準偏差が27点であるとし、グループBの平均点が53点、標準偏差が30点だたしとします。問題はこの平均点の差3点に意味があるかということです。一見するとこの差は標準偏差よりはるかに小さく、3点の差は議論できないように思われます。しかし統計学では受験者の数によってはこの差を議論できると考えます。たとえば、両方のグループとも受験者数が400人だとします。そうすると400の平方根は20ですから、標準偏差を20で割った程度、すなわち今の場合は1.5点程度の誤差で物事を議論できるということになります。したがって平均点の差3点は十分に意味があり（具体的に計算すると信頼度は95%より大きい）、グループBのほうが有意に成績が良いという結論が得られることになります。以上のような推測をする統計学は特に「推測統計学」と呼ばれることがあり、近年では理系文系を問わず広い分野で用いられています。そして推測統計学では「t-検定」という言葉がしばしば出てきますが、標本の数が多いときは「t-分布」は正規分布とほぼ同じになりますから、この推測統計学が成立する基礎は正規分布にあると言えます。

さて、15点平均の話に戻りましょう。15の平方根はおよそ4ですから、標準偏差を4で割った値程度の誤差で物事を考えなければなりません。これはまだ比較的大きな値です。そうすると矢花氏が描いた四角のマークは上下方向にエラーバーをつけて考える必要があります。このとき、フィットすべきモデル曲線がこの四角の中心を通らなければいけないという理由はありません。誤差の範囲で外れていてもいいわけです。ですから、15点平均の図を示すことによりモデル曲線にフィットしないということを矢花氏はおっしゃりたかったのかもしれませんが、統計学の原点に戻るとその真意がよくわかりません。結論的には、この図は、モデル曲線による変数フィットの不当性を示すことには全くなっていません。もちろん、15点平均された点に対して最小二乗法によってモデル曲線の変数を求めることはできますが、全ての点を用いた最小二乗法よりは精度は落ちます。

以上のように見ていくと、矢花氏の真意を測りかねるのですが、ひとつ気になる彼のコメントがあります。乙第141号のなかの97ページから「平均化や検定に関する常識について」述べています。102ページには2つの図が掲載されていて、左側の図はフィットする直線のまわりに点がばらついていないから相関係数が高く、右の図は点がばらついてるので相関係数は小さいということは、これは誰でも同意できます。しかし、相関係数が低いからといって、信頼度が低いということにはなりません。相関係数が低いのに信頼度がきわめて高くなる場合があるのです。どういう場合かということ、統計学を勉強してい

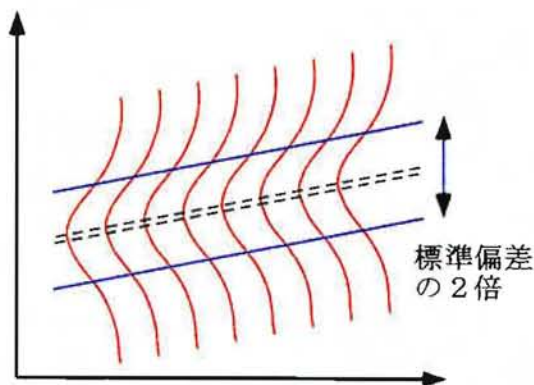


図 1-3

くと左の図1-3のようなケースに出会うことがあります。ここではデータの点数が非常に多い正規分布になっていると仮定します。さらに図1-3のように、全体を8個の区間に分けたときどの部分も100個の点を含んでいるとします。標準偏差を示す2本の直線を実線で表すと幅が広いですから、直線でフィットしたときその周りのばらつきが大きく、相関係数は非常に小さくなります。一見するとあまりよくフィットしないということになります。ところ

がそれぞれの区間には100個の点がありますから、標準偏差を100の平方根すなわち10で割ったくらいの値の誤差で物事を議論できるということになります。そうするとフィットした直線は実は、破線で描いた直線によるもっと狭い幅に収まっていることになり、信頼度ははるかに高くなるのです。

以上のことを念頭に置くと、矢花氏が乙第141号の102ページにおいて「統計学の立場からすれば、可動型ELAの生データは、右側の場合よりもはるかにあてはまりが悪い、まさにノイズだらけのデータであり、回帰曲線など考えること自体が意味のないデータなのです。」と述べていることの真意がはかりかねます。善意に解釈すると、矢花氏は本当に推測統計学の基本をご存じないのかもしれませんが、原子核物理理論の第一線の研究者である矢花氏にその知識がないとは考えにくいことです。あつてはならないことですが、一般に裁判官のほとんどが文系の出身で理数系でないことに便乗して、標準偏差とか相関係数などの初等的な概念だけで意図的に狭くてわかりやすい論理を展開しているとしたら、あまりいいやり方とはいえないと思います。アメリカなどでは「裁判は一種のゲームだから、勝てばそれでいい。」という考え方も一部にあるとは聞いていますが、今回のように純粋に科学技術的検討が必要な場合は、たとえ難解であっても学問の論理に忠実に従うことが重要かと思います。私が今回、自前でFortran言語を用いたプログラムを製作し、最小二乗法でデータを解析したのも、正規分布に従うデータ点数が多い場合はかなりの精度でフィッティングできることを、純粋に学術的に示したかったからに他なりません。

付言すれば、私は長氏を個人的に知らないし、この事件を知ったのも今年の3月です。したがって彼への同情の念があるわけではありません。ただ、矢花氏の論理が通ってしまうと、物理学の他の多くの分野で行われているデータ処理法を全否定しかねません。他の多くの物理学者が行っていることが「改ざん」「捏造」にあたると言われていることと実質的に同じですので、反論せざるを得ないし何か言わなければならないと考えた次第です。この点では、私と同様の考え方を持つ研究者は、国内にも数多くいることを知っています。

(2) ア：フーリエ解析法は物理学では、主として2つの類型に分類されます。1つは今回

のように、時系列データを周波数に分解し、周波数を横軸にとって表示すること、もう 1 つは空間的構造のデータを「波数」という量で分解して表示することです。特に後者は、X線を用いてたんぱく質などの構造解析をするときに用いられる手法です。実は、この両者に共通して困った問題が3つあります。

まず第一に、どちらもある種の波に分解するのですが、分解した後はそれぞれの波の成分の強度しかわからず、いわゆる「位相」と呼ばれる情報が必然的に落ちてしまうことです。「位相」とは波の山とか谷の位置関係で、波が重ね合わされて干渉するとき、この山や谷の位置関係は極めて重要になるのです。それは山と山、または谷と谷は強めあいますが山と谷は打ち消しあうので、波に分解された情報からもとの形について論ずるとき、大きな不定性が出てきてしまうのです。この問題は「位相問題」と呼ばれています。

したがって、たんぱく質の構造解析などでは、フーリエ解析したデータに付加的な情報を加えて解析するのが普通であると（私はタンパク質の専門家ではないので）聞いています。たとえば、たんぱく質は一本の曲がりくねった鎖になっているとか、 α ヘリックスと β シートでほとんどが構成されているとか、活性部位には特定の構造がなければならないとか等の知識です。ですから、たんぱく質の構造解析の結果が、後の進んだ実験によって変更されることもあるようです。だからといって、最初の不完全な解析結果が「捏造」と言われたとは聞いたことがありません。

第二の問題は、フーリエ変換とはもともと無限に大きいサイズのデータを扱うものであるのに、実際には有限なデータしかとりこめないという問題です。ここには本来のフーリエ変換からのズレを引き起こす問題があります。例えば、空間の形を「波数」から再現したいとしましょう。これを下手にやると、物体のないところに何か異物が現れたり、本来白色(物体がない)であるべき背景が灰色(物体の面影のようなもの)になったりします。このような現象を軽減するためには「位相問題」を適切に解決するだけでなく、「窓関数」という概念が必要になります。データが有限ですから、有限性はデータを切り取る窓の結果と考えて、後はそれを周期的に拡大して事実上大きなデータに拡張するという手続きをとります。そうすれば形式的にはデータはフーリエ変換可能になります。

しかし、このとき窓関数をどのように選ぶかという問題が生じます。窓関数はフーリエ変換する前にデータに掛け算されます。得られたデータをある範囲で平等に取り扱おうとすると、ある範囲のデータを同じ重みでとりこんで他の部分は捨てるような「矩形窓関数」を使うことになります。この窓関数はある範囲で値1をとり、それ以外でゼロをとります。したがってこれを掛け算してやると、関心ある範囲のデータを十全に取り込んだことにな

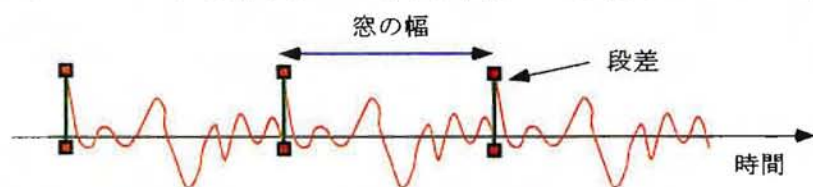


図 2-1

ります。ところが、この矩形窓関数を用いるとデータを周期的拡大した時に、図 2-1 のように、つなぎ目で不連続が

生じてつながりが悪くなる事が多いのです。その結果、図2-2のような、のこぎりの歯のような左右非対称な形が（掛け算ではなく）足し算で付け加わり、フーリエ変換すると偽の構造を生み出したりするなどの悪影響を作り出します。具体的には低周波数成分が強調された構造が現れます。

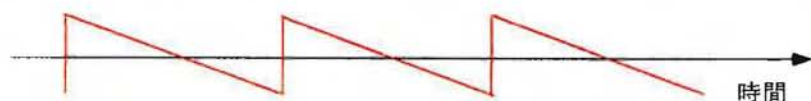


図 2-2

このような問題を避けて、周期的に拡大した時につながりを良くするには、

両端で0になるような窓関数を探ればよいのですが、そうするとデータを平等に扱っていないことにはなります。たとえば「ウェルチ」という窓関数（上に凸の二次関数で両端はゼロ）は、データの中心を重視して端に近いほうを軽視していることになります。

実は窓関数では多くの先人たちが苦労したようです。ホログラフィーの理論でノーベル賞を受賞したガボアという物理学者がいます。彼は波数のデータから空間構造を再生する時に、色々考えて「ガボア型窓関数」というものを考案しました。これも両端で小さい値になるような関数です。フーリエ変換では常に窓関数の問題がともなうという事情は、画像再生光学の分野でよく知られていた難しい問題ということができます。

一般に、両端で0になるような窓関数（非矩形型窓関数）では比較的小さい偽構造しか生み出さないのですが、矩形窓関数の場合は、つなぎ目の不連続性に依存して、比較的大きな偽の構造を作り出します。というわけで、通常は非矩形型窓関数を用いるのですが、非矩形型窓関数のどれが最善であるかいまだに決着がついていません。つまり、偽構造成分の定量的同定にあいまいさが残っているという意味で、一意的に正しい解が存在しないことになってしまうのです。

しかしだからといって、解が無限に不定になることはありません。どのくらいの不定性があるか、したがってどのくらいの誤差を考えるかについては、いくつかやり方があります。たとえば、矩形窓関数の結果と非矩形型窓関数の結果を比較してその差を誤差と考える方法です。この方法は誤差を過大に見積もりすぎますが、どんなに大きくても誤差はこの程度を超えないということを示す目安にはなります。実際には矩形窓関数は両端で偶然にデータが連続になる場合を除くと偽構造を作りやすいので、これだけは避けて、種々の非矩形窓関数を用いた時のデータのばらつきを誤差と考えることも、ある種の条件の下では妥当です。付言すれば、経験者ならばわかることですが、両端で0になる窓関数の場合、コサイン型（たとえばハニング、ブラックマン、チューキーなど）、2次関数型（たとえばウェルチ）のどれを用いようが、あるいはどのように付加パラメータを設定しようが、矩形窓を使った時ほどの大きな変化はできません。非矩形窓関数の場合、窓関数が掛け算されている影響は周波数分解能には無視できない影響を与えることがありますが、矩形窓関数のように、不連続性に起因した足し算の寄与がほとんどないのです。この事情により、矩形窓関数だけは特別に重大な悪さをすると考えてよいでしょう。

第三の問題は、白色雑音の問題です。これは物理のいろいろな分野に現れてきます。た

例えば金属の中の電子の運動ですが、これを光電子分光という手段で観測すると「準粒子」と呼ばれる、比較的振動数の決まった系統的な運動（「コヒーレント成分」と呼ばれる）と「インコヒーレント成分」と呼ばれる部分に分解できます。「コヒーレント」とは可干渉的という意味で、周波数がよく確定していることが前提になります。それにたいし「インコヒーレント」とは非干渉的という意味で乱雑な運動を意味します。このような2種類の運動が出てくるのは、非常に多数の粒子が相互作用しながら運動しているときに一般的に見られる現象です。プラズマの場合も非常に多数の粒子が相互作用しながら運動しているので、系統的な運動と乱雑な運動の2つの成分の両方を含む複雑な運動を引き起こします。

長氏が「オフセット」と判断して、引き去っている部分を構成する重要な部分がこの「白色雑音」すなわち「インコヒーレント成分」ということができます。

イ：同じルールで（または同じ窓関数で）オフセットを見積もることは意味がありますが、これはあくまでもオフセット全体を見積もるときの中間的プロセスまたは目安に過ぎません。理由は2つあります。

まず第一に、たとえば矩形窓関数を用いたとしましょう。矩形窓関数を用いると、データを周期的に拡張するときに接続部分に不連続な段差が出やすいことはすでに説明しました。この段差が大きいと、左右非対称なごぎりの歯のような形が加わり、低周波数成分が強調されてしまいます。これは偽の構造ですから差し引くべきものです。ところが、たまたま両端のデータの値がほとんど一致していると、段差も小さいですから、この偽構造は非常に小さくなります。ただし、値が一致していても傾きが急であると、つなぎの部分でスパイク状の鋭い構造がでて、これをフーリエ変換すると見かけ上は白色雑音に寄与することがわかっています。したがって、同じ矩形窓関数を用いたからといって、差し引くべき偽の構造の現れ方がデータによって違いますから、常に同じ値を差し引くのでは正しい差し引き方になりません。

第二に、白色雑音の差し引き方は、X線による温度データを参考にせざるを得ません。（X線データの利用の仕方は後に述べます）すでに述べたように、フーリエ解析における不定性を克服するためには、ほかの既知の情報を利用することが非常に有力です。ですから「同じルール」と言ったときにほかのデータを含めて総合的に判断することを含めるとすれば、広い意味では「同じルール」ということになりませんが、矢花氏はもっと狭い意味で「同じルール」という表現を用いているように見えますから、これには同意できません。

以上の議論には、実はもっと一般的な物理的背景があります。まず、実験物理学で扱う「量」とは、数学や理論物理学で扱うような等質の数量ではありません。どのような条件の下で、どのように測定されたか、データを乱す要素はなかったか、などを常にチェックする必要があります。測定量には質的差異が見られることはしばしば起こります。このとき、質的差異の認識も含めて大局的な意味では同じ手法、視点を持つのは当然ですが、「同じルール」という内容が、質の観点を捨象してすべて平等な量として扱うことを意味する

とすれば、かえって誤った結論を導く危険性があります。これは、私が（あるいはもっと多くの実験物理学者が）大学院に入学した頃から徹底して教えこまれた基礎的作法と言ってもよいかと思います。

ウ：すでに述べたようなフーリエ解析に付随したある種の不定性を克服するためには、データを総合的に解析することが必要です。特に装置は単一の装置ですから、同一ショットにおける種々のデータを比較することは非常に有用です。

たとえば、白色雑音は場所ごとに（すなわちチャンネルごとに）異なってもよいのですが、おおよそどのくらいの値であるかは、X線のデータと周波数のデータを比較するとよくわかります。X線によるカラー表示の温度分布のデータの一例を次ページの図3の下半分に示しましたが、これはおそらく今回の実験でもっとも信頼できるデータのひとつとすることができます。X線の検出器は、非常に感度が良く高速に応答するものが製造されるようになり、この研究の中では余裕を持って良質のデータが得られているものと確信します。そこで重要なことは、若干の不定性が生じ得るフーリエ解析のような過程は、このもっとも信頼できるX線のデータを参照しながら行うべきであるということです。矢花氏は、このことを不当であると思い込んでいるらしいのですが、この認識がまず第一に彼の大きな誤解であるということを指摘しておきます。

図3の上半分の図は、矢花氏がまとめた図に対して、私が各チャンネルの位置をcmを単位に付け加えたものです。X線のデータと比較しやすくするためです。また、前述したように、図3の下図は、同じショットについてのX線による温度測定を表示したものです。たとえば14chのフーリエのデータは周波数依存性がほとんどなく、白色雑音の有力な候補になりますが、X線のデータをみると、14chに相当する、10.4cmのところでは、非常に低温の部分に相当しています。特に目立つ周波数成分がなく低温であることを考慮すると、やはりこれは白色ノイズであると結論付けることができます。ですから、ほかのチャンネルのデータもおおむね同程度の白色雑音が含まれており、まずもってこれがオフセット・ラインを引くときの目安になります。

このほかにも、矢花氏がまとめた図はいろいろなことを教えてくれます。彼によると、長氏の結果を再現するためには、それぞれのチャンネルのデータに対して、図に示したような「オフセット」を差し引いたことになるというものです。そしてたとえば、9chの（-2.4cmのデータ）のオフセットはほかのチャンネルのオフセットより小さく設定されていることについて、これが恣意的である旨が主張されているようです。確かに白色雑音レベルよりオフセット・ラインを低めに設定するにはそれなりの理由が必要です。

しかし、私から見れば（私でなくともこのようなデータを見慣れた人から見れば）このようなオフセットの引き方には、十分な理由があると考えます。まず、9ch（-2.4cmのデータ）とその左の8ch（-4.9cmのデータ）をX線のデータと比較してみましょう。X線のカラーのデータを見ると9chは高温部ですが、8chは低温になっています。前者のほ

Figure 3(i)における各チャンネルのX線スペクトルとオフセットの位置(ECH加熱中)

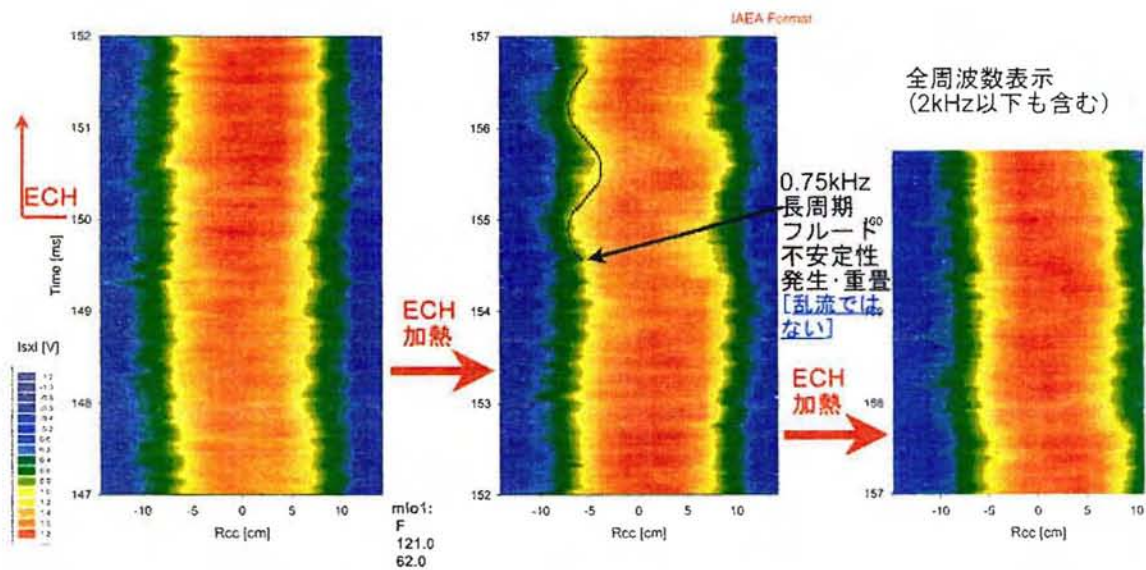
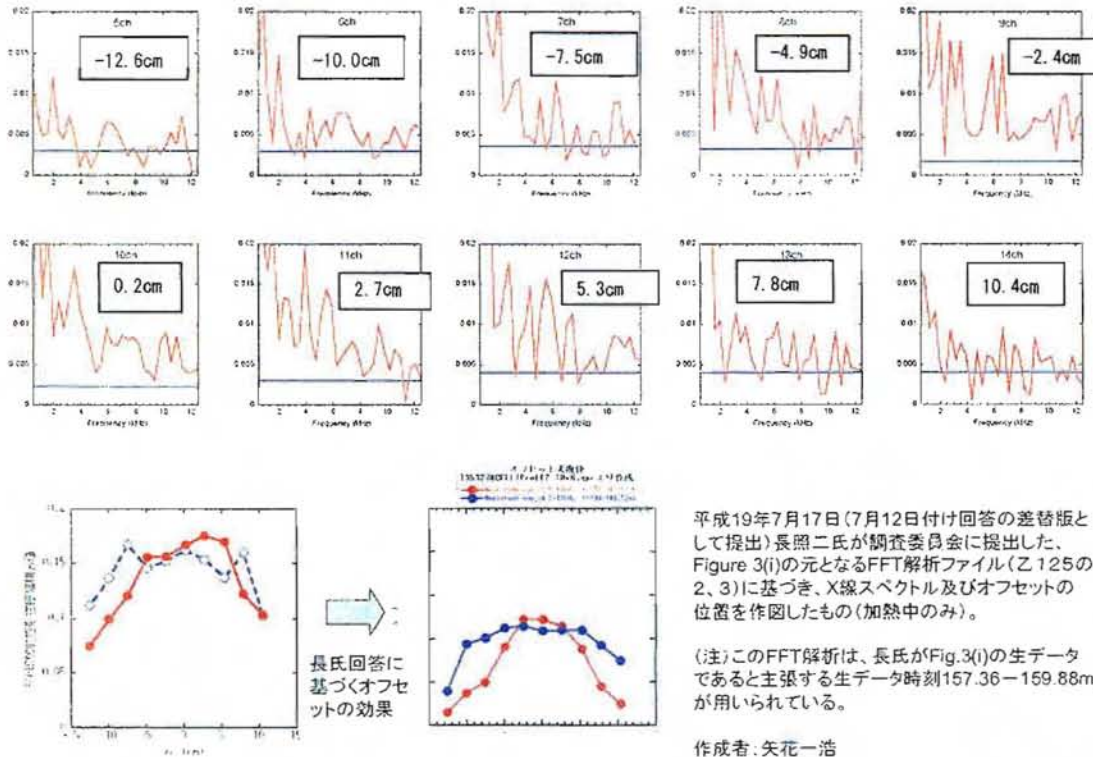


図3

うが運動が激しいはずだから、振動のエネルギーも大きいだろうという推測ができます。しかし、9chと8chに仮に同じオフセットを適用すると、8chのほうが面積が若干大きくなるでしょう。これは推測とは逆の結果です。次に、なぜこのような逆転が生じたかを考えます。このとき忘れてはならないのは、これらのデータは矩形窓関数を用いてフーリ

エ解析されたということです。

そういう目でもう一度データを見てみると、8 ch のデータは 9 ch よりも低周波数成分がより顕著に盛り上がっていることがわかります。これは矩形窓関数による偽の構造であることが容易に想像できます。また 9 ch では 6 kHz 近傍の周波数の構造が非常に大きくなっていて系統的な運動を示唆していますし、低周波数成分の盛り上がり方も 8 ch よりも小さくなっています。これらから推測できることは、9 ch のデータはたまたま両端のデータの値の段差が小さくて、矩形窓関数による偽の構造が 8 ch より小さめに生じたと解釈できます。

したがってもし、両方のデータで同じオフセットを用いてその上部の面積を計算したとすると、8 ch のほうが偽の構造を余計にとりこんでしまい、面積が大きめに出てしまいます。この不平等を打ち消して 8 ch と 9 ch のデータから面積を平等に比較したいとすると、次のような手続きが考えられます。まず、8 ch および 9 ch の低周波数部分(たとえば 3.5kHz 以下)の面積をそれぞれ計算します。多分、前者の方が大きいでしょうからその面積の差を ΔS とおきます。これは偽の構造による面積の差に等しくなります。そして、この面積に相当する部分を 9 ch のデータに付け加えるために、9 ch のオフセットの位置を下げます。このような手続きを行ってから、両者についてオフセット・ラインの上部の面積を計算すると、矩形窓関数による偽構造の効果は平等に取り扱われていることとなります。

以上により、窓関数の影響や X 線のデータを含めて総合的に判断すれば、オフセット・ラインの上部の面積を計算するという手続きを取る限り、チャンネルによってオフセットのレベルが変動するのは当然ということが出来ます。より精密に行おうとすれば非矩形窓を用いて解析すればよいのですが、これとても窓関数の形により若干の違いが生じるので誤差になります。ただし、この違いが小さいことは既に述べたとおりです。

以上により、長氏がチャンネルごとに異なるオフセットを用いたこと、さらに X 線の温度分布のデータとの整合性を考慮しながら、異なる非矩形窓関数を用いて微調整をおこなったことは、物理的に十分正当な理由があると結論されます。付言すれば、蛋白の構造解析や光学的画像再生の分野では、最終的に得られた結果が重要であって、どのような窓関数を用いたかについて詳細を記述しない論文はごく普通に見られます。

エ：有限なデータのフーリエ解析は、一回でも経験するとそれにとまなう種々の問題を理解できるのですが、そのような経験がないとプロの物理学者でも考え違いをしてしまう可能性のある、ややトリッキーな側面があります。特に、純粹に理論的研究を行っている場合は、フーリエ変換は多くの場合、理論形式としては完全な形で現れますから、ややもすると実験にでてくるデータの有限性の問題を忘れがちになります。実際にはデータを有限な数の標本として取り込んで測定することは、実験物理学のいろいろな分野で行われていますが、実験データにかかわるフーリエ解析と真剣に向き会ったことがあるかどうかの経験は非常に重要です。

光を用いる分野では、可視光領域における画像再生、X線領域における構造解析など、フーリエ解析が欠かせない分野はたくさんあります。また加速器物理学でも、私がまだ学生の頃から、荷電粒子の運動をモニターしてフーリエ解析することは、ビーム診断の基本として広く行われていました。

以上の事情により、ただ単に物理学研究者であるというだけで、この問題を総合的に正しく取り扱えるとは必ずしもいえません。とはいえ、矢花氏のような第一線の理論物理学研究者ならば、片側のこぎり波のフーリエ変換においては低周波数成分が強調されること（理論物理系の大学院の博士課程学生ならばほとんど知っているでしょう）をご存じないとは非常に考えにくいのです。矢花氏はその原型をつくられた図3の上半分の図ですが、「低周波数側が持ち上がっているのは矩形窓関数の影響が大きい」と瞬間的に判断するには経験が必要でしょうが、理論物理学者も普通は実験物理学者と議論する機会が非常に多いのですから、実験物理学者から類似の図を見せられた経験はきっとあるはずだと推察いたします。そうすると、たとえ瞬時でなくても1日でも熟考すれば私と同じ結論に到達すると思うのは期待のしすぎでしょうか。万が一ほんとうにこのデータから矩形窓関数の大きな影響を感じ取っていないとしたら、非常に残念なことです。優秀な理論物理学者でも経験がないと誤った結論を導くものであるという事実を改めて認識せざるを得ません。また両端で0になるような非矩形窓関数をどのように選択するかという問題は、画像再生などで知られているように、より精密な議論をするときの微調整のレベルの問題ですが、悲しいかな、矢花氏はこのことを、ご存じないのかもしれませんが。

もし残念ながらそうであるにしても、研究者は自分の知らないことに対してはもっと謙虚であるべきかと思います。かりに非矩形窓関数の使い方が一定してないことを理由に「データ改ざん」「データ捏造」などのレッテルをはるとすれば、やはり謙虚さにかけるといわれても仕方がないと思います。(1) エに対する意見でも申し上げましたが、司法の場では文系出身者がほとんどでしょうから、この『オフセット』問題でも、難しい学術的議論を意図的に避けて単に感覚的に「いんちきである」と訴えているような響きを感じられ、逆にデータと学術的に真摯に向かい合う謙虚さを感じられないのは、一人の研究者の懲戒処分という重大な決断をおこなう側のやり方としては、基本的な姿勢として大変まずいことだと思います。

(2) ア：まずもって、研究公正委員会調査委員会調査結果が述べている結論を問題にしたいと思います。この2ページに「同一の生データと同一の手続きを用いて第三者が解析を行えば、正確に同じ結果が常に得られなければならない」と書かれています。この主張は一見正しように響きますが、これは自然科学における実験的研究のありかたを理解していない主張であると言わざるを得ません。そもそも、実験的研究では、データを得ることで研究が終わるのではなく、データの解析を含めた全体の過程が研究なのです。もちろん、後述するようなある限定された条件の下では、データ解析は機械的になる場合があります

ますが、ほとんどの場合データの解析そのものが研究のプロセスの一部であり、必然的に研究者の知識の広さに依存します。たとえば今回の問題に関連して、ゲルマニウム検出器によるX線計測のデータが問題になりました（たとえば乙67号）。正しく解析するには、データの「質」をも考察して、ゲルマニウム検出器の特性がもたらす異常なデータは除くべきであるし、パルス波高値の低下を考慮すると（低エネルギーの値が高く、高エネルギーの値が低めにでるので）状況に応じて隣り合う2点の平均は行うべきです。しかし、検出器のこのような特性を知らなければ、このような作業は省かれてしまうでしょう。このように、データ解析は非常に大きく研究者の知識に依存するのです。

その後どういうわけか、乙67号での「改ざん」はトーンダウンし、さすがに懲戒処分理由になっていないようですが、もしこれが「改ざん」でないことを筑波大学側が認めているとすれば、同様にしてPRLのFig.1やFig.3も「改ざん」ではないことに、なぜ彼等は気がつかないのでしょうか。

実は以上の留意点は、研究者の願望や主観に基づいているのではなく、自然そのものがそのようにできているという客観的背景が基礎にあることを認識することも重要かと思えます。(2)でも若干触れましたが、数学は高度に抽象化された量を扱いますから、量を差別化することはしません。物理学も理論物理学では、計算に入力される量は、ほとんどの場合、平等に扱われます。ところが自然を対象として、自然に働きかけて得られた「量」は必ず質的背景の影響を受けます。これらの「量」にたいして、計算機などを用いて解析する場合、計算機は量のみを扱いますから、一時的に質的側面は捨象して試算するのですが、ここで終わるのであれば、少し計算機に強い学部学生でも計算できてしまいます。しかし、一時的に捨象した「質」の側面を再考すること、これこそ研究者がやらなければなりません。これを省略することはできません。測定されてもいない点が付け加えられたら、それこそ捏造ですが、あるデータ点を取り除くとか、2点を平均する等の作業は物理的に十分な理由があれば、むしろ積極的に行うべき作業であると考えます。フーリエ解析でX線のデータを参考にするのも、そのように行うことが理にかなっているからです。

もちろん、物理実験の中には質的側面が非常に見えにくい場合もあります。たとえば数十万個のほとんどノイズにしか見えないデータから、たった数個～10個の本物の信号を取り出す様な場合があります。このような場合では、実験する前に解析法を明確に決めておいて、主観が入らないようにする解析方法があります。しかし、その解析方法は大変に複雑でそれ自身が研究対象であるといっても良いくらいです。「ブラインド」で解析するとも言われますが、これは非常に例外的なケースに相当します。こういったケースを別にすれば、光を用いた物性物理学でも、プラズマ物理学でも、データを質的に吟味するプロセスを省略することはできません。

量と質との関係に関連して、ひとつ重要なことを付言しておきたいと思えます。それは、異なる時刻に行われた計測であっても、それらに質的同一性があれば同一の解析方法を適用することが可能であるということです。たとえば、光電子分光法という測定では、測定

中に時間経過とともに試料表面が汚染されるので、測定を10～20分ごとに中断し、試料を再度劈開したり表面を清浄化する作業をおこないその後に次の測定にかかるというプロセスを繰り返すことが、しばしば行われます。もちろん、清浄化がなんらかの理由でうまくいかなかったデータは、解析からは排除されます。そして集積されたデータは、同一の条件で測定された量であるとみなして、同一の解析を行います。この過程の中では、異なる時刻に想定されたデータにおける質的同一性が注意深く観察されています。以上をプラズマの場合に置き換えて考えると、異なる時刻における異なるショットであっても、それらが成功したショットであると判断されれば、ひとまとまりのグループとして解析することが可能であるということになります。

また、研究公正委員会調査委員会調査結果は3ページで次のようにも述べています。

「論文と同一の生データに対して再解析を行えば、論文のデータ値を正確に再現すべきであり、誤差の範囲で再現すればよいという回答者の主張は受け入れられない」という主張です。後にいわゆる「後付け」の問題とも関連しますが、この主張は、研究者の認識も発展していくものであるという事実を無視した見解と言わざるを得ません。しかも単なる「見解」というよりは、懲戒処分を正当化する「原則」までに高められているので、非常に危険な言明といえます。そもそも同一の研究者が同一のデータを解析する場合でも、時期が異なれば、あるいは認識が深まれば、解析方法が変わり得ることはあり得るし、その解析結果が変わることがあり得ます。そして、それらの異なる解析方法がそれなりの妥当性をもっていれば、解析結果が大きく変わることはないでしょう。

矢花氏がまとめた図にもある(図3の上部)オフセットの効果を比較した図ですが、それぞれ別の論文(PRLおよびPoP)に掲載された解析結果が比較されています。ここに見られる差異は、解析方法が異なったために生じていますから、結果が異なるのは当然のことです。類似の事例は、プラズマ以外の物理学でも広く見られます。全く同一のデータから出発して解析する場合でも、それに基づいて発表された2つの論文で解析結果が誤差の範囲で異なっている例は少なくありません。

以上を考慮すると「研究公正委員会調査委員会調査結果」の上記の主張は、プラズマ物理以外の状況は無視した見解ということになります。この見解が正しいとされてしまうと、おそらく物理学だけでなく化学も生物学も含めて、研究者が普通に行っているデータ解析作業を否定することに等しい効果を持ちます。データ解析も研究の一部なので、もう少し大局的な視点で言うと、調査結果による上記の言明は「学問の自由」に抵触する恐れがあります。このように他の分野に対しても多大な影響を持つ言明、学問の自由に関わる言明がそのまま、筑波大学による長氏にたいする処分を正当化する「原則」にされていたら、大きな驚きを禁じ得ません。想像するに、調査委員会のメンバーにたいしても、「改ざん」や「捏造」という強い先入観が、矢花氏などのオピニオン・リーダーによって結果的に植え付けられてしまったのではないかと推察致します。

正直に申し上げますと、失礼ながら、長氏の文章は、矢花氏の流麗な文章に比べて、難解

な用語が突然にでてきたり、日本語としての表現が著しく稚拙な部分があったりする等の印象を私は持っています。これらの二人の研究者の文章を比較すると、矢花氏の文章のほうがはるかに「説得力」があったかもしれない事情は想像がつかます。しかし、そのようなふたつの文章の比較・対比から学術研究の根本にある重要な原則を背景に押しやるとしたら、到底、是認できる見解ではありません。

さらに、同じ報告書の4ページに次のような趣旨の記述があります。

「実験の生データから物理量の評価値を得る解析では、恣意的な要素が潜み得ないよう「個人差」を排除する客観性が求められる。解析者による評価値の「個人差」、及び上記2の問題は、計測手段や実験条件から許容される精度と適用範囲を逸脱してデータ解析を行っていることが根本にある」という見解です。すでに(1)および(2)述べてきたように、電位の見積もりにおいても、オフセットの見積もりにおいても、十分な学術的根拠があります。したがって、この主張は、今回特有の問題を扱っていますから、他の実験科学にたいする影響は、それ以前に取りあげた2つの主張よりは小さいでしょう。しかし既に申し上げたように、この見解もこれを正当化する論理は崩れていますから、著しい事実誤認と言わざるを得ません。

最後に学生側の問題についてコメントします。修士課程の学生のなかには、自分の学力を過信する学生がいます。かつて私が指導していた学生が、その修士論文について、ある物質の磁気モーメントの向きが逆である誤りを私が指摘したとき、発表の前日まではそれに納得した様子でしたが、発表の当日になって元の誤った内容に戻ってしまった事があります。元はといえば、私の指導が不十分であったということができそうですが、そういう学生もいるということも勉強させられました。今回の問題の発端は、学生がデータ改ざんと思ひこんでしまったということが発端であると聞いていますし、実際に乙69号には正しい理解をしていないと見られる学生の訴えがあります。このような場合こそ、学問的に何が真実であるのかという純粹に学術的な議論と、学生指導・教育の問題を区別して考えることは特別に重要かと思います。

とりわけ、今回のように大型装置を用いて複数の実験を行い、それぞれのグループがその一部のみを担当せざるを得ない場合、個々のグループに所属する学生は、全体像をつかみにくくなります。その様な分割された作業のもとでは、たとえば、フーリエ解析に際してX線のデータを参照することの意義を把握できないことは、望ましくはないことですがそれほど不思議なことではありません。これは他の大型装置を用いる研究でも起こり得ることで、総合的な視点から正しい結果を導くには、全体を掌握しリーダーシップをとる総括者の役割の重みが増してきます。この総括者の役割は複雑であることが多く、相当の困難を伴うので、途中で軌道修正したり試行錯誤を繰り返したりすることも珍しくありません。そのような試行錯誤の過程をとらえて、なにかそこに「改ざん」や「捏造」があるかのように描くことは、とてもフェアな態度ではないと思います。

イ：いわゆる「後付け」の問題についてコメントさせていただきます。物理学では粗末なデータから直感でもって正しい結論を引き出した例は極めて多数あります。有名な例はミリカンによる電子の電荷と質量の比の測定があります。彼は、電子の電荷の値として、現在知られている値の2/3の値を導くようなデータを、不合理なものとして全体から排除しました。これは彼の偉大な物理的直感によるものとされていますが、その後の歴史が証明したように、彼の結論は正しかったわけです。それほどの大発見でなくとも、たとえば光電子スペクトルの解析などでは、分解能の悪い時代に大胆な結論を主張した多くの論文があります。その後、より分解能の高い実験が現れても結論自体は大きな変更を受けないときに、古いデータを再度違った目で解析しなおすことがあります。これは通常「後付け」とは呼ばれません。同一のデータが時間とともにより完成度の高い解析を受けるなどということは、それほど珍しいことではありません。矢花氏の主張で最も説得力に欠けるのは、「後付け」がなぜいけないのか、このことを学術的観点で主張されているのか、学生教育上の観点で主張されているのかを含めて、ほとんど説明がないことです。おそらく私の知る限り、実験物理学の多くの分野でこの「後付け」はむしろ学術的にまじめな態度、自己の誤りがあれば積極的に正す態度として好意的に評価されているように思います。

ウ：今回の件では、「改ざん」や「捏造」という事由がいつの時点で発生するのかという基本的問題について、通常の世界通念を確認しておくことも重要かと思えます。科学技術の世界では、ある結果や言明にたいしてそれと対立する結果が公表された時にはじめてこれらの概念が可能性として議論に上ります。しかし、この時点ではまだ可能性に過ぎません。最近ではカーボン・ナノチューブの超伝導など、記憶に新しいデータ捏造がいくつかあります。しかし重要なことは、これらの研究は追実験が可能であって、多くの反例が出てきたことです。今回の場合に即して言えば、まったく中立な第三のグループにより、同じ装置を利用して同等の実験を実行してもらうことが不可欠であると考えます。その場合、修士課程の学生ではなくて、より訓練され知的バックグラウンドも十分にあるメンバーでグループを構成すべきでしょう。もしそこで異なった結果が得られれば、初めてどちらが正しいかという次の段階に進むことができます。

このような追実験を組織するのは容易ではないでしょうが、筑波大学側は罰する側なのですから、最大限の努力があつてしかるべきではないでしょうか。しかし私の知る限りそのような努力はなかったように思います。物理学だけでなく化学も生物学も同じですが、意見が分かれば実験で決着をつけることは基本的な作法であると考えます。仮説は実験で検証するのです。このような基本作法からはるかに離れたところで、いわば木を見て森を見ないような議論をただけで処分を決定してしまった、これは「処分権の濫用」以外の何者でもないと感じますし、今年3月に始めてこの事件を知ったときの最大の驚きでした。このようなやり方が、ほかの大学や研究機関に模倣されないことをひたすら祈り、基本作法が無視されたことにたいし、ある種の恐怖を感じたのを記憶しています。

付言すれば、今回の件に関して ECH の効果をもっとも明瞭に示すのは X 線のデータだと思います。これによる温度分布表示は非常に説得的です。この結果が生ずるメカニズムを説明するために、電位のデータやフーリエ解析のデータが援用されていると見るのが妥当かと思います。もしそうだとすれば、精密な実験を行えば行うほど今回の実験結果を確認・強化する可能性が高くなります。そうでないことを願いますが、かりに筑波大学側がそのような可能性を恐れて追実験という機会をはじめから度外視していたとすれば、あまりにも非誠実な態度ではないかと思います。

次に、研究者たる者、とりわけ他人を懲戒できる立場にある研究者は、自然科学の広い分野とかその歴史に目を向け、多様性を認識するとともに、自分たちの見解が極めて狭い発想に基づいていないか、常に自分自身をチェックしながら判断する慎重さが求められるのは当然かと思いますが、残念ながらそのような謙虚さが欠けているように見えます。

たとえば、少し文献を調べれば、以下のような事例を知ることにはそれほど難しいことはありません。30年以上も前に始められたことですが、粒子加速器の中を運動する荷電粒子の規則性や不安定性を観測するのに、RF ノックアウト法という手法があります。荷電粒子ビームに対して高周波電場を作用させたときのビームの振る舞いを周波数分解して解析するのですが、まさにフーリエ解析そのものです。このとき、荷電粒子が（電子の場合は）シンクロトロン放射と呼ばれる一種の光を放出するので、それを短い時間間隔で撮影し、ビームの断面の形の変化とか歪みを観測します。撮影時の露出時間はデータを有限な時間で切り取ったことを意味しますから、フーリエ解析ではその時間的有限性を考慮しなければなりません。加速器物理学の分野でも、窓関数については具体的記述が省かれている論文が多いとは思いますが、データの有限性により不可避免的に発生する、フーリエ解析における不定性の問題を解決するには、写真データを参照しながら総合的に行うのは当然のことです。

もちろん、プラズマ物理と加速器物理は同じではありません。プラズマ物理では数億度の高温を作り出すことをめざしますが、加速器ではビーム進行方向に垂直な運動（ベータトロン振動と呼ばれる）が生じて、数百億度をこえる超高温の運動状態を作っています。この場合、この温度を冷やすことが目標となり、どうすればこの温度を低下させるか（すなわち垂直な運動を押さえるか）ということが、高性能の加速器を作る上でひとつの重要な目標になります。以上のように、温度を上げたいのか下げたいのかについては、プラズマ物理と加速器物理学は正反対のところがあります。しかし、RF ノックアウト等で行われる粒子加速器におけるビーム診断手法は、フーリエ解析を用いるという点ではプラズマ物理学と共通していると言うことができます。

非常に残念に思うのは、もし矢花氏が加速器物理の歴史や文献を調べていれば、プラズマビームの診断においても同様に、フーリエ解析にさいして X 線のデータを援用して総合的に解析することが全く問題ないことが理解できるはずなのに、このような調査の過程を省略してしまったことです。普通に考えれば、第一線の理論物理学者である矢花氏にとつ

でこのような調査作業はそれほど難しくはないはずですが、なぜ調査を省略したかは不思議ではあります。

これもあってはならないことですが、筑波大学がある時点でPRL論文の取り下げ要求という「勇み足」(私にはそう見えます)をしてしまった、そして大学の名誉のために「改ざん」とか「捏造」という論理を組み立てる必要が生じて、純粹に学術的な態度を取れなくなった、万が一このような動機があるとしたら、筑波大側には正義も大義もまったくなくなってしまうので、この東京教育大学から始まる長い伝統と高い実績のある大学が、できればそうあっては欲しくないと思うのは、私だけではないと思う次第です。

最後に、今回の問題は学問研究のあり方、学問の自由の内容に関わる論点が中心であり、学生教育・指導上の問題とは区別して論じられるべきことを強調しておきたいと思います。そして純粹に学術的観点から見れば、やはり筑波大学は理不尽な決定を下したとしか思えませんし、大学の名誉も重要であるとか、一旦決定した処分は引っ込みがつかないなどの体面上の配慮はあるかもしれませんが、間違いを改めるのは今からでも遅くはないということをお願いしておきたいと思います。