

研究公正委員会調査委員会調査結果

平成 19 年 11 月 26 日

研究公正委員会調査委員会

目次

1. 要約	…	2
2. 論文 Physical Review Letters 97, 055001 (2006) の Figure 1 について	…	7
3. 論文 Physical Review Letters 97, 055001 (2006) の Figure 3 について	…	15
4. 長教授による弁明書に対する見解	…	23
5. 用語解説	…	27
6. 別添資料	…	28

1. 要約

本委員会(研究公正委員会調査委員会、以下「調査委員会」と呼ぶ)は、長照二教授、平田真史講師、小波藏純子講師、沼倉友晴講師の4名の教員が行ってきた研究に関して、科学的観点から研究不正行為が行われた可能性等について調査することを目的として、平成19年5月16日に開催された筑波大学研究公正委員会において設置された。調査委員会は、互選により委員長として指名された人間総合科学研究科長清水一彦教授、および、学内委員4名、当該研究分野の専門家として学外委員3名から構成される。調査委員会は計7回行われ、長照二教授を筆頭著者とし、他の3名の教員が共著者に含まれる2編の論文 Physical Review Letters 94, 085002 (2005) ならびに Physical Review Letters 97, 055001 (2006) に関して、研究不正行為が行われた可能性等について調査を行った。その結果、以下に述べるように、論文 Physical Review Letters 97, 055001 (2006) に含まれ、同論文で述べられている主張に極めて重要な2つの図において、不適切なデータ解析の程度が著しいと判断するに至った。

科学研究において、実験データに基づき科学的主張を述べる場合には、客観的かつ科学的妥当性の高いデータの解析が行われること、測定値とその誤差をどちらも適切に評価し明示すること、そしてその内容を研究者コミュニティに検証可能な形で公表し、吟味と批判を受けることが不可欠である。実験の生データから出発して、ある物理量の測定値とその誤差を求める過程では、そこで用いる仮定、仮説や理論、並びに評価の手順や方法が妥当であることに加え、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。

本件に関する第1回調査委員会は平成19年5月16日に開催された。予備調査の結果等を参考に、調査の進め方に関する検討を行い、2編の論文に含まれ不適切なデータ解析が疑われる以下の5つの図に関して、長教授他3名の教員に、実験の生データから出発してこれらの図がどのように作成されたかについて詳細に書面で説明を求めること、そして調査委員会が独自に生データから出発して論文の図を再現できるよう、全ての生データおよび解析ファイル等の提出を求めることを決めた。平成19年5月22日に、調査委員会は事務局を通じて要請書を長教授に手交し、また要請書の写しを平田講師、小波藏講師、沼倉講師に手交した。

要請で論文図の再現を求めた対象は、以下の図である。

要請 1 Physical Review Letters 97, 055001 (2006) Fig.1

要請 2 Physical Review Letters 97, 055001 (2006) Fig.3

要請 3 Physical Review Letters 94, 085002 (2005) Fig.1

要請 4 Physical Review Letters 94, 085002 (2005) Fig.2

要請 5 Physical Review Letters 94, 085002 (2005) Fig.4

要請に対する回答が、長教授より平成 19 年 6 月 7 日に提出され、同 13 日に追加資料と補足が提出された。平成 19 年 6 月 19 日に開催された第 2 回調査委員会において回答を検討した結果、要請に対する回答として不備な点が多いとの結論に達した。その要点は以下の通りである。

1. 回答書 1 ページで、「データはすべて私どもの方で今回再度独立に再解析・再確認し、論文データが再現することを確認致しました。」と述べているにもかかわらず、提出された再解析の結果の大部分は、論文のデータ値やグラフと異なっている。このため、要請で求めた再現は果たされていないと判断される。
2. 回答ではしばしば誤差の範囲で論文のデータを再現したと述べているが、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。
3. 提出された回答では、解析の方法に疑義があり、調査委員会が第三者の立場から客観的根拠に基づき生データから出発して論文の個々の結果を再現することは、大部分の場合にできないものであった。

以上のことから調査委員会は、要請に対する回答として不備な点が特に多い以下の図に絞り、長教授に再要請を行うこととし、平成 19 年 6 月 27 日に事務局を通じて再要請書を手交した。同日、再要請書の写しを平田講師、小波藏講師、沼倉講師に手交した。

再要請で論文図の再現を求めた対象は、以下の図である。

再要請1 Physical Review Letters 97, 055001 (2006) Fig.1

再要請2 Physical Review Letters 97, 055001 (2006) Fig.3

再要請3 Physical Review Letters 94, 085002 (2005) Fig.1

再要請4 Physical Review Letters 94, 085002 (2005) Fig.2

再要請に対する回答が長教授より平成 19 年 7 月 12 日に提出され、同 17 日に修正回答が提出された。これらの回答について、平成 19 年 7 月 24 日に開催された第 3 回調査委員会で検討した結果、Physical Review Letters 97, 055001 (2006) の Figure 1 および Figure 3 において、不適切なデータ解析の程度が著しいとの結論に至った。その要点は、以下の通りである。(詳細は、本報告書の第 2 節以降を参照。)

1. Fig.1(a) に描かれている曲線は、この図に示されているいくつかのデータ点が測定されるより前に存在しており、図の説明でフィッティング曲線と呼ぶことは不適切である。
2. Fig.1(a) の個々の生データは S/N 比(信号/ノイズ比)が低く、それらの生データから Fig.1(a) に示された滑らかに変化する電位の評価値やその小ささと主張する誤差を導く解析手法に、客観性や科学的根拠が欠けている。
3. 回答ではしばしば、解析方法が同じでも解析者により評価値に「個人差」が生ずると述べられているが、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に、「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。
4. Fig.3 (e)-(h) に関して、同一ショットのデータが存在するにもかかわらず、異なるショットのデータを混用しており、その事実と理由を論文に述べていないことは不適切である。
5. Fig.3 に示された全ての図で、長教授らが「オフセット」と呼ぶ解析の手続きが用いられており、それはデータの値に大きく影響する。特に Fig.3 (i)や(j)のいくつかの点では、データの値の大部分がオフセットにより決まっている。しかしながら、論文にはオフセットに関する記述が無い。また、調査委員会への回答において、オフセットの意味する内容や解析の手続きが平成 19 年 6 月 7 日および同 13 日の回答と平成 19 年 7 月 17 日の回答で全く異なっている。さらに、平成 19 年 7 月 17 日に提出された回答に示されたオフセットの決め方は、科学的妥当性に欠けるものである。

6. Fig.3 (i)に関するデータ解析に用いたとされる生データの大部分において、平成 19 年 6 月 7 日および同 13 日の回答で解析に用いたと述べられている生データの時刻と、平成 19 年 7 月 17 日の回答で解析に用いたと述べられている生データの時刻が異なっている。このことは、論文の図とその元となる生データの間を、回答者自らが否定していることを意味しており、論文図の根拠は不明であると言わざるを得ない。

Physical Review Letters 94, 085002 (2005) に関しては、いくつかの疑義があるものの、研究不正と認定するに足る根拠は得られなかった。

その後、平成 19 年 8 月 22 日に、再要請への回答書の補遺が長教授より提出された。これは平成 19 年 7 月 17 日に提出された回答の説明を補足する内容であり、Fig.1 のデータ点に関しては別の時刻の生データを用いた解析が新たに示されているが、平成 19 年 7 月 17 日の回答書の主張や内容を変更するものではない。

平成 19 年 9 月 10 日に開催された第 4 回調査委員会において、以上の検討結果に基づき、調査委員会としての結論をまとめた。

さらにその後、平成 19 年 9 月 11 日及び平成 19 年 9 月 18 日に、再要請への回答書補遺の追加が長教授より提出された。これも平成 19 年 8 月 22 日の補遺と同様に、平成 19 年 7 月 17 日に提出された回答の説明を補足する内容であり、Fig.1 及び Fig.3 で行われた解析に関して細部の説明が追加されているが、平成 19 年 7 月 17 日の回答書の主張や内容を変更するものではない。第 5 回調査委員会(持ち回り、平成 19 年 9 月 27 日から同 10 月 4 日まで)でその内容を検討し、第 4 回調査委員会ですべての結論を変更するものではないことを確認した。

これらの調査に基づき、調査委員会は、本調査結果の元となる調査結果(案)を作成し、平成 19 年 10 月 9 日に長教授、平田講師、小波藏講師、沼倉講師に事務局を通じて手交し、弁明がある場合は平成 19 年 10 月 22 日までに提出することを求めた。これに対して長教授より、平成 19 年 10 月 22 日に弁明書が、同 23 日にその差換えが提出された。また平成 19 年 10 月 26 日に弁明書補遺が提出された。平成 19 年 11 月 9 日に開催された第 6 回調査委員会において、弁明書

と弁明書補遺の内容を詳細に検討し、平成 19 年 10 月 9 日付けの調査結果(案)の内容と結論に関して変更する必要はないことを確認した。

第 7 回調査委員会(持ち回り、平成 19 年 11 月 13 日から同 26 日)で、本調査結果を承認した。

結論

科学論文は、その内容が適正であるために、以下の2点が満たされる必要がある。

- ① 実験で得られた生データから図表等を作成する過程では、客観性と科学的妥当性のあるデータ解析がなされなければならない。
- ② 論文で報告されている内容に、信頼性と再現性が満たされている必要がある。

①の観点から、論文の著者は、求めがあれば論文に用いた生データを提示し、著者が行ったデータ解析の客観性と科学的妥当性を示す義務がある。

調査委員会は、長照二教授を筆頭著者とし、平田真史講師、小波藏純子講師、沼倉友晴講師が共著者に含まれる 2 編の論文 Physical Review Letters 94, 085002 (2005) ならびに Physical Review Letters 97, 055001 (2006) において①に係る不適切なデータ解析が疑われる点に関し調査を行うこととし、長教授ら 4 名に対して、これらの論文で調査対象とした図について、生データの同定とその解析方法の提出を求めた。長教授から提出された回答書、弁明書等を調査委員会で詳細に検討した結果、Physical Review Letters 97, 055001 (2006) の Figure 1 および Figure 3 に関しては、下記の点で不適切なデータ解析の程度が特に著しいとの結論に至った。

Figure 1 の図(a)に関しては、生データの S/N 比(信号/ノイズ比)が低く、図に示された滑らかに変化する電位の評価値やその小ささと主張する誤差を導く解析方法に客観性や科学的根拠が欠けている。

Figure 3 に関しては、図(e)-(h)で、異なるショットのデータを混用していることが明らかになった。さらに、図(a)-(j)で用いられているオフセットと呼ばれる解析手続きに科学的妥当性が欠けている。また、図(i)で、生データの同定に関し信頼できる回答が提出されなかった。

Physical Review Letters 94, 085002 (2005) に関しては、いくつかの疑義があるものの、研究不正と認定するに足る根拠は得られなかった。

以上のことから、調査委員会は、Physical Review Letters 97, 055001 (2006) の Figure 1 および Figure 3 において不適切なデータ解析が行われたと認める。

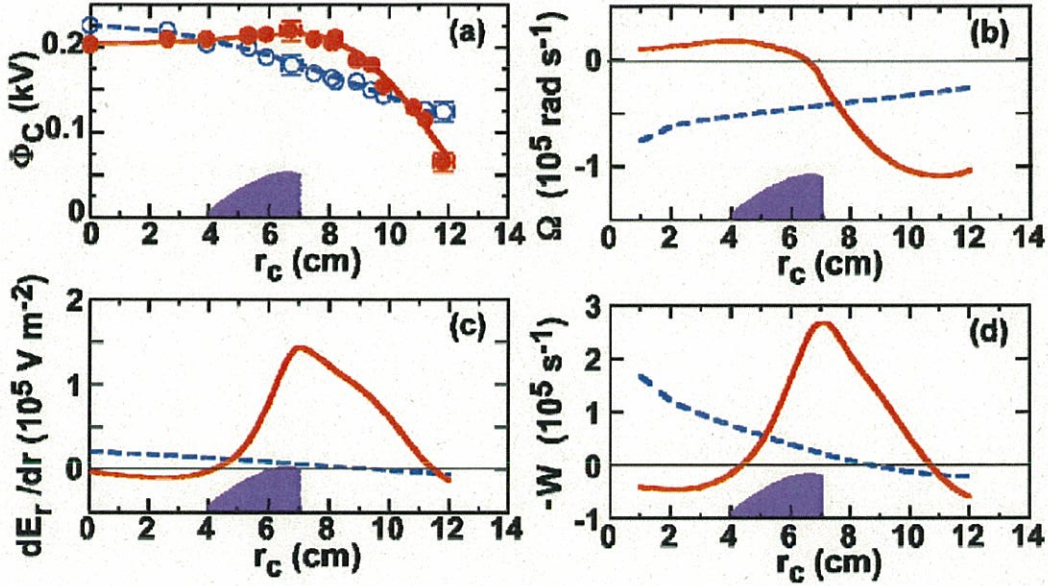


FIG. 1 (color online). (a) Central-cell potential data from HIBP and IES arrays are plotted with solid and open circles, respectively, along with solid and dashed fitting curves for the presence and absence of the energetic-electron layer, respectively. The inserted shaded region shows the observed profile of the electron-current density [$4 < r_c < 7$ cm]. (b) The angular velocity, which shows the direction reversal of the $E \times B$ azimuthal drift flow across the bumped locations at $r_c = r_p \approx 7$ cm of (c) E_r shear and (d) dynamic vorticity, is plotted in the presence of the energetic-electron layer (solid curves).

2. 1 不適切なデータ解析が疑われる点

Fig.1(a) は、プラズマの電位の動径距離に対する依存性を、ECH 加熱前(塗りつぶされていない青丸を青の破線で結ぶ)と加熱中(塗りつぶされた赤丸を赤の実線で結ぶ)について示している。本図の主要な主張は、円筒状に行われている ECH 加熱により、その外側に強いシアアが現れることである。Fig.1(a) に示された曲線を 2 回微分して得られるシアアが Fig.1(c) に示されている。Fig.1(a) の加熱中の電位(赤実線)が $r_c=8$ cm より外側で急速に減少していることを反映して、Fig.1(c) のシアア(赤実線)が $r_c=8$ cm 付近で極大となっている。

Fig.1(a) に関して、不適切なデータ解析が疑われる点が2つある。第1は、Fig.1(a)に示された曲線は、図の説明文でフィッティング曲線と述べられているにもかかわらず、測定された全てのデータ点に基づいて作成されたフィッティング曲線ではなく、一部のデータ点が測定される前に曲線が存在していたという点である。第2は、Fig.1(a)の個々のデータ点の元となっている生データは S/N 比が低く、それらの生データから Fig.1(a)に示された、動径距離とともに滑らかに変化する電位データや、それらの小さな誤差を得ることはできないと考えられる点である。Fig.1(c)のシアーを得るために微分を2回実行する上で、電位データの誤差評価は極めて重要である。

以上の疑問点に関し、調査委員会は平成 19 年 5 月 22 日に行った要請で、長教授に以下に対する回答を求めた。

1. Fig.1(a) の全てのデータ点について、各々のデータ点の電位の値とその誤差を求めるのに用いた生データを、ショット番号と動径距離の値及びミリ秒単位での時刻を明記して電子ファイルで提出して下さい。(中略)調査委員会が、生データから出発して各々のデータ点の電位の値とその誤差を再現することができるように、電位の値とその誤差をどのように求めたかを書面で説明し、その際に用いた解析プログラム等を電子ファイルで提出して下さい。
2. Fig.1(a) の2本のフィッティング曲線を作成するのに用いた全ての電位のデータについて、ショット番号、電位の測定手段、動径距離の値、ミリ秒単位での時刻を示し、電位を決定する際に用いた生データを電子ファイルで提出して下さい。(中略)調査委員会が、その表データから2本のフィッティング曲線を再現できるように、どのようにして2本のフィッティング曲線を得たかを具体的に書面で説明し、その際に用いた解析プログラム等を電子ファイルで提出して下さい。

2. 2 長教授による回答の要点と、それに対する疑問点

① Fig.1(a) に示されている曲線と電位データの関係について

Fig.1(a) に示されている電位の値は、HIBP、固定型 ELA、可動型 ELA の3つの異なる測定方法を用いて得られている。平成 19 年 7 月 17 日の回答によれば、HIBP および固定型 ELA を用いた測定は、平成 17 年(2005 年)前期に実験が行われたショット 195322 及び 195323 に対するものであり、加熱前・加熱中の原点 ($r_c=0\text{cm}$)、及び加熱中の $r_c < 8\text{cm}$ の電位は HIBP、固定型 ELA 装置の設置点($r_c=2.6, 5.3, 8.3, 11.3\text{cm}$) の電位は固定型 ELA から得られたとのことである。また、上記以外のデータは、可動型 ELA 装置を用いた測定であり、平成 17 年(2005 年)11 月中旬に行われた複数のショット(196906 - 196944)から得られたとのことである。

Fig.1 の論文の説明文では、Fig.1(a)に示されている加熱前のデータ点を通る青の破線、及び加熱中のデータ点を通る赤の実線をフィッティング曲線と呼んでいる。しかしながら、Fig.1(a)の曲線は可動型 ELA の測定が行われた平成 17 年 11 月中旬より前に存在したと考えられる証拠がある。

別添資料 1 は、沼倉講師が平成 17 年 11 月 7 日に、長教授、小波藏講師、平田講師、大学院生に送付した電子メールと、その電子メールに添付されていたファイルに含まれる図である。この図と全く同じ数値を持つファイルは、平成 17 年 11 月 1 日にも沼倉講師により送信されている。この添付ファイルの名前「195323 電位 11.1.05.qpc」や、図の上部にある日付の情報(11/1/05)から、この図は平成 17 年 11 月 1 日に作成されたと判断される。この図はカレイダグラフという描画ソフトウェアを用いて描かれており(.qpc はカレイダグラフの図とデータを合わせたファイルの拡張子)、曲線の元となる電位データを数表で表示すると、動径距離 1cm 毎の 5 桁の数値で示される。別添資料 1 の図は、Fig.1(a)の曲線と極めて類似していることがわかる。

平成 19 年 6 月 7 日および同 13 日に長教授から提出された回答書の第 12 図と第 14 図に、「論文に使用した曲線」が示されている。それらを論文の曲線と比較すると、高い精度で一致していることが確認できる。この曲線の数表が、回答書と共に提出された電子ファイル

「PRL06Fig1aPhiCfitting.qpc」に含まれており、それを資料 1 に示す。ここに示された電位データは、上述の別添資料 1 の図の曲線の元になっている電位データと、12cm までの全ての点に関して、表示されている 5 桁の数値が完全に一致している。(表示桁数を 16 桁まで増やしても、両者は全ての桁で完全に一致している。) このことは、別添資料 1 に示されている曲線が、Fig.1(a)に示されている曲線と全く同一であることを示している。

以上のことから調査委員会は、Fig.1(a)の曲線は、可動型 ELA による測定が行われた平成 17 年 11 月中旬より前に存在しており、それらの曲線が Fig.1(a)に示された全ての測定データに基づいたフィッティング曲線ではあり得ないと結論した。

ところが長教授が平成 19 年 6 月 7 日および同 13 日に提出した回答では、Fig.1(a)に示された曲線は、Fig.1(a)に示された「全てのデータ点」(回答とともに提出された添付図表及び添付ファイルの説明)に

	rc (cm)	Centr./-ECH	Centr./-ECH
	C0	C1	C2
0	0.0000	205.00	225.00
1	01.0000	205.00	224.99
2	1.0000	205.11	223.98
3	2.0000	205.53	220.95
4	3.0000	206.52	215.98
5	4.0000	208.46	209.21
6	5.0000	211.37	200.81
7	6.0000	214.58	190.99
8	7.0000	216.43	179.99
9	8.0000	211.21	168.06
10	9.0000	192.19	155.47
11	10.0000	159.91	142.47
12	11.0000	117.86	129.33
13	12.0000	69.506	116.28
14	13.0000		
15			

資料 1: 平成 19 年 6 月 7 日および同 13 日に長教授より提出された電子ファイル「PRL06Fig1aPhiCfitting.qpc」に含まれている Fig.1(a)の曲線の元となる数値。

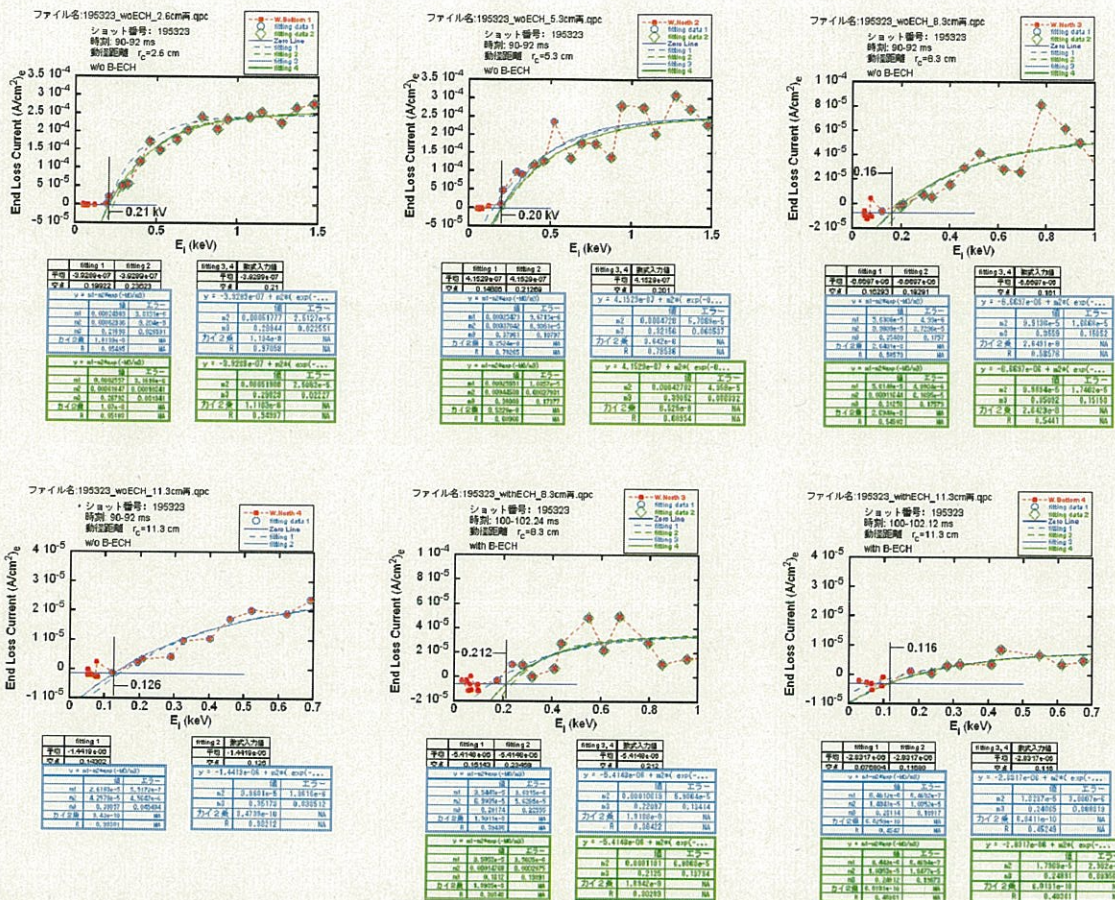
対してフィッティングを行って得た曲線であるとの説明がなされていた。この点に関し、平成 19 年 6 月 27 日に行った再要請で、長教授に対して以下の質問を行った。「要請 1 (3) について提出された回答では、Fig.1(a)の2本の曲線は、Fig.1(a)の全てのデータ点をフィッティングして求めたものであると述べられています。一方、本調査委員会で得た情報から、今回提出された曲線と正確に一致する曲線が 2005 年 11 月 1 日以前に存在しており、可動型 IES ELA データは 2005 年 11 月中旬以降に得られていることが分かっています。従って、Fig.1(a)の 2 本の曲線が、Fig.1(a)の全てのデータ点をフィッティングして得られたという事はあり得ません。貴回答はこの事実と矛盾していることから、以下を再度要請します。(中略)もしも、2 本の曲線が Fig.1(a)に示されたものとは別の実験データに基づいて作成された場合は、(中略)どのようにして 2 本の曲線を得たかを具体的に書面で説明し、その際に用いた解析プログラム等を電子ファイルで提出して下さい。もしも 2 本の曲線が、何らかの理論に基づいて作成された場合には、その理論の内容と、2 本の曲線を得る具体的な手続きを説明して下さい。」

これに対して長教授から平成 19 年 7 月 17 日に提出された回答では、平成 17 年(2005 年)の前期に得られた HIBP 及び固定型 ELA のデータを用いて複数のフィッティング曲線を作成しており、指摘の曲線はその一つと思われると述べており、その上で「本実験では、この後、再実験を行い可動型 IES ELA でデータ点のない間の点を補間して行った次第ですが、幸い予想通りの fitting 曲線に、エラーバーの誤差は勿論ありますが、データと予想がよく合っている、というのが私がデータプロットをもらったときのほっとした感覚で、その後も別途詳しくデータを検討しました。」と述べている。一方、Fig.1(a)の曲線に関して、「従いまして、前回の御報告の通り実際に解析データを fit させたもので御座居ます。解析方法の詳細は、前回の御報告の 19 頁を中心に書かせて戴いております。」と述べている。この「前のご報告」は、Fig.1(a)に示された曲線が、Fig.1(a)に示された全てのデータ点に対してフィッティングを行って得られた曲線であるとの説明をしている部分を指す。

このように、調査委員会は曲線が可動型 ELA の測定以前に存在したことを明確に伝えた上で曲線の根拠の説明を求めたが、長教授は Fig.1(a)の曲線に関して、図に示された全てのデータ点を用いて得たフィッティング曲線であるとの主張を変えておらず、平成 19 年 6 月 7 日および同 13 日の回答における矛盾点に関し、平成 19 年 7 月 17 日の回答では説明は示されなかった。以上から、調査委員会としては、Fig.1(a)に描かれた曲線の根拠、従ってその微分である Fig.1(b)-(d)に示された曲線の根拠は、示されなかったと結論せざるを得ない。

② 固定型及び可動型 ELA の測定データから得られた電位の値とその誤差に関して

資料 2 は、平成 19 年 7 月 17 日の回答で提出された解析図であり、イオン電流量の解析から電位の値とその誤差を評価する図である。これらの図に示されたイオン電流量の生データから電位の値とその誤差を評価する手続きに関して、回答では、「プラス側のイオン信号が受かり始める最初の E_d と、信号のないデータ点中で最大の E_i を持つデータ点 E_o の間に Φ_o を決める。(即ち、データの立ち上がる位置の E_i が Φ_o)。これを解析値とし、また上記のように E_o と E_d の幅を誤差と



資料2：固定型ELAによるイオン電流量の生データから、電位の値とその誤差を評価する解析ファイル。平成19年7月17日の回答で提出されたもの。

してとった。」と述べられている。この説明より、 E_{i0} は、 E_{id} の左隣の点の電位であり、その間隔が誤差として採用されていることがわかる。

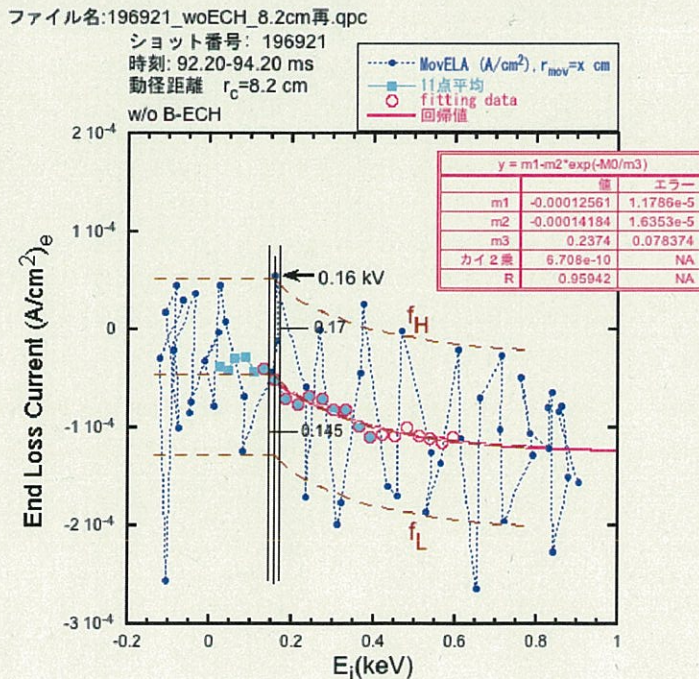
調査委員会は、回答で述べられている上述の固定型ELAによる電位の値とその誤差評価の手続きに関して検討を行い、以下の点が不適切であると結論するに至った。

1. 電位の値をプラス側のイオン信号となる最初のデータ点の E_i の値と、その左隣の E_i の値から決めることの科学的な根拠が不明である。
2. 隣接するデータ点の E_i の値の差が誤差を与えるという根拠は理解できない。
3. 隣接するデータ点の E_i の値の差を誤差と認めたとしても、加熱前の $r_c=8.3$ cm, 11.3 cm, 加熱中の $r_c=8.3$ cm, 11.3 cm では、隣接する2点の E_i の差は、それぞれ 73 eV, 73 eV, 61 eV, 77 eV

- である。これは、Fig.1(a)に例示されている誤差よりもはるかに大きい。また、これらの隣接するデータ点の間でどのように電位の値を決めるかという手続きとその科学的根拠も不明である。
4. Fig.1(a)では、異なる動径距離の2点に10 eV程度の誤差が示されている。一方、資料2の生データからは、動径距離の大きいデータほどS/N比の低下が顕著であり、誤差が大きいはずである。
 5. 平成19年6月7日および同13日の回答では、加熱前8.3 cmの生データとして時刻97.56-98 msのものが提出され、平成19年7月17日の回答では時刻90-92 msの生データと解析図が提出されている。このことは、生データと論文図の関係を回答者自らが否定していることを意味しており、論文図の根拠は不明であると言わざるを得ない。

次に、可動型 ELA の生データから電位の値とその誤差を評価する手続きに関して述べる。

資料3は、可動型 ELA の生データから電位の値を評価するための解析図であり、平成19年7月17日の回答で提出された。青点で示され破線で結ばれた点がイオン流の生データ、水色の点は、青点のデータを11点について平均化したものである。3本の縦線は、このグラフから得られたとされる電位の値とその誤差の範囲を示す。回答では、水色の点が折れ曲がる位置を探し、電位を求めると述べられている。誤差に関しては、「これらいくつかの方法で決まる値 Φ_c の範囲を誤差領域として示しております。」と述べられているが、個別のデータに関して具体的にどのような手続きで誤差を求めたかは示されていない。



資料3: 可動型 ELA の生データ(青破線で結ばれた青色の点)と、その11点平均を取った点(水色)。縦線で書かれているのは、電位の評価値と、その誤差の範囲。平成19年7月17日の回答で提出されたもの。

別添資料 2 に、平成 19 年 7 月 17 日に提出された加熱前の 9 つの動径距離と、加熱後の 6 点の動径距離での生データを含む解析図を示す。これら全ての図からわかるように、可動型 ELA の生データは、S/N 比が非常に低い。これらの生データから、 ± 10 eV 程度の誤差で電位の値が評価でき、それらが Fig.1(a) に示す滑らかな振る舞いをすることは考えにくい。資料 3 に示したデータ点に関しては、回答で、11 点平均した水色の「平均点が折れ曲がる位置を探し、 Φ_0 を求める。」と述べられているが、この 11 点の平均化は各点で電圧 E_i に関して $\pm(100\sim 150)$ eV の範囲のデータを平均することを意味する。平均点の折れ曲がり位置から求めた電位の誤差として、この平均化の電圧範囲を大きく下回る値を採用する根拠は回答に示されていない。

以上より、調査委員会は、可動型 ELA による電位測定においても、S/N 比が低い生データから Fig.1(a) に示された滑らかな電位データやその小さな誤差を導く解析手法に、客観性や科学的根拠が欠けているとの結論に達した。

平成 19 年 8 月 22 日に提出された、再要請への回答書の補遺では、固定型及び可動型 ELA に関しての別時刻の解析が新たに追加された図が示されている。補遺では、これらの新たに加えられた別時刻のデータが、論文に示されたデータ点の解析で用いられた生データであるか否かは述べられておらず、その内容は、Fig.1(a) に示されている電位の値とその誤差が生データからどのように求めたかという疑問に対する答えを与えてはいない。また、もしも新たに示された別時刻の生データが論文のデータ点の解析に用いられたとの主張であれば、これは平成 19 年 6 月及び 7 月の回答とは矛盾しており、論文のデータ点と生データとの関係が不明であることを意味する。

さらに平成 19 年 9 月 18 日に提出された、再要請への回答書の補遺では、電位計測データの誤差が電場シアーに与える影響についての説明が示されている。電位が $r_c=7$ cm にピークを持つことを前提に、その外側と内側で電位の関数形を多項式で表し、電位データの上下限に対して最小自乗法を用いて電場シアーを求めると、Fig.1(c) に示された電場シアーを挟む曲線が得られると述べられている。しかしながら、これは Fig.1 に示された曲線に対する説明ではないため、Fig.1 に示された曲線がどのようにして得られたかという点に関しては何ら説明を与えていない。また、新たに固定型 ELA に関して別時刻の解析が新たに追加された図が示されているが、これらと論文に示されたデータ点との関係は不明である。

2.3 Fig.1(a)に関する調査委員会の結論

1. Fig.1(a)の曲線は、論文でフィッティング曲線と説明され、調査委員会が行った要請に対する回答では全てのデータ点に対してフィッティングを行って得た曲線であると述べられている。しかし、論文の曲線と正確に一致する曲線が、図に含まれている可動型 ELA データの測定より前に存在していたことを示す明確な資料が存在し、曲線が全てのデータに対してフィッティングを

行って得られたことはありえない。従って、Fig.1(a)の曲線をフィッティング曲線と呼ぶことは、不適切である。

2. Fig.1(a)に示されている固定型および可動型 ELA の電位データの元になっている生データは S/N 比が低く、それらの生データから、Fig.1(a)に示された動径距離とともに滑らかに変化する電位の評価値やその小さいと主張する誤差を導く解析手法に、客観性や科学的根拠が欠けている。
3. 回答ではしばしば、解析方法が同じでも解析者により評価値に「個人差」が生ずると述べられているが、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に、「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。

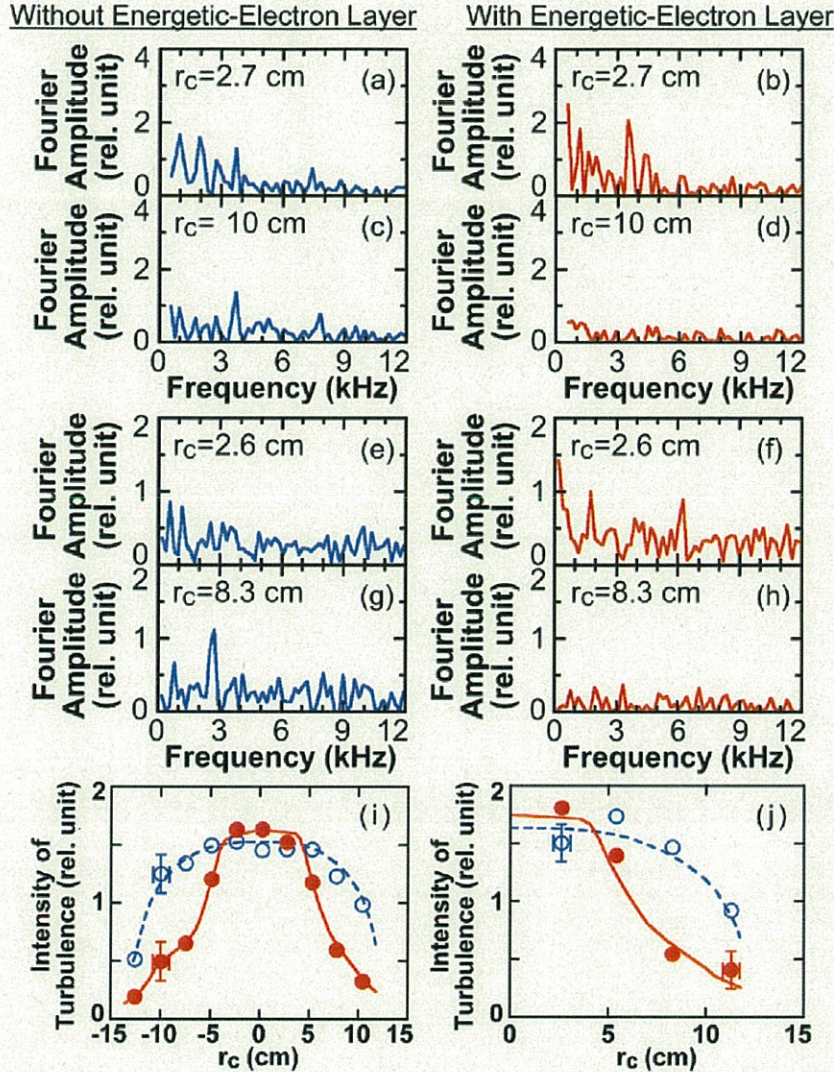


FIG. 3 (color online). Fourier amplitudes of (a)–(d) the central-cell x-ray signals from Fig. 2 and (e)–(h) those of ions from the IES arrays are plotted at various r_c values. The data sets are obtained in the absence [(a),(c),(e),(g)] and presence [(b),(d),(f),(h)] of the cylindrical energetic-electron layer [Fig. 2(b)]. Frequency-integrated amplitudes over the broadband turbulent fluctuations from the x-ray and IES array detectors are summarized in (i) and (j), respectively. Solid and open circles correspond to the cases with and without the layer formation, respectively. A significant reduction in turbulence is attained in the energetic-electron layer and outside the layer ($5 < r_c < 10$ cm). These behaviors are consistently found in Fig. 2.

3. 1 不適切なデータ解析が疑われる点

Fig.3(a)-(d)は X 線のスペクトル強度、Fig.3(e)-(h)は固定型 ELA で測定されたイオン流のスペクトル強度を示し、Fig.3(i)は X 線スペクトル強度の積分値を動径距離についてプロットしたもの、Fig.3(j)はイオン流のスペクトル強度の積分値を動径距離についてプロットしたものである。青線で示された ECH 加熱前に比べ、赤線で示された ECH 加熱中のスペクトルが、加熱を行った半径より外側で抑制されることを主張する図である。

この図に関して、不適切なデータ解析が疑われる点が 2 つある。第 1 は、イオン流のスペクトル強度を表す図 Fig.3(e)-(h)および強度を積分した図(j)で、異なるショットのデータが混用されており、そして混用の事実や理由が論文中で述べられていないことである。第 2 は、(a)-(j)の全ての図を得る解析で、スペクトルから一定値を引く「オフセット」と呼ばれる操作を行っており、このオフセットの値を、論文の主張に都合が良いように恣意的に選んでいると疑われることである。このオフセットの操作についても、論文には全く述べられていない。

調査委員会は長教授に対し、平成 19 年 5 月 22 日に行った要請で、Fig.3 のそれぞれの図について生データを特定し、調査委員会が生データから出発してそれぞれの図を再現することができるよう、オフセットを含む解析手続きの詳細な説明を提出することを要請した。

3. 2 長教授による回答の要点と、それに対する疑問点

①異なるショットのデータの混用に関して

平成 19 年 6 月 7 日および同 13 日の回答において、長教授は、Fig.3(e)(f)(g)に関しては平成 17 年(2005 年)11 月に実験が行われたショットである 196973 のデータから、Fig.3(h)に関しては平成 17 年(2005 年)5 月に実験が行われたショット 195322 のデータから得た結果であることを認めている。平成 19 年 7 月 17 日の回答では、「PRL2006 の Fig. 3 等は、異例ですが図の最上段に下線入りで注意書きとして示しておりますように、高温電子層有り、無しの 2 つの場合に対し、今回の 2 回の実験シリーズを通して見ている、最も典型的な波形と判断されるものを、デモ用に選んで示しております。(従って、勿論特定ショット番号も計測時刻も論文には記載いたしておりませんで、通常は用いない図の中の一番上の注意書きの記載としております。)」 「論文では主張点は『電場のシアーが強い空間では乱流が抑制されている』ことで、最も典型的な綺麗な波形、並びに学生が一番熱心に解析してくれた波形を基本にして用いました」と述べている。

調査委員会は、このショットを混用した図の作成に関して、以下の理由から不適切であると考えた。まず、195322 及び 196973 の 2 つのショットについて、ともに Fig.3 (e)-(h)に相当する動径距離

と加熱前・加熱中のデータが存在し、どちらのショットを用いても Fig.3(e)-(h)に対応する図を作成することができるのであるから、異なるショットの図を混用する理由は無く、同一ショットのデータを示すべきである。また、論文の図は読者が著者の主張を客観的に検証するために掲載されるものであり、論文の図の上に書かれた”Without Energetic-Electron Layer”、”With Energetic-Electron Layer”から、「最も典型的な波形と判断されるものを、デモ用に選んで」示したという意図を、論文の読者が受け取るとは考えられない。

②「オフセット」に関して

平成19年5月22日に行った要請において、オフセットに関して以下のことを求めた。「Fig.3(a)-(h)のグラフでオフセット(縦軸の0点の移動)を取っている場合は、(a)-(h)のそれぞれのグラフでのオフセットの数値を示して下さい。調査委員会が、生データから出発してオフセットの数値を再現できるよう、オフセットの値を決める根拠と手続きを書面で説明し、その際に用いた解析プログラム等を電子ファイルで提出して下さい。そして、生データからオフセットの値を決める際に作成した解析ファイル、及び解析結果のグラフを印刷したものを提出して下さい。」

これに対して平成19年6月7日および同13日の回答では、「『オフセット』補正は、別途具体的に説明するが、基本として、アンプノイズについては、そのショットが終わった後の時刻の、ノイズレベルを時間平均し、これをデータからさっ引いて補正する。イオン計測に対するノイズ源の電子の補正については別途説明する。」と述べられており、電子の補正を除けば、プラズマが終焉した後のデータからアンプノイズのスペクトルを求め、その振動数にわたる平均値をスペクトルから差し引く操作がオフセットであると説明されていた。

しかしながら、再要請に対する平成19年7月17日の回答では、オフセットに関して前回と異なる説明がなされた。すなわち、「データを周期関数に拡張したときに滑らかに繋がる、特に両端に向かって緩やかに0に収束している場合は、大きな問題は生じないが、急激に0になるような場合は、スペクトルのピークの周辺で leakage と呼ばれるオフセットが生じる。」と述べられており、フーリエ解析に伴い生じる揺らぎもオフセットと呼んでいる。さらに平成19年7月17日の回答において、「求める真のスペクトルは、全ての周波数成分を有する事はなく、矩形窓から得た振幅スペクトルの各周波数成分のうち、最も小さいものは0に近いと仮定する。(この仮定から、オフセット成分は矩形窓関数を用いたことによる不連続なつながり目によるノイズ成分か、熱雑音や電子ノイズ成分であり、差し引くべきであると考え。)」と述べられており、オフセットの具体的な手続きとして、前回のアンプノイズによる補正とは全く異なる方法が述べられている。

このように、「オフセット」の補正が何を考慮するためのものであるか、オフセットを求める具体的な手順、そしてオフセットの実際の数値など、2回の回答で大きく異なっている。しかるに、以下で述べるように、オフセットを差し引く操作は論文に示されたデータに対して定量的に極めて重要である。

③ Fig.3(i)のデータ点に関して

まず、Fig.3(i)の生データの問題について述べる。Fig.3(i)では、ショット 195323 が用いられているが、各々のデータ点を求める際にプラズマのどの時刻の生データを解析したかについて、平成 19 年 6 月 7 日および同 13 日の回答書と平成 19 年 7 月 17 日の回答書で、異なる時刻が回答されている。

平成 19 年 6 月 7 日および 13 日の回答では、データ点毎にまちまちの時間帯を解析したとの回答であった：

ch. 5 : -12.5 cm	印加前 (143ms-145.52ms)	印加中 (157.36ms-159.88ms)
ch. 6 : -9.9 cm	印加前 (135.12ms-137.67ms)	印加中 (157.36ms-159.88ms)
ch. 7 : -7.4 cm	印加前 (135.12ms-137.67ms)	印加中 (157.36ms-159.88ms)
ch. 8 : -4.8 cm	印加前 (135.12ms-137.67ms)	印加中 (157.36ms-159.88ms)
ch. 9 : -2.3 cm	印加前 (143ms-145.52ms)	印加中 (157.36ms-159.88ms)
ch. 10 : 0.3 cm	印加前 (132.56ms-135.08ms)	印加中 (157.36ms-159.88ms)
ch. 11 : 2.8 cm	印加前 (132.56ms-135.08ms)	印加中 (157.36ms-159.88ms)
ch. 12 : 5.4 cm	印加前 (140.24ms-142.76ms)	印加中 (160.24ms-160.76ms)
ch. 13 : 7.9 cm	印加前 (137ms-139.52ms)	印加中 (160.24ms-160.76ms)
ch. 14 : 10.5 cm	印加前 (143ms-145.52ms)	印加中 (160.24ms-160.76ms)

これらのまちまちな時刻のデータを採択した理由が回答に述べられていなかったため、調査委員会は再要請で「回答では、Fig.3(i)のデータ点は動径距離ごとに異なる時刻でフーリエ解析を行っています。また、Fig.3(a)-(d)に対応する Fig.3(i)のデータ点については、Fig.3(a)-(d)のフーリエ解析とは異なる時刻でフーリエ解析を行っています。Fig.3(i)のそれぞれのデータ点に関して、種々の時刻のデータを用いた理由とその根拠について説明して下さい。」との問い合わせを行った。

それに対する平成 19 年 7 月 17 日の回答では、一転して、全ての動径距離で共通の時刻の生データに対して解析を行ったと述べられている：

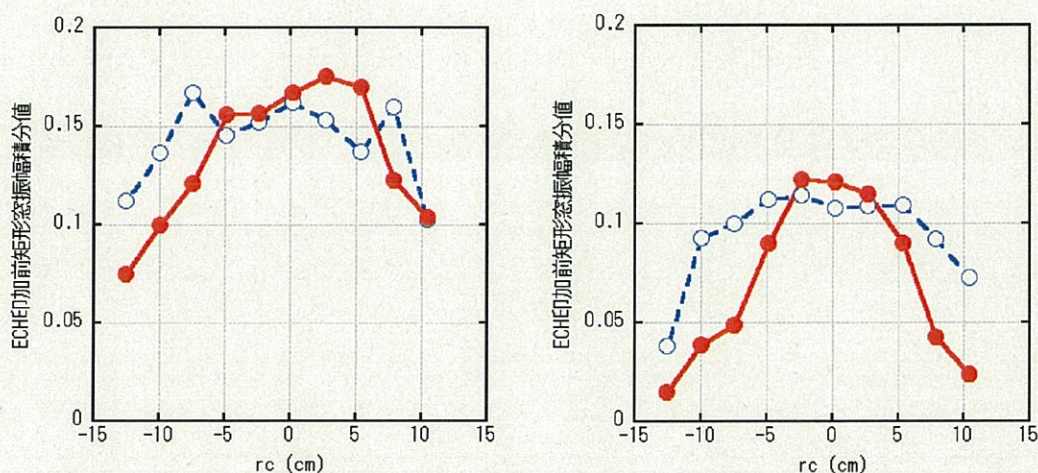
印加前 : 137-139.52ms、 印加中 : 157.36-159.88ms

このことは、論文の図に示されたデータ値と、それらの元となる生データの間を、回答者自らが否定していることを意味しており、論文図の根拠は不明であると言わざるを得ない。また、これらの時刻は回答で述べられている Fig.3(a)-(d)で用いられた生データの時刻とは異なっているが、それに関する説明も無かった。

次に、Fig.3(i)の各データ点に関し、生データから出発して評価値を得る解析で用いられた「オフセット」に関する問題を述べる。

資料 4 は、平成 19 年 7 月 17 日の回答とともに提出された電子ファイル「Fig.3(i)振幅成分分布.qda」による、Fig.3(i)に相当する図で、オフセットをとる前と、とった後を比較したものである。オフセットをとった後の右図で縦軸を 40/3 倍したものが Fig.3(i)をほぼ再現する。回答では、「オフセットの取り方は、定性的な図である Fig.3 の、論文中での主張点である『強い電場シアが形成されている領域では乱流が抑制される』ことを覆す(即ち、ECH 有り・無しでの信号の大小関係を逆転させる)ことはない。」と述べているが、オフセットをとる前の資料 4 の左図では、加熱による抑制が顕著であるとは言い難い。また、図の 8-11cm 領域のデータに着目すると、オフセットの調整により、データ値が約 1/3~1/5 程度となっていることがわかる。これは、データの値が主にオフセットにより決まっていることを意味しており、Fig.3(i)のデータ値に対してオフセットが極めて大きな役割を果たしていることがわかる。

その一方で、②でも述べたように、2 回の回答で、オフセットの操作として全く異なる説明がなされている。平成 19 年 6 月 7 日および同 13 日の回答では、オフセットはアンプノイズから評価し、Fig.3(i)の全てのデータ点に対して、チャンネルによらず、さらに加熱前・加熱中で同一の値を用いたとのことであった。



資料 4: Fig.3(i)の作成過程の図で、左はオフセットをとる前、右はオフセットをとった後。右図の縦軸を 40/3 倍すると、Fig.3(i)とほぼ一致する。(平成 19 年 7 月 17 日に回答書と共に提出されたファイル「Fig.3(i)振幅成分分布.qda」による。このファイル中で、左図のデータから個々にオフセットを差し引いて右図のデータが計算されている。) オフセットをとる前は、動径距離の大きい領域での抑制はさほど顕著ではない。また、外側領域の加熱中のデータ点では、オフセットをとることによりデータの値が 1/3~1/5 となっていることがわかる。

他方、平成 19 年 7 月 17 日の回答では、チャンネル毎に、そして加熱前と加熱中で異なるオフセットの値をとったと述べられている。さらに平成 19 年 7 月 17 日の回答では、各データ点のオフセットの値を求める手続きとして、各種窓関数を用いた計算結果を組み合わせる方法が述べられている。別添資料 3 に、回答で述べられているその具体的な手順を示す。これを見ると、どの窓関数をどの様に組み合わせるか、負の値が現れた場合の処理方法、オフセットの値として平均値を取るのか最大値を取るのか、またその平均値や最大値をとる周波数範囲など、オフセットの値を求める具体的な手続きが、チャンネル毎に、加熱前・加熱中でも、全て異なっていることがわかる。このような方法を用いれば、各チャンネルのオフセットの値をどのような値にも調節することができるものと考えられ、回答に示された説明は、オフセットをとるという操作自体の科学的妥当性を否定するものであると判断される。

以上のように、Fig.3(i)は ECH 加熱により揺動の抑制が起こるという論文の主張を読者が客観的に判断するための重要な図であるにもかかわらず、生データと論文図のデータ点の関係が不明であり、さらに、データの値に決定的な役割を果たすオフセットの操作に科学的な根拠が欠落している。

④ Fig.3(e)-(h)のデータ点に関して

平成 19 年 6 月 7 日および同 13 日の回答では、Fig.3(e)-(g)については単に矩形窓関数を用いてフーリエ解析を行ったと述べられており、オフセットに関する言及は無い。また Fig.3(h)に関しては、電子電流ノイズによるオフセットを考慮したと述べられている。オフセットの値に関しては、「電子電流ノイズ成分を可動型 IES ELA のデータ(#196016, $r_e=6\text{cm}$, 150-152.52ms)の振幅スペクトルの平均値(中略)をとった。この値を『オフセット』として ECH 印加時の $r_e=8.3\text{cm}$ のデータから差し引く。」と述べられている。Fig.3(h)は、このオフセットの値 0.26 を矩形窓関数を用いたスペクトルから引くことで得られると述べられていた。

この解析手続きによる結果は論文の Fig.3(e)-(h)を再現しておらず、またオフセットの値 0.26 という数値の根拠と妥当性が明確でなかった。調査委員会が平成 19 年 6 月 27 日に行った再要請でその点を指摘したところ、平成 19 年 7 月 17 日に提出された回答では、平成 19 年 6 月 7 日および同 13 日の回答とは全く異なる手続きが述べられた。

平成 19 年 7 月 17 日の回答では、まず、平成 19 年 6 月 7 日および同 13 日の回答では述べられていなかった、「チャンネルのメッシュ透過率による補正係数」が導入され、(e)(f)については 0.723 を、(g)(h)については 1.0 を生データに乗じると述べられている。また、平成 19 年 6 月 7 日および同 13 日の回答では(h)を除きオフセットに関する記述は無かったが、平成 19 年 7 月 17 日の回答では(e)-(h)の全てでオフセットを考慮したと述べられている。そのオフセットの評価方法は、Fig.3(i)の場合と同様に、窓関数の組み合わせや負の値が現れた場合の処理方法、オフセットの値として平均値を取るのか最大値を取るのかなど、チャンネル毎に、そして加熱前と加熱中で異な

っており、科学的根拠が強く疑われるものである。さらに、Fig.3(h)では、平成 19 年 6 月 7 日および同 13 日の回答にあった電子電流ノイズ成分のオフセットを差引く手続きに替わって、平成 19 年 7 月 17 日の回答では最適フィルターという考え方が導入され、スペクトルに 0.56 を乗ずると述べられている。

このように、2 度の回答で述べられている解析の手続きは互いに大きく異なっており、さらに平成 19 年 7 月 17 日の回答で述べられているオフセット操作には科学的な根拠が欠落していることから、Fig.3(e)-(h)に対する解析方法に関して納得できる説明は示されなされなかったと結論せざるを得ない。

⑤ Fig.3 (j) のデータ点に関して

平成 19 年 7 月 17 日の回答で提出された電子ファイル「Fig.3(j)前 11.3cm 再要請解析.qda」等のデータから、Fig.3(j)の ECH 加熱中における $r_e > 8$ cm のデータ点に関して、データの値が電子電流ノイズに対する最適フィルターとオフセットの操作により $1/3 \sim 1/4$ に減じていることが見出される。このことから、Fig.3(j)の場合も、論文に示されたデータ値を得る上で、オフセット等が定量的に非常に重要であることがわかる。しかしながら、Fig.3(j)のデータ点の解析は Fig.3(e)-(h)に対する解析と同様に行われており、平成 19 年 6 月 7 日および同 13 日の回答と平成 19 年 7 月 17 日の回答でオフセットのとり方など解析方法に関する説明が大きく異なっている。また、平成 19 年 7 月 17 日の回答で述べられている、Fig.3(j)に含まれるいくつかのデータに関してオフセットを取る手続きを別添資料 4 に示すが、これは Fig.3(i)に対する別添資料 3 と同様に、科学的妥当性に欠けるものである。

⑥ 電子メールに見られるオフセット作業に対する考え方

別添資料 5 に、平成 17 年(2005 年)11 月 19 日 21:33 に長教授が X 線・ELA メンバー全員(教員・大学院生・学類生)に送付した電子メールを示す。オフセットを決める操作について、X 線の積分図(Fig.3(i))と、ELA の積分図(Fig.3(j))が一致するように、ELA のオフセットを決める作業を行うよう示唆している。このことから、オフセットを科学的な解析からではなく、恣意的に決めていたと疑われる。

平成 19 年 9 月 11 日に、再要請に対する回答書の補遺が長教授より提出された。そこでは、④で述べた電子電流ノイズ成分に関して、ECH 加熱で生成した高温電子が可動型 ELA と固定型 ELA に流入する場合の説明を述べ、可動型 ELA のデータから固定型 ELA に対する補正を求める手順が詳細に説明されている。しかしながら、この補遺は、単に再要請に対する回答を補足したも

のに過ぎず、④で述べた、平成 19 年 6 月 7 日および同 13 日と、平成 19 年 7 月 17 日の回答で述べられている解析方法の違いについては何ら説明を与えていない。

3. 3 Fig.3 に関する調査委員会の結論

1. Fig.3(e)-(h)で、同一のショットに対するデータが存在するにもかかわらず、異なるショットのデータを混用しており、その事実と理由を論文で述べていないことは不適切である。
2. Fig.3 の全ての図において、「オフセット」は定量的に大きな影響を持つ手続きである。特に Fig.3(i)及び(j)では、オフセットによりデータ値が数分の 1 に減じている点があり、オフセットの科学的根拠の提示は極めて重要である。しかしながら、論文にはオフセットに関する記述が無い。さらに、平成 19 年 6 月 7 日および同 13 日と、平成 19 年 7 月 17 日に提出された回答では、オフセットが何を考慮するものであるのか、オフセットを決定する手続き、オフセットの具体的な値が、全く異なったものになっている。さらに、平成 19 年 7 月 17 日の回答で示されたオフセットの評価方法は、科学的妥当性に欠けるものである。また、X 線と ELA の積分値がほぼ一致するようオフセットを恣意的に選ぶことを示唆している電子メールが存在する。以上のことから、これらのオフセットの操作は科学的妥当性に欠け、Fig.3 には科学的根拠が無いと結論せざるを得ない。
3. Fig.3(i)は、動径距離の大きい領域で加熱による揺らぎの減衰を示す重要な図である。しかしながら、本図では上述の科学的妥当性に欠けるオフセットの件に加え、平成 19 年 6 月 7 日および同 13 日と平成 19 年 7 月 17 日の回答で、データ点の元になった生データに関して全く異なる時刻が回答されており、生データと図の関係を著者自らが否定している。このため、Fig.3(i)には生データに基づく根拠が認められない。

4. 長教授による弁明書に対する見解

調査委員会は、本調査結果の元となる調査結果(案)を作成し、平成19年10月9日に長照二教授、平田真史講師、小波藏純子講師、沼倉友晴講師に対して事務局を通じて手交し、弁明がある場合は平成19年10月22日までに提出することを求めた。これに対して長教授より、平成19年10月22日に弁明書が、同23日にその差換えが提出された。また平成19年10月26日に弁明書補遺が提出された。

科学論文は、その内容が適正であるために、以下の2点が満たされる必要がある。

- ① 実験で得られた生データから図表等を作成する過程では、客観性と科学的妥当性のあるデータ解析がなされなければならない。
- ② 論文で報告されている内容に、信頼性と再現性が満たされている必要がある。

本案件において、調査委員会は一貫して①に係る不適切なデータ解析が疑われる点に関し調査を行ってきた。これは研究公正に関わる最も基本的な調査であり、論文の著者は求めがあれば論文に用いた生データを提示し、著者が行ったデータ解析の客観性と科学的妥当性を示す義務がある。

調査委員会は、平成19年5月22日に行った要請で、①の観点に基づき、論文に示されている図が実験で得られたどの生データから出発してどのような解析を行って得られたのかを明示することを求めた。これに対して、平成19年6月7日に提出された長教授の回答、および同13日に提出された追加資料と補足は、①の観点ではなく②の観点に基づくものであった。すなわち、「今回再度独立に再解析・再確認」し、論文に示されたデータが誤差の範囲で再現可能であるという内容であった。この回答で示された生データと解析方法はともに論文との関係が不明であったため、調査委員会は、平成19年6月27日に行った再要請でより明確に①の観点に基づく調査であることを述べて回答を求めた。しかしながら、長教授により平成19年7月12日および同17日に提出された再回答と平成19年8月22日、9月11日、9月18日に提出された補遺でも、②の観点に基づいた説明が主であり、①の観点から求めた論文図の再現は果たされていないと判断された。平成19年10月9日に長教授らに手交した調査結果(案)において、再度①の観点を強調したが、これに対して長教授から平成19年10月22日および同23日に提出された弁明書と同26日に提出された弁明書補遺においても、②の観点に基づいた説明が主となっていた。これらの結果として、論文に示されている図表が、どの生データを用い、どのような解析により作成されたのかという点に関して、2回の要請と1回の調査結果(案)提示に対して総計10回にわたって提出された回答・再回答・弁明・補遺・補足によっても、長教授から納得できる説明を得ることはできなかった。これは論文の著者として極めて無責任な態度と言わざるを得ない。

平成19年11月9日に開催された第6回調査委員会において、弁明書と弁明書補遺の内容を詳細に検討した。その結果、調査委員会は、平成19年10月9日付け調査結果(案)の内容と結論を変更する必要はなく、論文 Physical Review Letters 97, 055001 (2006)の Figure 1, Figure 3 に関して、不適切なデータ解析が行われたとの判断に変更の必要がないことを確認した。

以下では、長教授により提出された弁明書と弁明書補遺(以下両者をまとめて「弁明書」と表す)で述べられている事項に対する調査委員会の見解を示す。

4.1 Fig.1(a)に関して

調査委員会は2節で、論文の元となる個々の生データはS/N比が低く、そのデータからFig.1(a)に示されているような動径距離とともに滑らかに変化する電位データや小さな誤差が得られるとは考えがたいことを指摘した。さらに、Fig.1(a)に示された曲線は可動型ELAによる電位測定を行う前に存在しており、それをフィッティング曲線と呼ぶことは適切ではないことを指摘した。これらの事情から調査委員会は、生データから電位を評価する際に、予め存在した曲線と一致するよう恣意的な解析がなされた可能性が否定できないと考える。

調査委員会は、2.2節で、Fig.1(a)に示された固定型ELAによる電位データの解析方法に関して、回答で述べられている電位の値をプラス側のイオン信号となる最初のデータ点の値とその左隣のデータ点の値から決めることの科学的根拠が不明であることを指摘し、また、隣接するデータ点の値の差が誤差を与えるという根拠が理解できないことを述べた。

弁明書では、これまで回答書で述べられていた解析方法と個々の場合に誤差の範囲をどのように選んだかに関する手順の説明を繰り返し説明するのみで、それらに関する客観性や科学的な根拠は与えられなかった。

調査委員会は、2.2節で、Fig.1(a)に示された可動型ELAによる電位データの解析方法に関して、11点平均により $\pm(100\sim 150)\text{eV}$ の範囲のデータを平均した電位の誤差として、この平均化の電圧範囲を大きく下回る値を採用する根拠が示されていないことを指摘した。

弁明書では、誤差の範囲を求める手続きとして「直線部データの最大値及び最小値の延長線を引き交点から電位の誤差の値が求まる」との説明が新たに述べられている。しかしながら、多くの点で平均操作を行ったデータの最大値と最小値は、何点で平均を行うかに依存する。また、弁明書では最大値と最小値を求める際に、「異常」なデータ点を除去したと述べられているが、その科学的根拠は示されていない。

このように、弁明書で述べられている固定型及び可動型ELAによる電位データの解析において誤差を求める手続きは科学的な妥当性に欠けており、また2.2節で指摘した疑問点に対する回答も与えられなかった。

以上の検討結果から、2.3節のFig.1(a)に関する調査委員会の結論に変更の必要がないと判断する。

4. 2 Fig.3 に関して

調査委員会は3節で、Fig.3において異なるショットのデータが混用されており、そして混用の事実や理由が論文中で述べられていないことが不適切であること、およびオフセットの値を論文の主張に都合が良いように恣意的に選んでいると疑われることを指摘した。

異なるショットのデータの混用に関して、弁明書では、多数のショットでECH印加時に乱流の抑制が見出されていたので特定のショットにこだわる必要はないと考えたと従前の回答書にある主張が繰り返されているが、混用の事実や理由が論文中で述べられていないことに対する弁明は果たされていない。さらに、以下の例で示すように、特定のショットにこだわる必要はないとの主張は正当ではない。

別添資料6に、平成19年10月23日の弁明書の51頁に含まれていた、2005年11月20日4:14に平田講師が長教授および学生を含む関係者に宛てた電子メールを示す。調査委員会は、その電子メールが2個の添付ファイルを伴うことを確認した。調査委員会が確認した電子メールの写しと2個の添付ファイルを、同じく別添資料6に示す。この添付ファイルの一つは、ショット196973に関して論文の図Fig.3(e)(f)(g)で示された時刻におけるフーリエ解析を示している。この図から、動径距離8.3cmの点(3ch)ではECHの印加によりスペクトルが抑制されているという事実はなく、むしろ増大していることが見出される。この事実は、ECHの印加により乱流が抑制されているという主張に不都合な生データを好都合な生データと差し替えて示したことを示唆しており、恣意的で不適切な行為であると言わざるを得ない。

調査委員会は、3.2節で、生データからスペクトルやその積分値を求める際の手続き、特にオフセットの物理的な意味や求め方、そしてそれらの具体的な数値が、平成19年6月7日および同13日の回答と平成19年7月17日の再回答で大きく異なっていること、論文で採用したオフセットを決める手続きとして平成19年7月17日に提出された再回答で示されたものが、科学的な妥当性に欠けることを指摘した。

2回の回答書で解析方法が異なる点に関し、弁明書では、「7月17日の解析方法は6月提出の簡易的手法を内包した、より一般的な手法となっている」と述べている。しかし、6月の回答ではオフセットはアンプノイズのフーリエ変換から決めると述べられており、7月の回答では異なる窓関数によるフーリエ変換から決めると述べられているなど、両者は全く異なった解析方法であり、弁明書の主張は受け入れられない。

平成19年7月17日に提出された再回答で示されたオフセットの決め方に科学的妥当性が欠けている点に関して、弁明書では「矩形窓から得た振幅スペクトルの各周波数成分のうち、最も小さいものは0に近いという物理的仮定」が、「どの窓関数をどの様に組み合わせるのか、負の値が現れた場合の処理方法、オフセットの値として平均値を取るのか最大値を取るのか、またその平均値や最大値をとる周波数範囲」の判断基準であると述べている。しかし、振幅スペクトルの最も

小さいものが0に近いという仮定と、各チャンネル毎に、そしてECH印加前・印加中で、異なる窓関数や負の値、平均値や最大値の選択などの個別の操作がどのように関係するのか、全く説明されておらず、データ点ひとつひとつに違う処理を行うことの科学的妥当性に関する納得できる弁明は得られなかった。

よって、オフセットを用いた解析に科学的な妥当性がないという結論に変更の必要はないと判断する。

平成19年6月7日および同13日の回答と平成19年7月17日の再回答で、Fig.3(i)に示されたデータの元となる生データの時刻が異なる点に関して、弁明書では、「当初の回答書は、初期の混乱も加わり、まずは論文を『エラーバーの範囲で再現すること』が論文の趣旨が『ねつ造』でないことを示すためにも一番重要だと判断をしたこと。一方、再要請への回答書ではデータ自身の『完全再現をすること』との要請に対しこれを行ったため、両報告書には目的の差異があるため」と述べている。その上で、「Fig.3(i)論文図に対応する生データは ショット番号:195323 ECH印加前 137 ms - 139.52 ms、ECH印加中 157.36 ms - 159.88 ms のものである。」と明確に述べている。

別添資料6に添付した、2005年11月20日4:14に平田講師が長教授に宛てた電子メールの添付ファイル「195323ELAFFTProff2-10v0.qpc」の図は、論文図 Fig.3(i)に示されたデータと定数倍40/3を除き良く一致している。図中において生データの時刻は、印加前(ECH加熱前) 144-146.52 ms、印加中(ECH加熱中) 150.16-152.68 msと記されており、これが論文に用いられた生データと考えられる。このことは、長教授の回答した印加前 137-139.52 ms、印加中 157.36-159.88 msが論文の生データであるとする主張と矛盾する。このため、Fig.3(i)に関して論文に示されているデータの根拠は全く不明なままであると言わざるを得ない。

以上の検討結果から、3.3節の Fig.3 に関する調査委員会の結論に変更の必要はないと判断する。

4.3 電子メールについて

調査委員会は、別添資料5に示した電子メールにおいて、長教授がオフセットを恣意的にとり、論文の論旨に好都合な結果を得る作業を関係者に指示していると指摘した。これに関して、弁明書では、長教授はこの作業の結果を論文に採用することは「ねつ造」であると認識していること、この作業は学生向けの説明であり論文には採用していないことを主張している。しかし、このような操作を論文で発表したデータの解析に際して行っていないという客観的な証拠は提出されていない。別添資料6に、この件に関して弁明書で新たに提出された電子メールを示す。

5. 用語解説

- プラズマ・ショット

筑波大学タンデム・ミラー型プラズマ閉じ込め装置 GAMMA10 では、プラズマの持続時間は約 200 ミリ秒である。この1回のプラズマ実験がショットと呼ばれる。GAMMA10 が製作されて以来、行われてきたショット数の総計は 20 万強であり、プラズマ・ショットはその通し番号で区別されている。

- ECH 加熱(電子サイクロトロン共鳴加熱)

電子サイクロトロン共鳴周波数に合わせた電磁波をプラズマに照射することにより、プラズマの電子成分を選択的に加熱する方法。本論文の実験では、半径約 5cm の円筒状の領域で加熱を行っている。

- シアー

本論文では、電場の勾配、すなわち電位の 2 階微分を意味する。

- ELA (End Loss Analyzer: 端損失粒子計測器)

筑波大学プラズマ研究センターに設置されたタンデム・ミラー型プラズマ閉じ込め装置 GAMMA10 の両端から抜け出る荷電粒子の計測装置。数カ所の一定の場所だけで測定を行う固定型と、ショット毎に場所を変更できる可動型の 2 種類が設置されている。主にイオンのエネルギースペクトルを測定する。

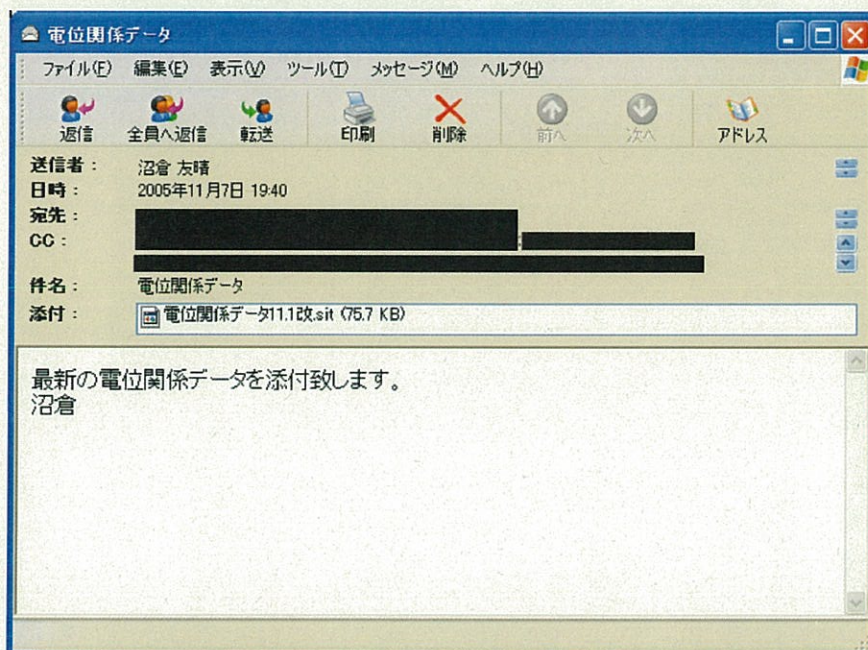
- HIBP (重イオンビームプローブ)

重イオンビームにより、プラズマ中の電位を計測する装置。重イオンをプラズマに入射し、プラズマ中でイオンの電離を進ませた後に検出する。入射イオンと検出イオンのエネルギー差により、電離した位置の電位を計測する。

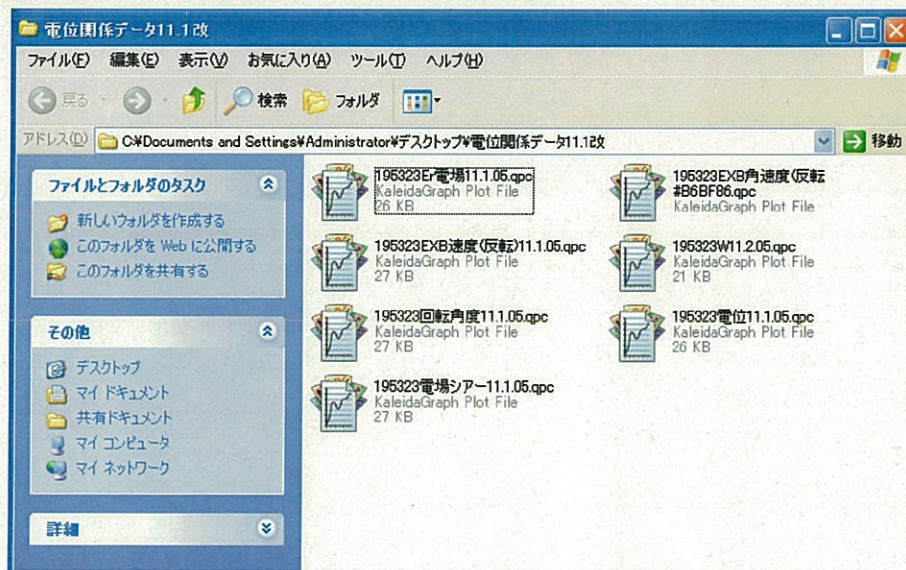
6. 別添資料

別添資料 1:

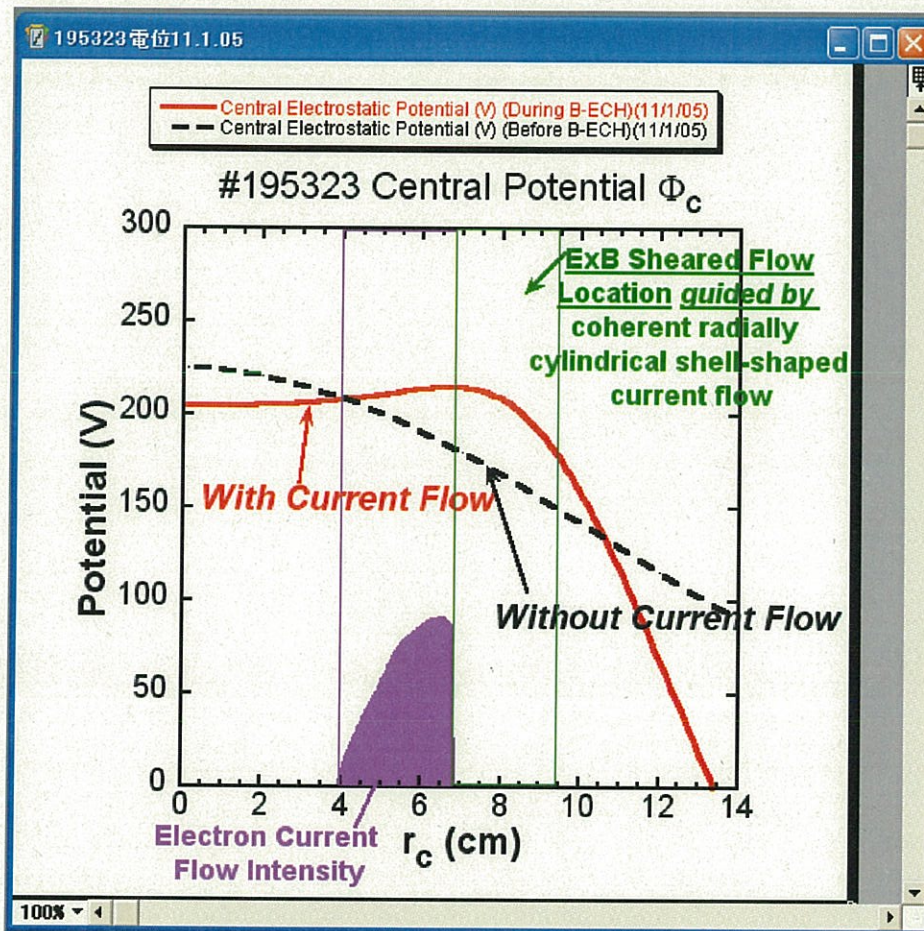
平成 17 年(2005 年)11 月 7 日に、沼倉講師が長教授、小波蔵講師、平田講師、及び大学院生に送付した電子メール。[REDACTED] は、それぞれ長教授、小波蔵講師、平田講師のメールアドレスである。



この電子メールに添付されていた圧縮ファイル「電位関係データ 11.1 改.sit」を解凍ソフトウェアを用いて展開すると、以下に示すファイルが含まれている。



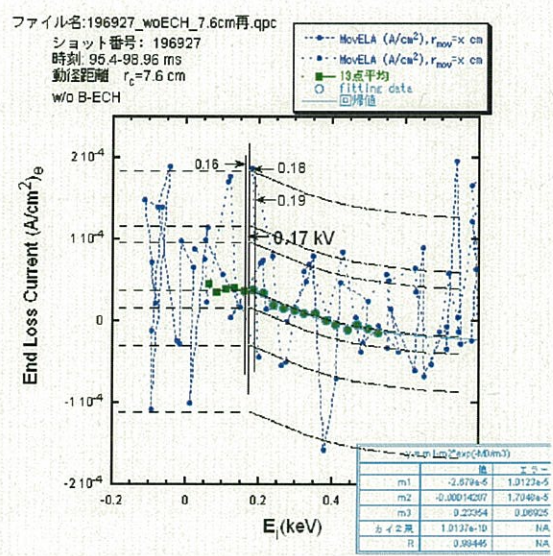
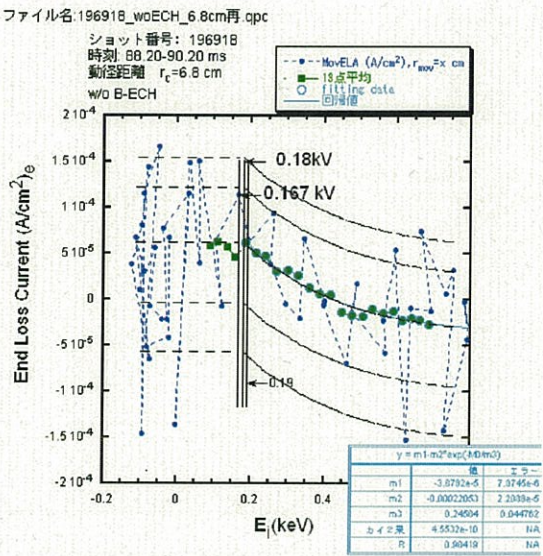
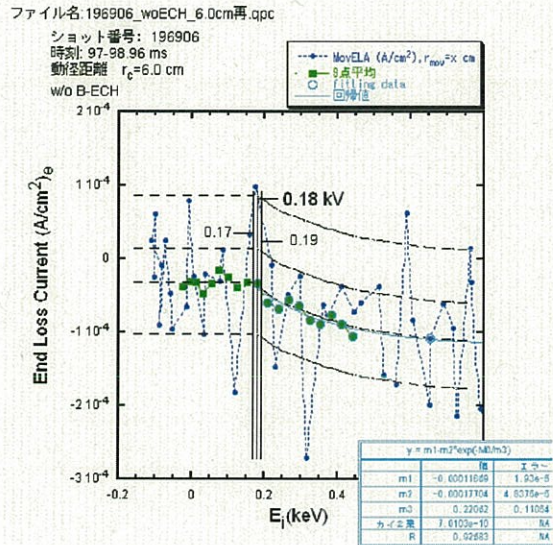
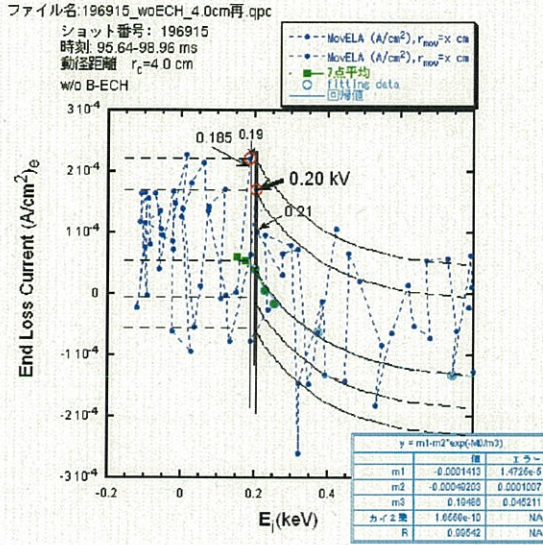
圧縮ファイル「電位関係データ 11.1 改.sit」に含まれていたファイルのうち、「195323 電位 11.1.05.qpc」に対してカレイダグラフ(描画ソフトウェア)を用いて開くと、次の図が表示される。

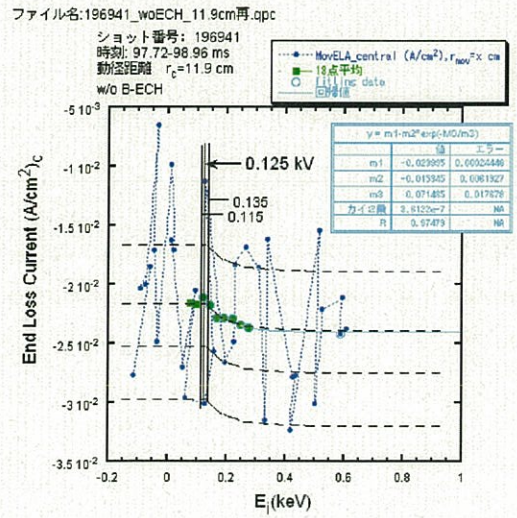
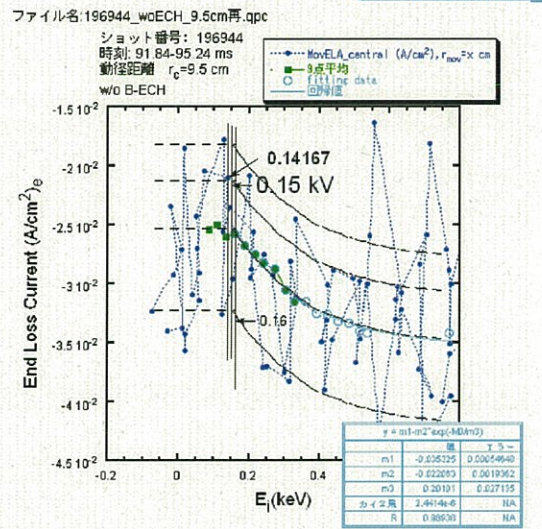
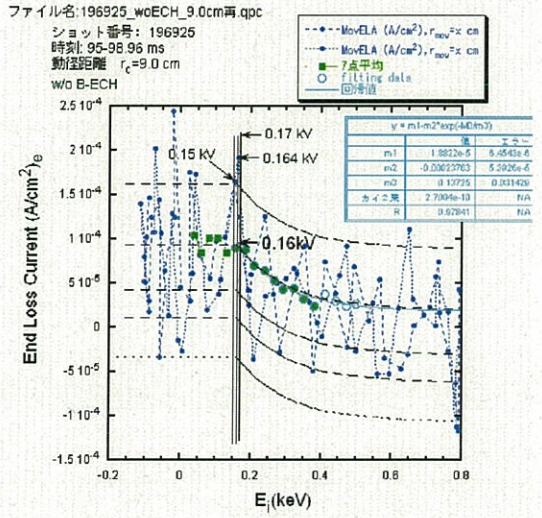
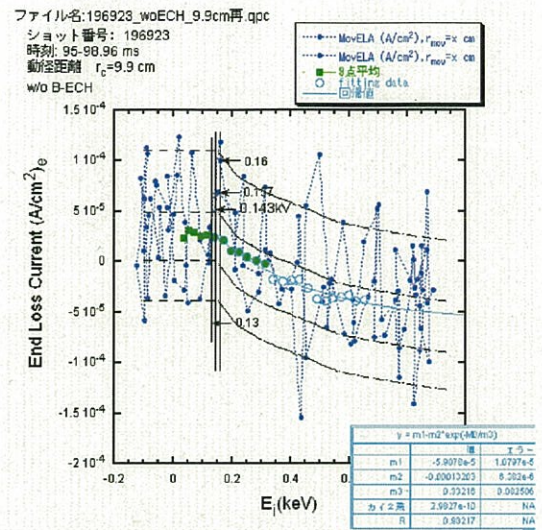
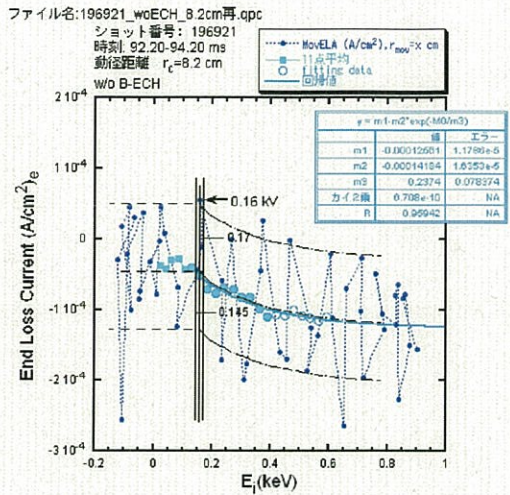


この図に示されている曲線は、Fig.1(a)に示された2本の曲線と正確に一致している。この図を含む電子メールが送信された日時である平成17年(2005年)11月7日は、Fig.1(a)に含まれているデータ点のうち、可動型ELAによるデータ点の元となる測定を行った時期(平成17年11月中旬)よりも前である。このことから、Fig.1(a)に示された曲線は、可動型ELAによる測定より前に存在していたことがわかる。

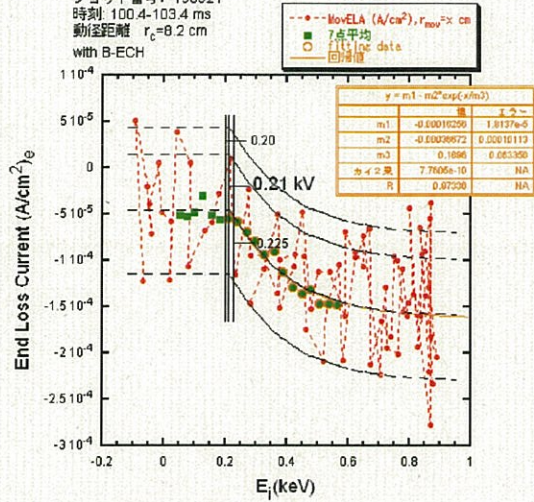
別添資料 2:

可動型 ELA の電位を、生データから出発して評価する解析図。長教授より、回答書とともに平成 19 年 7 月 17 日に提出された。

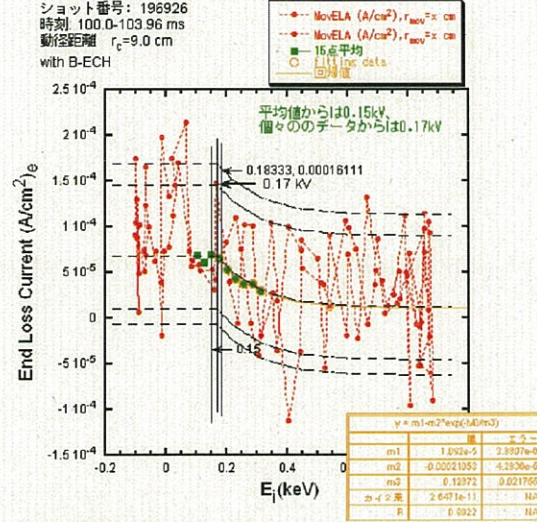




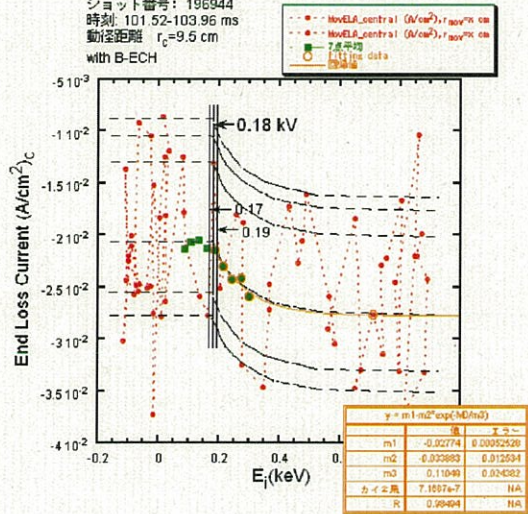
ファイル名:196921_withECH_8.2cm再.qpc
 ショット番号: 196921
 時刻: 100.4-103.4 ms
 動径距離 $r_c=8.2$ cm
 with B-ECH



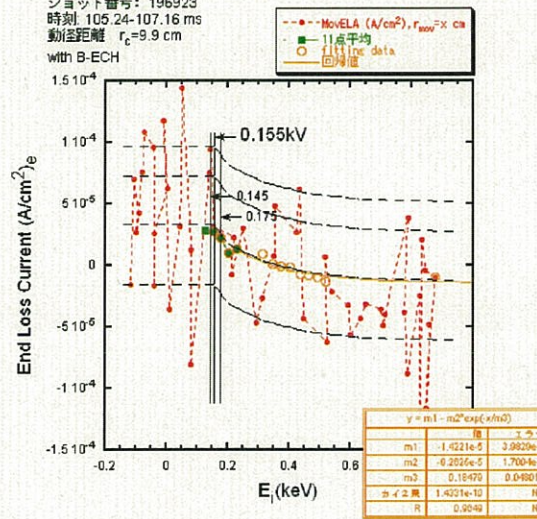
ファイル名:196926_withECH_9.0cm再.qpc
 ショット番号: 196926
 時刻: 100.0-103.96 ms
 動径距離 $r_c=9.0$ cm
 with B-ECH



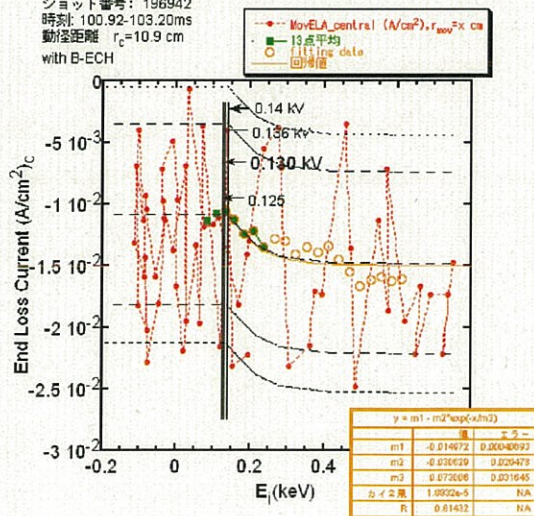
ファイル名:196944_withECH_9.5cm再.qpc
 ショット番号: 196944
 時刻: 101.52-103.96 ms
 動径距離 $r_c=9.5$ cm
 with B-ECH



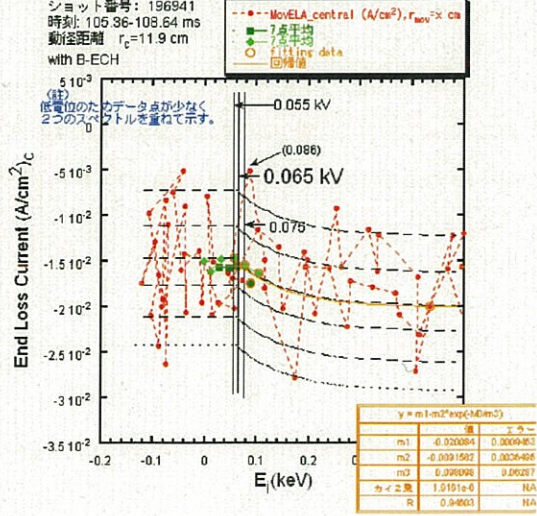
ファイル名:196923_withECH_9.9cm再.qpc
 ショット番号: 196923
 時刻: 105.24-107.16 ms
 動径距離 $r_c=9.9$ cm
 with B-ECH



ファイル名:196942_withECH_10.9cm再.qpc
 ショット番号: 196942
 時刻: 100.92-103.20ms
 動径距離 $r_c=10.9$ cm
 with B-ECH



ファイル名:196941_withECH_11.9cm再.qpc
 ショット番号: 196941
 時刻: 105.36-108.64 ms
 動径距離 $r_c=11.9$ cm
 with B-ECH



別添資料 3:

長教授が平成 19 年 7 月 17 日に提出した回答に記述されていた、Fig.3(i)を得るための解析の手続き。オフセットの値を評価する手続きの具体的な説明が述べられている。5ch から 14ch は、それぞれ動径距離 rc の異なる点に対応する。ここで、「負の値はとる」とは、負の値となるデータ点を削除することを意味し、「負の値は 0 をつめる」とは、負の値となるデータ点でデータの値を 0 に置き換えることを意味する。また、そうした記述が無いものは、負の値はそのまま残すことを意味する。Welch, Hanning, Parzen, Hamming window は、フーリエ変換を行う際にデータに乗じる窓関数の種類を表している。

【具体的な解析手法の書面説明】

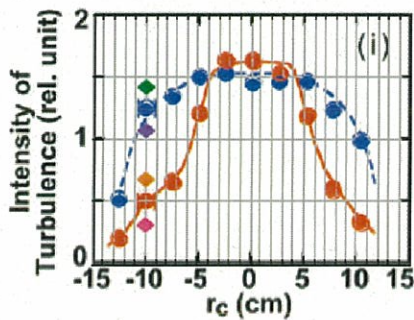
基本的に他の解析と同様、矩形窓関数のスペクトルと、他の窓関数のスペクトルの差異からオフセットを求めて矩形窓関数のスペクトルから引く。その後 2-10kHz までその振幅スペクトルを積分する。スペクトルを求める際には学生等が使用した「デルファイ」の FFT プログラムと我々の使用したカレイダ FFT マクロの規格化のための正規化定数 1/64 を掛ける。積分値は計算マクロの数値出力 (rel. unit) と Fig. 3(i) の縦軸 (rel. unit) を正規化する為に正規化定数 2/0.15 を掛ける。全ての生データのファイルは c2 に生データとその隣の列に採用した窓関数とその窓関数を掛けたデータが入っている。これらは添付ファイルを実行して計算できる。生データ並びに窓を掛けたデータをカレイダマクロを用いて FFT を実行し、1/64 倍した後、再要請解析ファイルの Kaleida FFT Amplitude の列に代入する。その後、添付ファイルを実行すると、窓関数が異なるスペクトルの差異 (窓関数の名前+D の列) が得られる。そこから下記に記した方法でオフセットを求める。このオフセット値と矩形窓スペクトルを 2-10kHz まで積分した値を「Fig. 3(i) 振幅成分分布.qda」の夫々該当する列に

代入する。その後、オフセットの値を引いた「計算値」列が Fig. 3(i) のデータを与える。エラーバーは「再要請解析」ファイル c5 以降の同様な方法を用いて、ECH 前と ECH 中の上限と下限値として前述した時間帯のデータで解析し c10, c11, c12, c13 に代入する。以下に、各場合における各窓関数スペクトルの差異から得られるオフセットの取り方を示す。但し、以下の細かな作業は微調整レベルである。

<1>ECH 印加前 137ms-139.52ms

- 5ch : Hanning Window との差異をとる。その際に負の値はとる。2kHz から 10kHz までの最大と最小を足して 2 で割ったものをオフセットにとる。
- 6ch : Welch 並びに Parzen Window との差異をとる。その際に負の値はとる。2kHz から 10kHz までの平均を足して 2 で割ったものをオフセットにとる。
- 7ch : Welch 並びに Parzen Window との差異をとる。その際に負の値は Welch はとり、Parzen は 0 をとる。2kHz から 10kHz までの平均を足して 2 で割ったものをオフセットにとる。
- 8ch : Welch Window との差異をとる。
 - 1. 5kHz から 10kHz までの平均をオフセットにとる。
- 9ch : Welch Window との差異をとる。
 - 1. 9kHz から 11.6kHz までの平均をオフセットにとる。
- 10ch : Welch 並びに Parzen Window との差異をとる。
 - 2kHz から 10kHz までの平均を足して 2 で割ったものをオフセットにとる。
- 11ch : Welch Window との差異をとる。その際に負の値は 0 をとる。
 - 2kHz から 10kHz までの平均をオフセットにとる。
- 12ch : Welch Window との差異をとる。
 - 2kHz から 10kHz までの平均をオフセットにとる。
- 13ch : Welch 並びに Parzen Window との差異をとる。
 - 1. 5kHz から 12kHz までの平均を足して 2 で割ったものをオフセットにとる。
- 14ch : Welch 並びに Parzen Window との差異をとる。
 - 2kHz から 12.5kHz までの平均を足して 2 で割ったものをオフセットにとる。

- <2>ECH印加前 エラーバー上限：136ms-138.52ms
 Welch Windowとの差異をとる。
 2kHzから10kHzまでの平均をオフセットにとる。
- <3>ECH印加前 エラーバー下限：143ms-145.52ms
 Parzen Windowとの差異をとる。
 2kHzから10kHzまでの平均をオフセットにとる。
- <4>ECH印加中 157.36ms-159.88ms
- 5ch : Welch Windowとの差異をとる。
 2kHzから10kHzまでの最大値をオフセットにとる。
 - 6ch : Welch Windowとの差異をとる。
 2kHzから10kHzまでの最大値をオフセットにとる。
 - 7ch : Hamming Windowとの差異をとる。その際に負の値はとる。
 2kHzから10kHzまでの平均をオフセットにとる。
 - 8ch : Hanning Windowとの差異をとる。
 2kHzから10kHzまでの平均をオフセットにとる。
 - 9ch : Parzen Windowとの差異をとる。
 1kHzから10kHzまでの平均をオフセットにとる。
 - 10ch : Parzen Windowとの差異をとる。その際に負の値は0をとる。
 2kHzから10kHzまでの平均をオフセットにとる。
 - 11ch : Welch Windowとの差異をとる。
 2kHzから10kHzまでの平均をオフセットにとる。
 - 12ch : Hamming Windowとの差異をとる。その際に負の値はとる。
 2kHzから10kHzまでの平均をオフセットにとる。
 - 13ch : Welch Windowとの差異をとる。
 2kHzから10kHzまでの最大値をオフセットにとる。
 - 14ch : Hamming Windowとの差異をとる。
 2kHzから10kHzまでの最大値をオフセットにとる。
- <2>ECH印加前 エラーバー上限：158ms-158.52ms
 Hamming Windowとの差異をとる。
 2kHzから10kHzまでの最大と最小を足して2で割ったものをオフセットにとる。
- <3>ECH印加前 エラーバー下限：157ms-157.52ms
 Parzen Windowとの差異をとる。
 2kHzから10kHzまでの最大と最小を足して2で割ったものをオフセットにとる。



- ECH印加前再要請解析
- ECH印加中再要請解析
- ◆ ECH印加前エラーバー上限値再要請解析
- ◆ ECH印加前エラーバー下限値再要請解析
- ◆ ECH印加中エラーバー上限値再要請解析
- ◆ ECH印加中エラーバー下限値再要請解析

別添資料4:

長教授が平成 19 年 7 月 17 日に提出した回答に記述されていた、Fig.3(j)を得るための解析の手続き。Fig.3(j)に示されているデータ点のうち、Fig.3(e)-(h)に相当するデータ点以外のオフセットの値を評価する手続きの具体的な説明が述べられている。回答書の別の箇所では、Fig.3(e)-(h)についても類似した手続きが述べられている。負の値の取り扱いに関しては、別添資料 3 の説明と同様。

【具体的な解析手法の書面説明】

Fig. 3(e) (f) (g) (h)とスペクトル推定法は全く同じである。前述した手法でスペクトルを推定・規格化し、2-10kHzまで積分し、計算マクロの数値出力(rel. unit)と Fig. 3(j)の縦軸(rel. unit)を正規化する為に正規化定数2/15を掛けるとFig. 3(j)が得られる。

以下に、各場合における各窓関数スペクトルの差異から得られるオフセットの取り方を示す。

<1>ECH印加前 エラーバー

下限：Welch並びにHamming Windowとの差異をとる。その際に負の値はとる。
2kHzから10kHzまでの平均を足して2で割ったものをオフセットにとる。
上限：Hamming Windowとの差異をとる。その際に負の値はとる。
2kHzから10kHzまでの平均をオフセットにとる。

<2>ECH印加前 データ

rc=5.4cm：Welch Windowとの差異をとる。負の値をとったものと0をつめたものを2kHzから10kHzまでの平均し、それを足し2で割ったものをオフセットにとる。

rc=11.3cm：Hamming Windowとの差異をとる。その際に負の値はとる。
2kHzから10kHzまでの平均をオフセットにとる。

<3>ECH印加中 データ

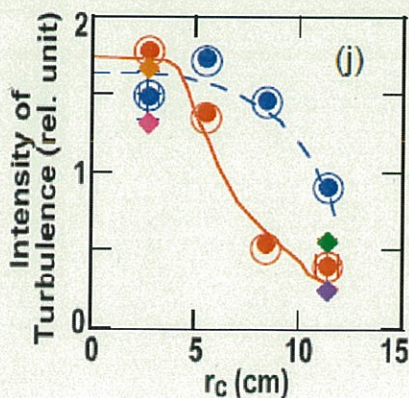
rc=5.4cm：Welch Windowとの差異をとる。その際に負の値は0をとる。
2kHzから10kHzまでの平均しオフセットにとる。

rc=11.3cm：このデータは後述する電子ノイズを除去するための「最適フィルター」[3]を用いる。Welch Windowとの差異をとるが、その前に矩形窓スペクトルにはフィルターとして0.45倍、Welchスペクトルには0.34倍する。

(ファイル名「Fig. 3(j)中11.3cm再要請解析.qda」のc2, c4に入れる。電子ノイズ成分除去の「最適フィルター」については再2-7で説明する。)

Hamming Windowとの差異のデータの2-10kHz平均値0.06をエラーバーの下限のスペクトルのオフセット、負の値をとって、最小値0.0053とその次の値0.0108の平均0.008をエラーバーの上限のスペクトルのオフセットに採用する。

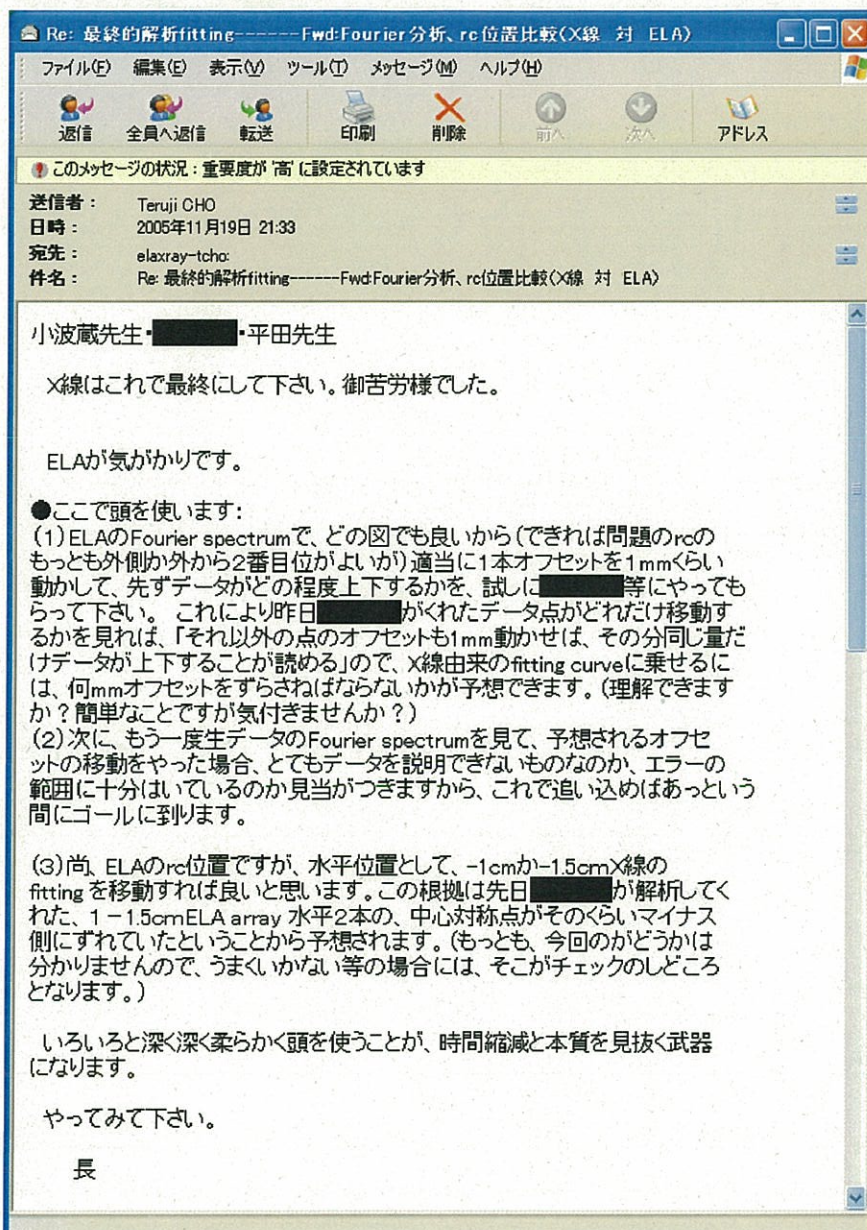
こうして得られたオフセットを差し引き、その後2-10kHzまで積分して正規化係数2/15を掛けた値は以下のように論文の図Fig. 3(j)を再現する。



- PRLデータ点
- ECH印加前再要請解析 (●と重なると見えないため大きめにとる)
- PRLデータ点
- ECH印加中再要請解析 (●と重なると見えないため大きめにとる)
- ◆ ECH印加中エラーバー上限値再要請解析
- ◆ ECH印加中エラーバー下限値再要請解析
- ◆ ECH印加前エラーバー上限値再要請解析
- ◆ ECH印加前エラーバー下限値再要請解析

別添資料 5:

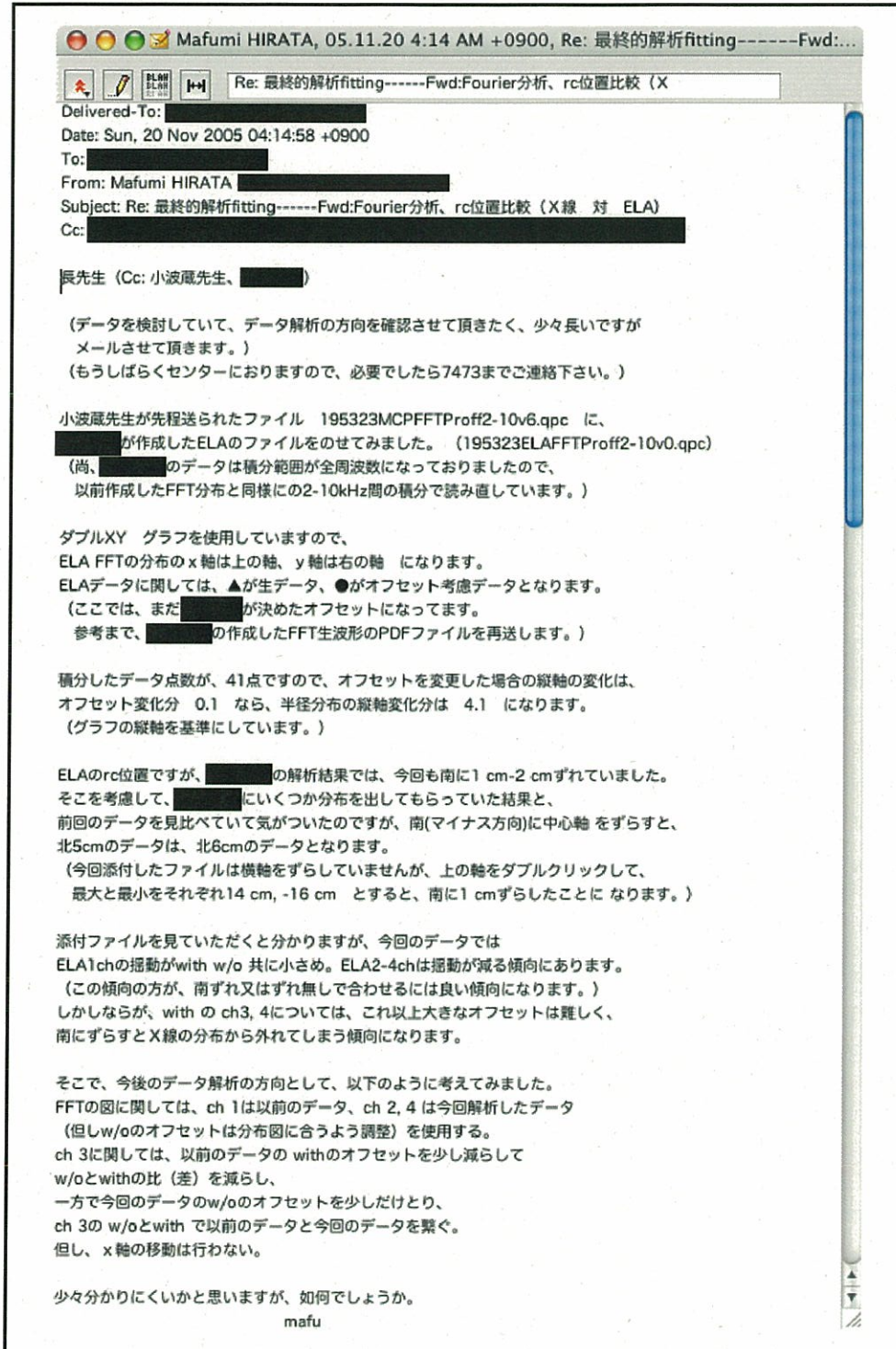
平成 17 年(2005 年)11 月 19 日に長教授が X 線-ELA グループのメンバー全員(平田講師・小波蔵講師・沼倉講師・グループ内の大学院生と学類生)に送付した電子メール。メールの下部(他のメールを引用している部分)は省略した。



メールの(1)(2)で述べている内容から、ELA のオフセットを科学的な検討を行うことなく調節し、ELA の積分値(Fig.3(j))と X 線の積分値(Fig.3(i))を一致させることができないか、検討するように指示していることがうかがえる。

別添資料6:

・平成19年10月22日に長教授から提出された弁明書51ページに示されていた電子メール。
平成17年(2005年)11月20日4:14に平田講師が長教授、小波蔵講師、及び学生に送付したものの。学生等の実名はマスクした。



- ・ 調査委員会が入手した当該電子メールの全文。学生等の実名はマスクした。この電子メールには、2つの添付ファイルが含まれていることが判明した。添付ファイルは後のページに示す。

差出人: [Mafumi HIRATA](#)
宛先: [REDACTED]
cc: [REDACTED]
件名: Re: 最終的解析fitting-----Fwd:Fourier 分析、rc 位置比較 (X線 対 ELA)
日付: 2005年11月20日 4:15:10
添付ファイル: [195323ELAFFTProff2-10v0.qpc](#)
[196973_WN_FFT生波形.pdf](#)

長先生 (Cc: 小波蔵先生、[REDACTED])

(データを検討していて、データ解析の方向を確認させて頂きたく、少々長いですが
メールさせて頂きます。)
(もしばらくセンターにおりますので、必要でしたら7473までご連絡下さい。)

小波蔵先生が先程送られたファイル 195323MCPFFTProff2-10v6.qpc に、
[REDACTED]が作成したELAのファイルをのせてみました。

(195323ELAFFTProff2-10v0.qpc)

(尚、[REDACTED]のデータは積分範囲が全周波数になっておりましたので、
以前作成したFFT分布と同様に2-10kHz間の積分で読み直しています。)

ダブルXY グラフを使用していますので、
ELA FFTの分布のx軸は上の軸、y軸は右の軸 になります。
ELAデータに関しては、▲が生データ、●がオフセット考慮データとなります。

(ここでは、まだ[REDACTED]が決めたオフセットになっています。

参考まで、[REDACTED]の作成したFFT生波形のPDFファイルを再送します。)

積分したデータ点数が、41点ですので、オフセットを変更した場合の縦軸の
変化は、

オフセット変化分 0.1 なら、半径分布の縦軸変化分は 4.1 になります。
(グラフの縦軸を基準にしています。)

ELAのrc位置ですが、[REDACTED]の解析結果では、今回も南に1 cm-2 cmずれて
いました。

そこを考慮して、[REDACTED]にいくつか分布を出してもらっていた結果と、
前回のデータを見比べていて気がついたのですが、南(マイナス方向)に中心軸
をずらすと、

北5cmのデータは、北6cmのデータとなります。

(今回添付したファイルは横軸をずらしていませんが、上の軸をダブルク
リックして、

最大と最小をそれぞれ14 cm, -16 cm とすると、南に1 cmずらしたことに
なります。)

添付ファイルを見ていただくと分かりますが、今回のデータでは ELA1chの揺動がwith w/o 共に小さめ。ELA2-4chは揺動が減る傾向にあります。

(この傾向の方が、南ずれ又はずれ無しで合わせるには良い傾向になります。)

しかしながら、with の ch3, 4については、これ以上大きなオフセットは難しく、

南にずらすとX線の分布から外れてしまう傾向になります。

そこで、今後のデータ解析の方向として、以下のように考えてみました。

FFTの図に関しては、ch 1は以前のデータ、ch 2, 4は今回解析したデータ

(但しw/oのオフセットは分布図に合うよう調整)を使用する。

ch 3に関しては、以前のデータの withのオフセットを少し減らして

w/oとwithの比(差)を減らし、

一方で今回のデータのw/oのオフセットを少しだけとり、

ch 3の w/oとwith で以前のデータと今回のデータを繋ぐ。

但し、x軸の移動は行わない。

少々分かりにくいかと思いますが、如何でしょうか。

mafu

At 21:33 +0900 05.11.19, Teruji CHO wrote:

>小波蔵先生・■■■■■・平田先生

>

> X線はこれで最終にして下さい。御苦労様でした。

>

>

> ELAが気がかりです。

>

>●ここで頭を使います：

> (1) ELAのFourier spectrumで、どの図でも良いから(できれば問題のrcの

>もっとも外側か外から2番目位がよいが) 適当に1本オフセットを1mmくら

>い動かして、先ずデータがどの程度上下するかを、試しに■■■■■等に

やっ

>てもらって下さい。 これにより昨日■■■■■がくれたデータ点がどれだ

け

>移動するかを見れば、「それ以外の点のオフセットも1mm動かせば、その分

>同じ量だけデータが上下することが読める」ので、X線由来のfitting

>curveに乗せるには、何mmオフセットをずらさねばならないかが予想できま

>す。(理解できますか?簡単なことですが気付きませんか?)

> (2) 次に、もう一度生データのFourier spectrumを見て、予想されるオフ

>セットの移動をやった場合、とてもデータを説明できないものなのか、エ

ラ

>一の範囲に十分はいているのか見当がつきますから、これで追い込めばあつ

>という間にゴールに到ります。

>

> (3) 尚、ELAのrc位置ですが、水平位置として、-1cmか-1.5cm X線の
>fitting を移動すれば良いと思います。この根拠は先日 [] が解析して
>くれた、1-1.5cm ELA array 水平2本の、中心対称点がそのくらいマイ
>ナス側にずれていたということから予想されます。(もっとも、今回のがど

>うかは分かりませんので、うまくいかない等の場合には、そこがチェックの

>しどころとなります。)

>

> いろいろと深く深く柔らかく頭を使うことが、時間縮減と本質を見抜く武器
>器になります。

>

> やってみて下さい。

>

> 長

>

>

>

>

>At 21:08 +0900 11/19/05, we received:

>>長先生

>>

>> X線のFFT強度分布で、rc +7.5cmの点について

>>修正しました図をお送り致します。

>>

>>青のfitting curveは試しにカレイダ上で描いたものです。

>> (長先生がppt上で描かれた曲線を元にしております)

>>ラベル無しのカレイダデータも念のためお送りします。

>>

>> 小波蔵

>>

>>

>>At 3:09 AM +0900 05.11.12, we received:

>>>各位

>>>

>>> X線のfittingを少し青を動かしてみました。このくらいかなあと思ってい

>>>ますが、小波蔵先生・ []、X線の立場から、平田先生

>>>・ []、ELAの立場から御検討下さい。

>>> (ELAの水平位置は-1cmずらしています。)

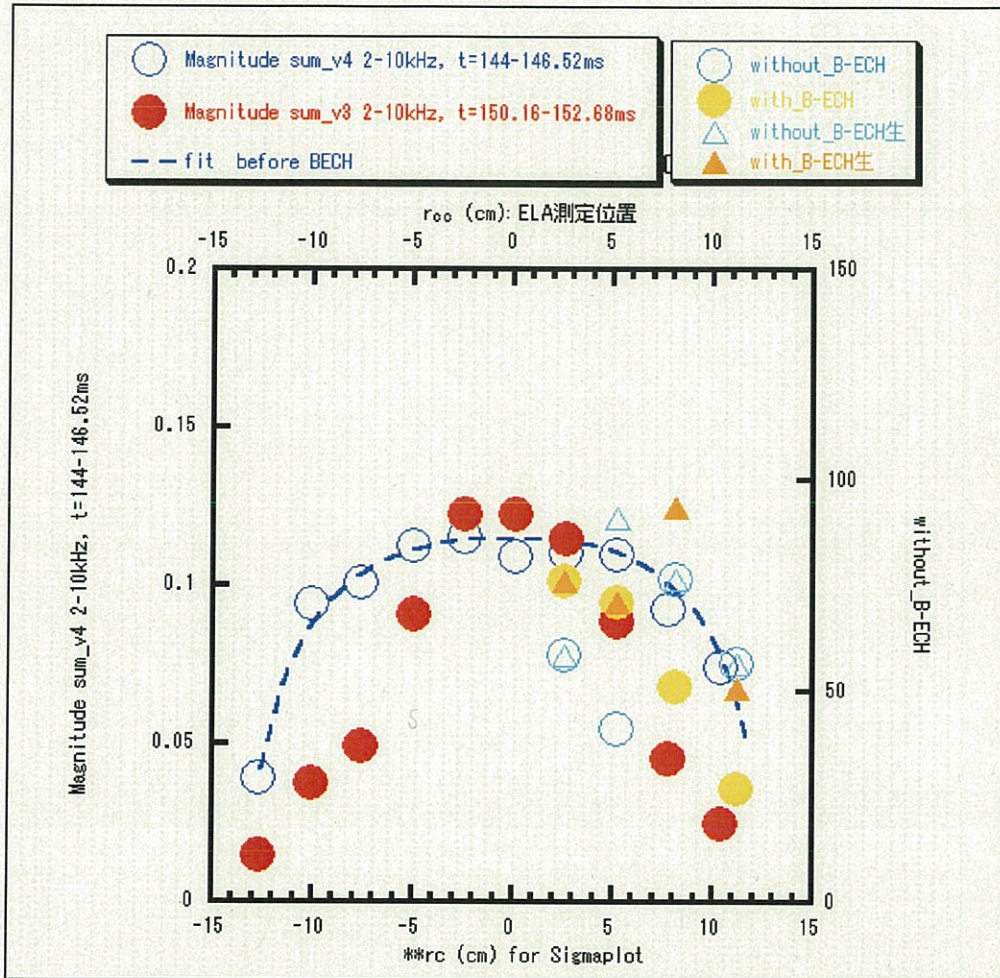
>>>

>>>特に小波蔵先生、更に動かす等在れば7.5cmあたりの青のデータの再検討

>>>を含めて、最終的なものを御願ひします。
>>>ELAIは11 c m位にある点を、今回の実験で西のlimiterを抜いて再度個々を
>>>確認してください。データ点が上に移動する (limiterがなくなり
>>>centralからの流れが増大する) 可能性があると思います。
>>>
>>>
>>>
>>>>Delivered-To: [REDACTED]
>>>>X-Sender: [REDACTED]
>>>>Date: Sat, 12 Nov 2005 02:32:21 +0900
>>>>To: Junko Kohagura <[REDACTED]>, Mafumi HIRATA
>>>><[REDACTED]> <[REDACTED]>
>>>>[REDACTED], Tomoharu
>>>>NUMAKURA <[REDACTED]>
>>>>From: Teruji CHO <[REDACTED]>
>>>>Subject: Fourier分析、rc位置比較 (X線 対 ELA)
>>>>
>>>> Fourier分析データの、rc位置比較 (X線 対 ELA) を添付します。
>>>> (pdfは0.5 c m刻みで、-側にELA dataを移動しています。) ELA data
黄
>>>>色背景のx方向枠 (縦軸位置) は r=0と12 c mです。
>>>>
>>>>
>>>> X線データに対して、薄い黄色背景はELA data です。 1cm或いは
>>>>1.5 c m マイナス側にシフトさせるとよく重なるように見えます。
>>>>
>>>>
長
>>
>>Attachment converted: Mac G4-1.25G HD:Fourier-rc位置比較-X
>>-ELAv2.ppt (SLD8/PPT3) (001753B4)
>>Attachment converted: Mac G4-1.25G HD:195323MCPFFTProff2-10v6.qpc
>>(QPCT/QKPT) (001753B5)

この電子メールは、その日付からも、また電子メール中で引用している平成 17 年(2005 年)11 月 19 日の電子メールからも、「X 線はこれで最終にしてください。」とある別添資料 5 の電子メールの直後に出されたものであり、X 線データ解析の最終段階の連絡と推測される。

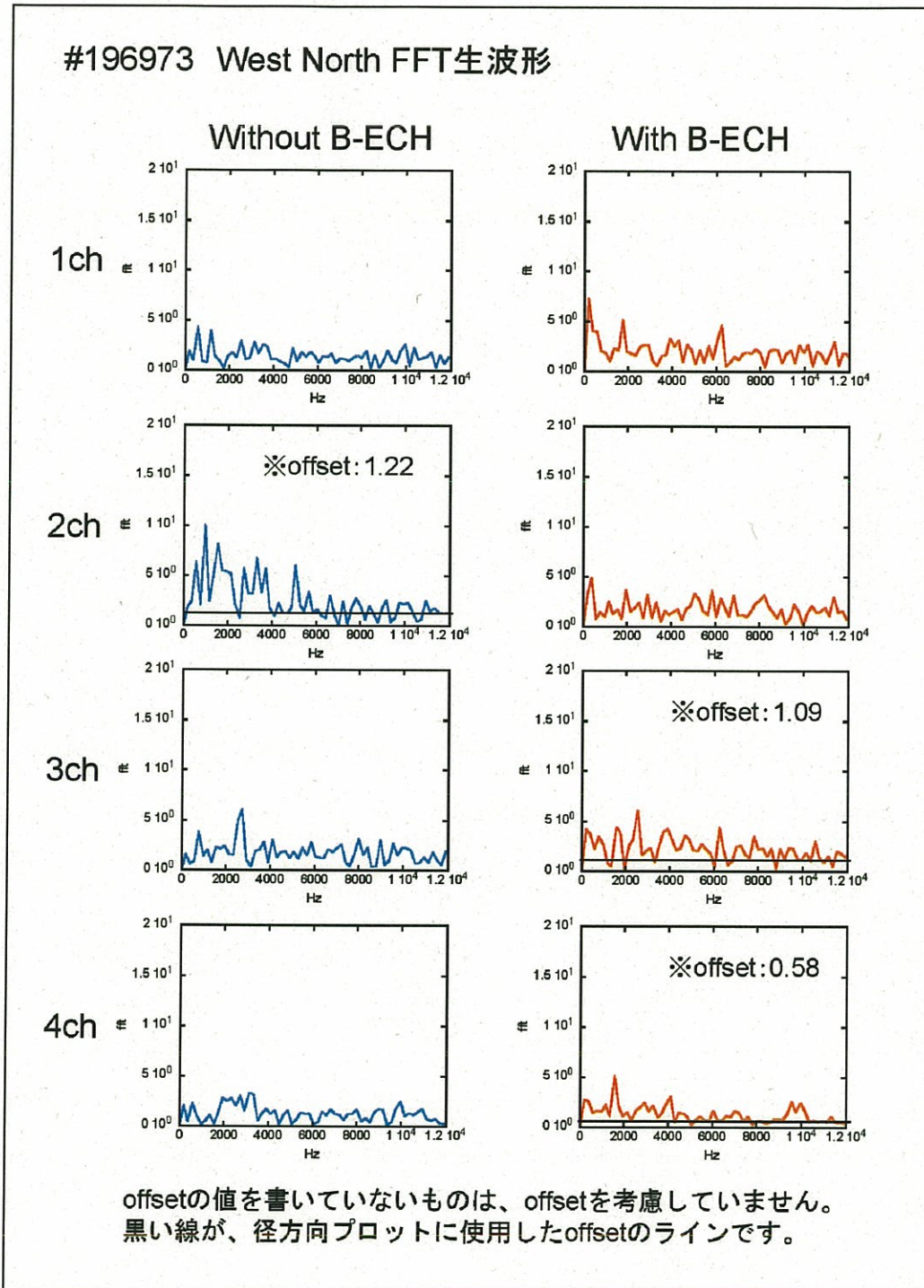
- ・ この電子メールに添付されていた第1のファイル「195323ELAFFTProff2-10v0.qpc」を、カレイダグラフ(描画ソフトウェア)で開いたもの。



左側のレジェンドにまとめられている青い○と赤く塗りつぶされた●は、それぞれ ECH 加熱前、加熱中の X 線データを表している。いずれもオフセットを差し引いた後のものである。本図と論文図 Fig.3(i)を重ねると、縦軸のスケールを 40/3 倍することにより、本図の青い○と、赤く塗りつぶされた●は、Fig.3(i)の青い○と、赤く塗りつぶされた●に非常に高い精度で重なることが確認できる。このことから調査委員会は、本図が Fig.3(i)を作成する最終段階で作成された作業ファイルであると判断する。本図の上部を見ると、青い○は時刻が 144-146.52ms、赤く塗りつぶされた●は時刻が 150.16-152.68ms と書かれている。この時刻は、平成 19 年 6 月 7 日および同 13 日の回答書において Fig.3(i)の生データと述べられている時刻にも、平成 19 年 7 月 17 日の回答書において Fig.3(i)の生データと述べられている時刻にも一致しない。

なお、電子メールの本文より、右側のレジェンドにまとめられている薄青色と黄色、オレンジ色のシンボルは、当時解析を行っていたショット 196973 に対する ELA データで、△および▲がオフセットを取る前のものと推測される。

- この電子メールに添付されていた第 2 のファイル「196973 WN FFT 生波形.pdf」



図の左上に記されているように、本図はショット 196973 に対するもので、固定型 ELA によるイオン電流量のフーリエ解析の結果と考えられる。図の下部の記述から、青線及び赤線は、オフセットをとる前のスペクトルであると推測される。左の列は ECH 加熱前、右の列は ECH 加熱中である。

1行目(1ch)の2つのスペクトルの形状は Fig.3(e)(f)に、3行目(3ch)の左側(ECH 加熱前)のスペクトルの形状は Fig.3(g)に、縦軸の原点の位置を除き、良く一致している。この事実は平成 19 年 7 月 17 日に提出された回答書の内容と符合する。3行目(3ch)の ECH 加熱前(左側)と加熱中(右側)を比較すると、ECH 加熱によるスペクトルの抑制は見られず、むしろ増大していることがわかる。この事実は、回答書及び弁明書で繰り返し述べられている「多数の単一ショット単一時刻でも、また生波形を見ただけでも、径電場 E_r シアーの強い領域で、乱流が抑制されている」との主張が、論文で用いられたこのショットのこの時刻で満たされていないことを示している。論文では、3行目(3ch)右のデータを異なるショットのものに差し替えて図 Fig.3(h)が作成されている。

筑波大学研究公正委員会調査委員会委員名簿

氏 名	所 属 職 名	備 考
清水 一彦	筑波大学 教授 人間総合科学研究科長	委員長
赤平 昌文	筑波大学 教授 数理物質科学研究科長	
金谷 和至	筑波大学 教授 数理物質科学研究科物理学専攻長	
矢花 一浩	筑波大学 教授 理工学群物理学類長	
高村 秀一	愛知工業大学 教授	
吉田 善章	東京大学 教授	
笹尾 眞實子	東北大学 教授	
水林 博	筑波大学 副学長	