

JAXA の宇宙環境利用センタの小林主幹が資料 8-3(タンパク結晶実験)を 13 分弱で説明した後、13 分余の質疑応答があった。

池上委員長:大きな結晶を作ると云う事でやってると理解して良い訳ですネ。

JAXA 小林:大型と云うよりも、精度の良い、品質の良い結晶を作ると。

池上委員長:アア、均質の良い、アア、ハア、ハア。

JAXA 小林:はい。

池上委員長:そうすと、此処にキャピラリの様な写真があるけど、此れはディメンジョンから言うとどの位の大きさなんでしょうか。

JAXA 佐藤:はい、あの。

池上委員長:其れ、質問がおかしいのかな。

JAXA 佐藤:いや、あの、キャピラリの中で結晶、実際に作って居りますけども、直径が約 0.5 ミリ、...

池上委員長:ア、此れ 0.5、此処に書いてあるのは 0.5 ミリ。

JAXA 佐藤:はい。

池上委員長:の中に出来たものが浮いてるって云う感じなんでしょうか。

JAXA 佐藤:ええ、そうです。

池上委員長:はい、どうぞ。

井上:そう云う意味で言いますと、私の理解が正しいかどうかの確認なんですけども、エエト、宇宙空間を使って、此の種の

【議事(3)】「きぼう」におけるタンパク質結晶生成実験の実施状況について

実験でのメリットって云いますか、一つは実際に蛋白質で、効果がある蛋白質が分かっている時に、其の何が其れに効いているかが、地上では測りきれないので、上で非常に精度の良い結晶を作る事で、地上のソウル(スプリング 8?)なり何なりで、中身を良く見て、其れで何が効いてるかが分かる様になる。そう云う意味で言いますと、非常に原理的な事で、其れが更に新しいものに繋がるかは、次の問題ですネ。

JAXA 佐藤:はい。

井上:其れから二つ目は、そもそも地上では斯う云う種類の結晶は作れないと。何か...云う様な事があって、宇宙空間に行くと大きいものだとか、何かやり方が、宇宙でしか作れない、まあ、対流が無いとか色んな事を使って、宇宙ならこんな結晶が作れるかも知れないと云う事に対して実験を行う¹と。其の 2 種類だと思って宜しいですか。

JAXA 小林:あの、其の 2 番目が、あの、中々、地上で出来ない事は、中々宇宙でも出来ない²と云う事は、どうも事実ではな

¹ (水)溶液から結晶を析出させるのと、融解した液体を冷やして固化するのと二つの方法が使われる。前者の一例が蛋白質結晶成長で、生物学者が此れを行っている。後者の一例が半導体製造で、金属学者などが此れを行っている。微少重力による無対流を利用し、密度差の大きな金属成分を混合した結晶を作ろうと云うのが一例である。研究者の学会が異なり、互いに交流が無く、お互いに他者の活動内容の知識に乏しい。

² ライフサイエンス分野の結晶成長に於ける見解である。

いかと思って居ります。で、逆に、今、先生がお話しました一番目、地上で出来た結晶で、どうしてもピンボケ。言葉悪いんですが良く見えない処は、「よし、これは宇宙で精密な結晶を作って、スプリング 8 でチャンと回折データを取ってみよう。」と云う処が、此の宇宙を、「きぼう」を使った実験の肝と考えて居ります。

井上: 其の時に実際にあの、どれ位の時間を掛ければ精密な結晶が。...つまり此処の実験の一つのサイクルの時間、必要時間。其れは大体どんな位のものなんでしょうか。

JAXA 小林: 今は、目安として 3 カ月、2 から 4 カ月です。

井上: 色んな項目が入ってますヨネ。一つ一つは、もっと短い³んじゃないんですか。...其れも?

JAXA 小林: 大体 2 から 4 カ月で、

井上: ア、それ位の間に結晶が、

JAXA 小林: 結晶が出来ると。

井上: アア、そうなんですか。

JAXA 小林: と云う工夫が、此の...御座います。あの、細いキャピラリーの中で、最適な結晶化条件が何処かに生まれると云う様なディメンジョンで作って御座いますんで、其れは 2 から 4 カ月の間に、最適なポイントで、今、此の写真に御座います様な結晶が生まれると。

井上: そうすと、例えばあの、一寸したロケットでの微小重力環境

³ 試料の溶液を入れた沢山の毛細管を束ね、其れを保温された箱に入れ、微小重力環境になった後に、一括して結晶成長を開始させる。

【議事(3)】「きぼう」におけるタンパク質結晶生成実験の実施状況について

だとか何とかってんでは、やっぱりとても出来ない。やっぱり宇宙ステーションの様な処じゃないと、やれない事になるんですネ、分かりました。

JAXA 小林: 微小重力の効果を思いっきり引き出す為には、其の様な工夫で行くと良いと云う風に思っています。

井上: 分かりました。

森尾: エエトあの一、実験。完全な結晶を作るとか、精度良く結晶を作るって云うのは、殆ど有機化学の分野に限られている様に思う⁴んですけど、残りのあの一、あの一何ですか、先導利用分野での蛋白質になってますが、無機化学の結晶の実験ってのは余り無いもんなんですか。

JAXA 小林: あの一、

森尾: 最後の付録に付けて頂いた 15 頁の一つだけガリウム/インジウム/ゲルマニウムの結晶が例として上がっていますが。

JAXA 小林: 今あの、結晶...所謂材料科学としての結晶成長メカニズムの特徴・特性を取る為の実験も進められております。で、まあ、蛋白質の様な所謂ソフトな素材を上手く結晶化、結晶の様な形にすると云う取り組みが、あの一、一方進め

⁴ 特定の仕方が間違っているのでは、回答の曖昧さを打ち消さない。有機・無機の相違ではなく、溶液からの結晶成長と、融液からの結晶製造の相違なのである。溶液から結晶を成長させ、其の結晶構造を X 線回折等で調べたいのであれば、無機材料であっても此の実験装置を使う。しかし、其の様な例は少ない。多分、無機材料の多くは地上の重力環境であっても X 線回折に供せる部分的に高品質な結晶が出来るのだろう。

ておりますんで、あの、此の蛋白質の結晶、それから材料の結晶、此れ、何れも宇宙で、其れに適切な技術と道具で進められる⁵と云う事になります。

森尾:と云うか、もっとその、無機化学の方では、此の微少重力を利用出来る機会が少ないって言いますか、あの、余り利用しようとするアレが無いのか、或いは利用、上手く出来ないのか、そう云う事なんですよ、疑問は。

JAXA 小林:ホントは...そうですネ、あの、無重力の環境で結晶の理論的なデータを取ると云う事に対する、研究者側の興味って云うのが、あの、一寸私共十分把握出来て御座いませんですが、まあ、応募のレベルから行きますと、あのまあ、パーセンテージは低いのかなと。で、ア、それで装置がですネ、これからあの、材料科学固有のテーマをこなす装置が此れから上がりますんで、其の段階であの、合金を狙った実験とか、あのまあ、そう云う材料科学の実験が進められると。

森尾:此れからはそう云うムニャムニャ。

JAXA 小林:はい、はい。

池上委員長:あと、今回ネ、あの一、アメリカの NASA も宇宙ステーションを積極的に使いましょうと云う話がありますヨネエ。で、此れ迄はアメリカの研究者って云うのは余りその、宇宙で蛋白質結晶を作るって話は、私聞いた事無かったんですが、其の辺はどうなんですか。

⁵ 回答が漠然としていて、此れでは伝わらないのが当然である。温度勾配炉とか、浮遊炉とか、もう一寸付け加えれば良い。又は、溶液と融液の相違を説明しても良い。

JAXA 小林:あの一、アメリカではスペースシャトルを使った実験の中で、アラバマ州立大学を中心とした蛋白質結晶を使った構造解析の研究は、ブームって言ったらかおしいですが、一時進められておりました。ただ、今の宇宙ステーションの中でやると云う積極的な取り組みは為されてないと思います。(横を向いて)そう云う事だったですネ。

JAXA 佐藤:そうですネ、過去スペースシャトルは確かにあの、二つのフライトの内、まあ一フライトには必ず蛋白の実験が乗ってる様な状況で、非常に活発にやられていたんですけども、中々あの一、その、研究の成果に繋がる様な、要は構造を解析する為の蛋白の結晶生成実験って云う目的が、一寸メカニズムの方に偏った様な実験になっておまして。それとその、アメリカの方がその一、まあ、月なり火星に行くと云う事で、その一、生物から医学系の研究の方にドットシフトしました⁶ので、其の時点で大分...ってかまあ、殆ど蛋白の結晶生成実験はあの、中止になった様な状況に、現状はなっております。

池上:そうすると今回、また、「やりますヨ。」って事言ってるから、日本にとっては非常に強敵が現れたんですネ。

JAXA 小林:そうですネ。あの一、特に、所謂メガ・ファーマーとあの、例えば NIH とか、そう云ったものの連合でやると云う様

⁶ 二つ上げた理由は間違っていないが、其の他に、シャトル(スペース・ラブ)の一週間余りでは微少重力時間が短かった事や、スプリング 8 が出来た事などで X 線回折に供する試料が極めて小さくても可能になった事も大きな理由である。

な、これは未だ分かりませんが、そう云うパワフルな取組に際しては、一寸我々もあの一、負けない様に。別の云い方をしますと、実は彼らが休んでる間に良い技術が、私共、小さくて、軽くて、簡単で、で、搭乗員の作業をあんまり伴わないって云う道具が整備できましたんで、此のアドバンテージは非常に活かせる⁷んじゃないかなとは、そう云う状況が生まれたとしても活かせるとは、あの、私の個人的な意見ですが、思います。

池上委員長:でも、アメリカの若い研究者が「きぼう」を使ってより良い成果を出したらどうしますって質問はおかしいかな。アッハッハ。是非あの、負けない様に成果を出して頂きたいと。

青江:あの一、ロシアのアレをぎっしり持ってった訳ですネエ。これは所謂輸送をお願いしますネ、其の代わり 10 種類のものは「きぼう」を使って、「きぼう」の実験装置を使って、「どうぞデータを持って行って下さい。」と、此のバータで成立っとなるんですネ。

JAXA 小林:左様で御座います。

青江:マレーシアは？

⁷ 初期の蛋白質結晶成長実験では数ミリ、1センチ程度の大型結晶を作ろうとして装置を開発していた。それだけ大きくないとX線回折による結晶構造の判読が出来なかったからである。状況が変化したのはスプリング 8 の完成がきっかけであり、其の頃米国には蛋白質結晶の研究者が居なかったのである。現状の結晶成長装置の原理は簡明であり、簡単に後から追いつけると思う。

【議事(3)】「きぼう」におけるタンパク質結晶生成実験の実施状況について

JAXA 小林:ア、あの一、これはマレーシアに関しては、私共、此のアジア太平洋地域の協力枠と云うものをアプリアリに準備して、其処でマレーシアサイドから其の実験をやりたいと云う要望があったので、其れをあの...

青江:プレゼントして上げたと。

JAXA 小林:はい。

池上委員長:今に関連してネ、例えば APRSAF で東南アジアの開発、所謂開発途上国の人々が色々あの、宇宙で活躍しようとしてるんですけどネ、もう一寸こう、そう云った人にアドバンテージを当たる様な形でネ、あの、実験の機会を与えるって云う様な事は考えて居ないんですか。

JAXA 小林:確かにあの、**これからのアジア協力の在り方を含めまして、あの、例えば斯う云う蛋白での機会の提供と、あとその、まあ知的財産の取り扱いも色々あるんですが、まあそう云った協力は、あの、進めて行く事になると云う事はもう、間違いはない⁸**と思ってます。

池上委員長:ですから、是非あの、研究者レベルでのネットワークって云うのをネ、斯う上手く使って行って頂きたいと思うんですけどネ。

⁸ 外交上如何なる方針に基づいて機会を提供するのか、これについて公開で議論する必要はないものの、最前線で活動する者に然るべく教育する必要があると思う。何処かで議論されているだろう事は信じられるが、其れを最前線で活動する者に伝えないで居る様に感じる。勿論、科学者同士が垣根を作らずに国際交流する事は、或る程度放任の状態でも構わないと思う。

JAXA 小林: はい、仰る通りですネ。

野本: エエト、一回の実験で 96 サンプル搭載可能で、此れ計算すると 93 乗った訳ですネ。2 回。これはあの、厳選して此の数になったのか、それとも全部乗っけたけど此の数になったのか、どちらなのでしょう。それから、第 3 回の募集で、今迄の処どの位の数が集まっているんでしょうか。

JAXA 佐藤: 申し訳ありません。あの、サンプル数につきましてはあの一、最初に 96 載せて居りますので、一寸誤記が、一部あると思います。あの、国内の数が一寸抜けてると思います。

野本: 96 なんですネ。

JAXA 佐藤: はい、間違いなく時点で搭載して居りますので。

青江: 要は一番知りたいのは、どれ位あの、所謂応募があって、それで絞られて、96 なら 96。「此の状況はどうですか？」って云うのが知りたいんですヨ。

JAXA 佐藤: はい。で、あの、3 回目...

青江: 非常に端的に言やあ。

JAXA 佐藤: はい、失礼しました。3 回目の状況につきましては、現状未だあの一、提案は出て来てない状況で、まあ何時もあの、締切間際に沢山こう、来る様な状況になっておりますので、...

青江: 過去?

JAXA 佐藤: はい。

池上委員長: (一言の発言。聞き取れない)

JAXA 佐藤: エエト、過去はですネ、あの一、一回目のものにつき

【議事(3)】「きぼう」におけるタンパク質結晶生成実験の実施状況について

ましてはトータルで、エエトですネ、蛋白の数で約 60 種類弱位のものの応募が御座いました。で、其中で大体五十数種類選定して、えーまあ、実際に実験の準備を進めて、最終的に搭載の準備が整ったのが 32 種類と云う事になって居ります。

井上: 競争率は?

誰か: 2 倍弱。

池上委員長: 非常に種類御座いますが...ア、それではあの、どうもありがとうございます。