

関東サイエンスツアー20160823-25

- 写真
- レポートの一部





1. はじめに
東京大学の生命科学研究所にてサイエンスツアーをさせていただいた。
ウイルスの特性、性質、増殖の仕方や、ハイパーセーフティレベル3の実験室の構造について以下に報告する。

2. 「病気の研究」について

2.1. 病原体とは
病原体とは動物・植物の病気になる原因因子のことであり、その多くは肉眼では見えない。内部では見えない。1 μ m以下の生物が病原体というカテゴリに入るものがある。微生物の中で細菌、真菌、ウイルス、植物と分けられていて、病原体としては動物病原体としてはウイルスが原因。菌類としてはミカヅキカビ、菌類としては酵母があげられる。ウイルスは生物としては見えていないが、広義の微生物として分類されている。生物であるためには、代謝系をもち、自己複製をもち、生化学的エネルギーを利用している。
二、細菌をもち、その形状と自己複製が分かっている。
三、自己増殖性があり、菌から子へと遺伝子が受け継がれる。
という二つの条件があげられる。
そのうち、ウイルスはその二条件を全て満たしているため、生物と非生物の境界線に位置すると考えられる。そのため、ウイルスは広義の微生物として分類されているのである。
また、病原体と生物とは細菌、真菌、菌類、動物、ウイルスがあげられるが、病原体と生物とはごく一部の微生物である。
例えば、哺乳類のゲノムには、遺伝子感染した内在性レトロウイルス遺伝子の断片が多量に存在している。哺乳類は、細菌・真菌病原体感染を促進させるために内在性レトロウイルスの断片を利用している。
さらに、もっとも重要な機能を発揮しているレトロウイルスが侵入した場合は、そのレトロウイルスを細胞内に活用している。

2.2. ウイルスの観察方法
今回はこの二つの種類の観察法を用いてウイルスの観察をおこなった。
観察対象は、マウスの肺のスライスである。

①透過型電子顕微鏡
観察の対象に電子線をあて、その透過率で撮影しようとして観察するため、立体的に観察することができず。
②走査型電子顕微鏡
観察の対象に電子線をあてた電子ビームをあて、表面を電子を利用して観察するため、平面で観察することができる。



図1. マウスの肺
図1は、マウスの肺を走査型電子顕微鏡にて観察した様子。丸く見えるものが肺細胞である。走査型電子顕微鏡では、このように、対象物の表面を平面に観察することができる。

2.3. 培養・観察

は角度が出れば計算結果がすぐわかる表を利用した。今回利用した表は 80400 種類、80821EL の三種類のものである。80400 種類は液体培養の容器に替わるもので、80821EL は立方体を造る時に用いるもので、80821EL は立方体や液体培養の容器に替わる。試験の前準備としては、液体培養の必要エネルギーは細胞それぞれよりも大きかったが、温度による変動はほとんど同じであり、材料面で必要エネルギーが大きいと考えている。(下部4番のグラフ) それに対して 80821EL は温度による変動がほとんどないという結果になった。(下部4番のグラフ)

図2. 培養・観察
図2は、マウスの肺を透過型電子顕微鏡にて観察した様子。丸く見えるものが肺細胞である。走査型電子顕微鏡では、このように、対象物の表面を平面に観察することができる。

1. はじめに
6月24日、私たちは二つの班に分かれて筑波研究所材料部で実習させていただきました。私はその中で物質材料部として主に元素の性質について学んだ。午前中は金属、午後はその他様々なものについての講義をしていただいたり、見学させてもらった。

2. 金属の性質

2.1. 伝導性
金属の性質は伝導性についてのものだった。伝導性とは、ある温度以下で動くという金属が持つ性質のことである。マイナミック号が原因で起きた事故の原因の一つであると言われていま。この性質を調べるために私たちはシャルダーー型試験というものをやりました。シャルダーー型試験とは試験片の温度を目的の温度まで上げ、同じの試験片を使った同じの試験にセットする。その後ハンマーを148度から振り下ろし、試験片に当たった後、ハンマーがどの位置まで落ちてくるかを調べ、計算式に当てはめることで試験片を破壊するために要したエネルギーの大きさを調べる試験です。



図1
図2
図3
計算は本紙。(E= $\frac{1}{2}mv^2$)

2.2. 変態を持つ物質

は角度が出れば計算結果がすぐわかる表を利用した。今回利用した表は 80400 種類、80821EL の三種類のものである。80400 種類は液体培養の容器に替わるもので、80821EL は立方体を造る時に用いるもので、80821EL は立方体や液体培養の容器に替わる。試験の前準備としては、液体培養の必要エネルギーは細胞それぞれよりも大きかったが、温度による変動はほとんど同じであり、材料面で必要エネルギーが大きいと考えている。(下部4番のグラフ) それに対して 80821EL は温度による変動がほとんどないという結果になった。(下部4番のグラフ)

筑波研究所材料部
1号とコシヒカリは見ただけで区別をすることが難しい。だから、DNA鑑定で判別した。

2. コシヒカリとコシヒカリ環1号のDNA鑑定

2.1. 目的
見ただけでは見分けることが難しい、コシヒカリとコシヒカリ環1号の区別するため。

DNA鑑定は、
DNA抽出
↓
PCRと制限処理
↓
電気泳動

2.2. DNA抽出


1. 葉が入ったチューブにジルコニアビーズをいれ、DNA抽出 buffer を400 μ lいれる。
2. 破砕機を使って葉を粉砕する。
3. 遠心の懸濁液を沈殿させる。
4. イソプロパノールを100 μ l 入れたエッペンチューブに、サンプルの上澄み液を100 μ lいれ、混合する。
5. 遠心分離によってDNAを沈殿させる。
6. 上澄み液を出来る限り除去。沈殿物にエタノールを垂らす。
7. 上澄み液を出来る限りのぞき、余分なエタノールを完全に飛ばす。
8. 沈殿したDNAにTE buffer を100 μ lいれ、よくピペティングして、DNAを溶解する。
9. DNA溶液は4℃の冷蔵庫で保存。

PCR方法
まず反応液を作る

1サンプルあたり	PCR プレミックス試薬	5.0 μ l
	10 μ M Fwd プライマー	0.5 μ l
	10 μ M Rev プライマー	0.5 μ l
	滅菌水	3.9 μ l
	DNA	0.5 μ l
	合計	10 μ l

マスターミックス(10サンプル)を作り、各チューブに4.5 μ lずつ分注する。その後、DNAを0.5 μ lづつ、ピペティングする。

次に、サーマルサイクラーで遺伝子を増幅させる。サーマルサイクラーはPCRを行う機械のこと。



このように設定した時間通りに反応が行われる

2.3. 培養

*増殖細胞
大の増殖細胞(MDCK細胞)が培養細胞として多くつかわれる。
シャーレにてMDCK細胞をいれ、ウイルスを量らす(この時点ではたぶん細胞がシャーレの底に張り付いている。)
一だんだん細胞が小さくなり崩れたかたまりとなり浮いてくる。

*MDCK細胞: Madin-Darby-Canine-Kidney-Cell
イヌ腎臓上皮細胞(上皮細胞由来の細胞株)
Caco-2細胞(ヒト結腸ガン由来細胞)が培養に3週間必要なのに対し、MDCK細胞は3日で培養できる。
また、ここにVenusという蛍光タンパク質をいれて見る蛍光を確認することでその細胞がウイルスに感染しているかがよりはっきりわかる。
*Venus: 緑色蛍光タンパク質(GFP)を発色型を形成する効率が遅いため、オノライヴ由来の変異GFPにアミノ酸置換を導入し、新たな変異GFPであるVenusを開発した。

ネウウイルス
ネウウイルスのタマゴにウイルスを注射し、タマゴのなかで培養する。
培養してから約21日でヒコゴが出来上がるが、ウイルスを分離するのは受精後10日目のタマゴ殻に小さな穴をあけ、注射器で小量にウイルスを注射する。

3. 施設見学
病原体のリスクの程度がWHOの階級に基づき4段階に分けられており、各施設で扱ってよいレベルが指定されている。(危険度はBSLという単位で示される。下記参照)

BSL
BSL1
BSL2
BSL3
BSL4

BSL1: 危険度は低い。一般の細菌やウイルスを扱う。例: 大腸菌、ブドウ球菌。
BSL2: 危険度は中程度。感染性のある細菌やウイルスを扱う。例: 肺炎球菌、HIV。
BSL3: 危険度は高い。空気感染する細菌やウイルスを扱う。例: 結核菌、狂犬病ウイルス。
BSL4: 危険度は非常に高い。致死性のある病原体を扱う。例: エボラウイルス、マールブルグウイルス。

3.1. マウスによる動物実験
この施設ではBSL3の研究がおこなわれている。中にはパスワード認証と手の消毒、監視カメラがついており、入室者、退出者はすべて記録されている。

今回の物質・材料研究機構の前で多くの研究所にご指導いただいたが、レポートには特に私が興味を持った、午前の金属の不思議に絞ってレポートを書いた。過度に写真も活用し、説明を受けたことのない人でもわかるような文章を心がけて書いた。
主に、1日目の熱伝導では金属とダイヤモンドについて、2つめの焼入れと焼戻しでは熱処理をした後の金属の変化について、3日目の金属の強度では、クランプ試験というものがどのようなものか、その試験がどう行われるのかをまとめた。

1. 金属の不思議

・1. 5種類の金属
(写真1)より左から銅、アルミニウム、ステンレス、ピアノ線(鉄+炭素)、真鍮である。



(写真1) 5種類の金属

・2. 熱伝導
どの金属がよく熱を伝すか予想してから、金属の中央を指で持ち、ガスバーナーで端を加熱した。そして熱が指に伝わる速さを確かめた。熱伝導の性質が強いものから、銅→真鍮→アルミニウム→ピアノ線→ステンレスだった。金属が熱伝導の性質を持つのは自由電子が動き回るからである。電気伝導性を持つのもこのためである。しかし金属を上回る熱伝導性を持つのがダイヤモンドである。ダイヤモンドには自由電子はないが、結晶格子の結合がとて強いため振動(熱)がよく伝わるのである(写真2)。



(写真2) 焼入れと焼戻し
ガスバーナーの800℃の火に金属を入れてから急冷することを入りかきという。曲げることができた金属の表面が固くなる、曲げようとするとき折れた(写真3)。

焼入れ後折れたピアノ線(左)

図2は、焼入れと焼戻しについて説明を受けた後、実験で金属の熱伝導を調べた様子。銅が最も熱を伝わりやすかった。また、焼入れと焼戻しの実験も行われ、焼入れ後の金属は硬くなり、曲げようとするとき折れた。焼戻し後の金属は柔らかくなり、曲げやすくなった。

4.1. 植物に欠かせない光合成
私たちは、葉について説明を受けた後、実験で光合成の実験を行った。
*方法
*用いる機械(肉厚葉光合成測定装置)
チャンパー(器)内で葉に紫外線をあてて、空気中の二酸化炭素の減少から光合成速度を測定する。
土壌中に置いてあったビーの蓋の一部を、チャンパーに取り付ける。
エコセンサーを利用して熱伝導を測定し、それをおける光合成速度を調べる。

してデータを扱おうと思う。

4.2. 4つの品種の比較
次に、実験室へ出て、ナシの品種の比較を行った。この実験では「平瀬栽培」でナシを栽培していた。この品種の葉の光合成のときに葉の面積を測る。葉が落下するのを防ぐことができる。また、葉が平らに伸びるので、より広い面積に太陽光を当てることができ、したがって、この品種は費用が高いため、あまり好まれない可能性がある。
今回比較した品種は、収穫時期が早い順に「早生」「豊実」「秋実」「豊水」の4つだ。これらを葉積・熱度・湿度・食味の違いから比較した。

回5.5 μ l計
回6.5 μ l計
回7.10.0 μ l計
回8.10.0 μ l計

品種	早生	豊実	秋実	豊水
収穫時期	8月10日	8月15日	8月20日	8月25日
葉積	6.4	6.8	7.2	7.6
熱度	13.8	13.5	13.3	13.0
湿度	5.29	4.8	5.1	4.7
食味	13.5	13.0	12.5	12.0
食味	4.5	4.0	4.5	4.0

上のグラフは、葉積は光合成速度(単位時間あたりの光合成量)を、熱度は気温(単位時間あたりの気温)を示している。横軸は時間経過を示している。縦軸は数値は計測した数値を、そして異なるグラフはそれぞれ異なる品種を示している。

(参考) 早生: 熱度: 12 湿度: 4.8

実験研究学際部門
●経歴

	100℃	90℃	強さ(強度)			
			SS400	SS316L		
A	SS400	341.6	439.6	109.9	109.4	75.4
	粗粒材	0.36	0.16	97.94	73.74	159.28
B	SS400	340.6	338.1	109.3	73.5	69.6
	粗粒材	0.45	0.04	78.03	183.92	234.36
C	SS316L	34.0	88.0	40.9	65.9	45.8
	粗粒材	261.06	200.80	243.43	228.94	149.91

粗粒材：黄色、脆性破壊：赤、中間型：緑

破断した試験片の写真。並び方は上の表と同じ。
A: 195℃の破断面 B: 50℃ C: 100℃

強度が温度にどう変化するかをグラフで確認。

- SS400粗粒材(FCC)
- SS400細粒材(FCC)
- SS316L(BCC)
- FCC: 体心立方格子構造
- BCC: 面心立方格子構造
- 脆性破壊
- DBTT(Ductile-Brittle Transition Temperature): 脆性-脆性遷移温度。0度付近であることが多い。この温度を境に脆性が著しく変化する人が多い。

●試験

- 面心立方格子構造のほうが体心立方格子構造よりも脆性に弱んでいると思われる。
- 結晶サイズが小さいほどDBTTが低く、より低温に強いが、-50℃を下回ることは少ない。
- 一般構造用フェライト鋼は脆いがその分動性が低く、低温になると破断しやすい。

●試験片 A(SS400 粗粒材)
: 195℃、-50℃では金属片にゆがみは見られず、V字切れ込みの真下の部分が破断していた(右写真)。
また、ほかの金属片よりも高い温度で脆性破壊が起こっていた。

●試験片 B(SS400 粗粒材)
: 金属片 A と物質は同じだが、より低温まで応力を保持した。約-50℃(実際は約-48℃)で中間的な破断面が見られた。この破断では、大部分は脆性破壊のようにきれいに破断しているが(写真青丸)、つながっている部分付近で金属の歪みが見られた(写真赤丸)。

●試験片 C(SS316L)
: オブテが脆性破壊が起こり、特にDBTTと思われる温度ではなく、強度を維持した。破断面は、試験片側面の歪み(黄矢印)だけでなく、V字切れ込み付近のしわ(青丸)やV字切れ込みの反対側の歪みなど(赤丸)が見られた。

●全体を通して
: 表、グラフより、強度はSS400粗粒材<SS400細粒材<SS316Lである。
: 温度が高いほどハンマーの振り角が大きくなり、エネルギー吸収量が大きい。
: SS400を比較すると、粗粒材よりも細粒材のほうが強度が高く、DBTTも低い。-50℃付近になるとほぼ変わらない。
: Cは-195℃~100℃までの間では脆性-脆性遷移は見られなかった。

実験研究学際部門

●ダイヤモンド
: 天然のものと人工的に作ることができる。作り方は、まず炭素が入っているガスから装置を使って炭素を分離する。そして、それを冷やすと人工ダイヤモンドができる。今では天然のものほとんど変わらない。むしろ天然のより純度や強度が高いものがある。ダイヤモンドは純度や結晶性を高くして半導体として利用できる。太陽光パネルを使用する際の電気の供給に利用できる。仕組みとしては、層の2か所に太陽光パネルがあると、片方の電気が層間で発生できないとき、その層に熱を発生するもう一方から電気を送る。そして逆のときは、半導体の性質を利用して逆方向に電気を送るといった仕組み。

●4.1 磁場共用ステーション
ここでは、強磁場ハイブリッドマグネットという、抵抗があるマグネットと超伝導のマグネットが組み合わさったマグネットの見学をした。(図2 写真13参照)

図2

このマグネットには、もちろんコイルが使われているが、ピットマンコイルという種類のものが使われている。(写真13参照)

●写真12
このマグネットには、もちろんコイルが使われているが、ピットマンコイルという種類のものが使われている。(写真13参照)

●写真13
細い断面のようなところでは500chの冷却水が流れ、円のところでコイルをしめている。また、コイル状になるようにところどころに絶縁体がある。そして、熱が発生してマグネットが壊れてしまわないように液体ヘリウムを注ぎ込んでいる。これは、3000円以上するので100%リサイクルして使用している。発熱を抑えられれば、電圧が強くて強い磁場が発生させられる。これは、最大35テスラまで出せ、特産の磁石(0.1テスラ)の350倍の磁力である。

●3.2 モイスチャーセンサ
また、モイスチャーセンサ(写真10.11参照) 気を感じるセンサも見学してきた。これは、その湿度がどれくらい大きいかも測ることができる。これを利用して、ホテルの観音がいつも曇らないようにする装置が常に起動している状態にならないようにうまく調整、湿度を抑えたりできる。

●写真9

●3.3 ダイヤモンドの製作について
ダイヤモンドは人工的に作ることができる。作り方は、まず炭素が入っているガスから装置を使って炭素を分離する。そして、それを冷やすと人工ダイヤモンドができる。今では天然のものほとんど変わらない。むしろ天然のより純度や強度が高いものがある。ダイヤモンドは純度や結晶性を高くして半導体として利用できる。太陽光パネルを使用する際の電気の供給に利用できる。仕組みとしては、層の2か所に太陽光パネルがあると、片方の電気が層間で発生できないとき、その層に熱を発生するもう一方から電気を送る。そして逆のときは、半導体の性質を利用して逆方向に電気を送るといった仕組み。

●写真10

●写真11

実験研究学際部門
●4.1 概観

Belle 実験をアップグレードし、さらに新しい物理法則を発見することを目的とする Belle II 実験のための測定器 (図14)。

●4.2 仕組み

測定器中心で電子ビームと陽電子ビームが衝突してB中間子が発生する。この飛出物に中性中間子の粒子を検出する。この検出に、ヨウ化セシウム結晶などでできたシンチレータを用いている。また、粒子加速において

●4.3 年表

- 1964 K中間子の崩壊によりCP対称性の破れが発見される。
- 1973 クォークが6種類存在することによりCP対称性の破れが起こるとする「小林・益川理論」発表
- 1994 KEKB加速器とBelle測定器の建設開始
- 1999 Belle 実験開始
- 2001 B中間子におけるCP対称性の破れを実証、KEKB加速器が世界最高エネルギーの加速器として稼働開始
- 2008 小林・益川氏にノーベル物理学賞
- 2010 Belle 実験終了
- 2016 SuperKEKB加速器が稼働
- 2017 Belle II測定器がデータ取得開始予定

●5. 講義: 「素粒子と宇宙」

講義の要点

- 素粒子は、素粒子より大きい波長の光では見えません。そのため、巨大な加速器が必要。
- 素粒子物理学の基礎とされている「標準理論」は不十分。パラメーターが多すぎる。
- 今後、標準理論では説明できない「例外」を追求していくことで、最終的に、全宇宙にある1つの方程式で表現することを目指す。
- ヒッグス粒子、重力波、ニュートリノ振動、暗黒物質、などが「例外」にある。
- 新しい物理学が始まるようにしている。
- 宇宙は不可解なことだらけであり、逆にその「不可解なこと」が、宇宙を支えているとも考えられる。
- 素粒子物理学が進歩する。

●6. おわりに

今回の実習では、宇宙論に関する実習や加速器の見学を通して、素粒子物理学の世界が少し変わったような気がする。今まで、素粒子物理学は、難しく、よく理解できない分野だったが、実習を通して、素粒子について深く調べてみることにした。これからどんな事実が明らかになっていくのか楽しみだ。

●謝辞

この度は私たちに貴重な研究時間をささ、研究内容について、わかりやすく、詳しく教えていただきました。感謝申し上げます。今後の学習に活かしていきたいです。

●【参考文献について】

- 実習中に配布された資料、パンフレットを参考にしました。また、レポート本文中に画像を引用した部分があります。

実験研究学際部門

●2 高電圧電源を電源に接続
この時、配線がしっかり出来ているかどうか電圧を変えて電圧が正しい値を示すかどうか確認する。

●3 信号出力部をオシロスコープに接続

●4 オシロスコープに表示された信号を観察する
これら
・シンチレータ2つ重ねて
・2つ重ねて高電圧線の長さを変えて
・シンチレータの長さを変えて
この3つでも行う

●結果
オシロスコープでパルス信号が観測できた。

●またこの信号の大きさにかなりの差があった。

●2つ重ねて観測した結果
2つのパルス信号が同時に観測されることもあれば、どちらか一方しか観測されなかったこともあった。

●2つ重ねて高電圧線の長さを変えて観測した結果
2つのパルス信号が少しの時間差を持って観測された。短形は同軸ケーブル内を1m進むのに50nsかかる。このことからパルス信号の時間差を利用して、ケーブルの長さの差を計算することが出来た。

●パルス信号
●二つのパルス信号

●シンチレータの長さを変えて観測した結果
上と同様、時間差のある2つのパルス信号が観測された。長いシンチレータのどの部分に短いシンチレータを置くかでその時間差の大きさが変わった。

●3.2 様々な施設の見学
●フォトファクトリーの見学
放射科学研究所と呼ばれるこの施設では、微小なものを調べるために必要な波長の短いX線の研究が行われている。

●内部の様子

●70Å程度の長さのX線を発生させるために、ここでは高速で直進する電子に磁場をかけ曲げることでX線を出し、それを集めるという方法で行われている。

上の図をつなぎ目のようにして、出るX線を効率よく集めている。

●そして集めたX線を
・分析、散乱
・分光