

## 所長メッセージ

関西研(木津地区)のある「けいはんな学研都市」は、1987年(昭和62年)の関西文化学術研究都市施設促進法の施行以来、産学官民連携のもとに事業が進められ、間もなく30周年を迎えようとしています。都市全体の総面積は15,000ha、そのうち、各地域に12のクラスターとして配置された文化学術研究地区は3,600haあり、筑波研究学園都市(2,700ha)と並んで、世界的にみても最大級の規模を有するサイエンスシティです。2015年末現在で、立地施設は129に及び、そこで働く研究者等の人口は約7,800人、都市全体の人口としては25万人に達しようとしています。

「けいはんな学研都市」では、約10年ごとに「ステージプラン」が策定されてきましたが、新しいステージに入った平成28年度からは「新たな都市創造プラン」として、「科学技術と文化の融合で知のフロンティアを開拓」「オープンイノベーションで世界に展開」「相乗効果を生み出すネットワーク型運営体制の構築」などに取り組むことが掲げられています。また、これらの一環として、「京都スマートシティエキスポ」や「けいはんな情報通信オープンラボ」をはじめとして、様々なシンポジウム等の活動がこれまでも増して活発化しています。

「イノベーションとは突然変異だ」と言った人がいますが、異分野との交流や融合にこそ、イノベーションの芽になるものが数多く存在しているはずです。関西研としても、上記の活動に積極的に参画し、学研都市の発展に貢献するとともに、常に最先端の科学技術や社会動向に対しての感度の高いアンテナを張り続けていたいと思っています。

【内海 渉】

## 6月の主な動き

- 5月29日～6月3日 齋藤 寛之 上席研究員が国際会議THERMEC'2016にて招待講演(Graz、オーストリア)
- 6月1日～3日 京都スマートシティエキスポ2016に出展
- 6月2日 第5回KPSIセミナー 大友康平助教 川上 良介助教（北海道大学 電子科学研究所）
- 6月5日～10日 CLEO2016にて錦野 将元サブリーダーが招待講演他、合計4件の講演(サンノゼ・米国)
- 6月15日～16日 佐々木 茂美 広島大学名誉教授招聘セミナー及び意見交換会(播磨)
- 6月21日 第6回KPSIセミナー 渡辺 純二 准教授(大阪大学 大学院生命機能研究科)
- 6月23日 文部科学省科学技術・学術政策局 伊藤 洋一 局長 関西研(木津)視察
- 6月26日 近隣地区自治会施設見学会(木津)
- 6月27日 総合科学技術・イノベーション会議 久間 和生議員 関西研(木津)視察
- 6月30日 第7回KPSIセミナー Julien FUCHS博士 (LULI, École Polytechnique, CNRS、フランス)

## 今後の主な予定

- 7月4日～6日 ブラノフ セルゲイ任期制職員、第43回欧州物理学会(EPS) Hannes Alfvén賞 受賞 (ベルギーにて受賞講演)
- 7月7日 第8回KPSIセミナー坂倉 政明 特定准教授(京都大学)
- 7月12日～13日 生物・光源・物性の若手を含む合同合宿勉強会(播磨)
- 7月30日～31日 科学技術館において開催される「青少年のための科学の祭典」全国大会に参加

関西研ホームページ <http://www.kansai.qst.go.jp/>

### (第180回) 運命は有限の速度を持つのか

日時：平成28年7月8日（金）（14:00～14:50）

会場：管理棟 大会議室

光は波長と位相で表されます。ある位置で光の位相を求めることが出来れば、遠く離れた場所の位相も算出することが出来ます。

ある場所で光が生まれた時、波長と位相が決まれば、その瞬間にどんなに遠く離れた場所においても位相（運命）が決まってしまうはずですが、すなわち、遠く離れた場所における位相（運命）は光が生まれた瞬間に決まってしまうことになります。

光は1秒間に地球を7周半する速さで伝わることはよく知られています。はたして、位相の情報（運命）が伝わる速さは光よりも速いのでしょうか。

今回は、このなんだかよくわからない話を参加者の皆様と一緒に考えてみたいと思います。

キーワード： 光、位相、量子



水面の波紋

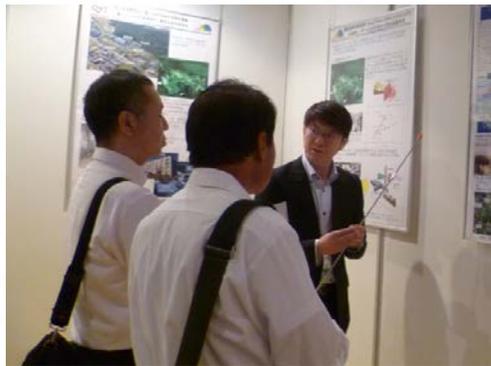
講師：加道 雅孝 室長代理（量子ビーム科学研究部門 研究企画室）

## 京都スマートシティエキスポ2016



関西光科学研究所は6月1～3日にかけて、国立京都国際会館およびKICKIにて開催された京都スマートシティエキスポ2016に参加しました。

今回は、量子科学技術研究開発機構関西研として初の出展となり、自治体や地元立地企業並びに来場者の皆様へ移管統合による新法人の発足やきつづ光科学館ふおとんについて、また、関西研で実施している高強度レーザー開発およびレーザーによる産業・医療応用等についてパネルやムービーを用いて紹介しました。



【関西研の展示ブース】



【関西研実験棟見学】

来場者の方からは、難しそうなお名前ですねという意見が多くありましたが、原子を構成する粒子の振る舞いを描く量子科学(力学)と、それらを利用したレーザー光の発生について説明し、理解を深めて頂きました。

【量子ビーム科学研究部門 研究企画室 岡田 大】

## レーザーラボ、再始動しました

6月2日、同志社国際中高生16名、翌6月3日、和歌山県立向陽高校1年生62名見学のおり、レーザーラボでの実演を5年ぶりに再開しました。

まずは、ラボ室内のNd:YAGレーザーを発振、エアブレイクダウンで生徒さん達をお出迎え。

予想通りの歓声を頂いた後、He-Neレーザーを用いての偏光実験(こちらも軽いどよめき)、スペクトルカメラによる白熱球やLED光の分光観察などを行いました。

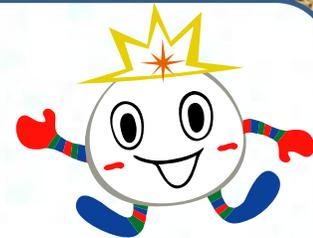
ラボ終演後、お土産用の分光シートを手に入れた会場(光の技術ゾーン)を後にする生徒さん達を見送りつつ、確かな手応えを感じるスタッフでありました☆



<http://www.kansai.qst.go.jp/kids-photon/>



## 父の日イベント開催しました



6月12日、父の日(6月19日)の工作としてガラス絵具の「似顔絵シール」を作成しました。

午前の部10名、午後の部10名、開館前から近所の梅美台小学校の子供たちがたくさん並び、あっという間に定員になりました。

残念ながら参加できなかったお子さんにもご家族への「お絵かきメッセージ用紙」をお渡しし喜んでもらえました。

今回使用したガラス絵具は木工ボンドのような絵具で、固まると透過します。窓ガラスに張って光を透過させるとスタンドグラスとしても楽しめ、とても人気がありました。

今後も新しい工作に取り組んでいけたらと思います♪



入場無料です。

## 研究紹介 高強度テラヘルツ光の発生とその応用

現在、電波領域からX線やガンマ線に至る広範囲の波長領域の電磁波(光)が実験室で利用できるようになりました。図1に示す様に、各波長領域の光はそれぞれ異なる分子や分子集団の運動を観測し、制御するために用いられますが、我々の中でも**テラヘルツ(THz)**周波数領域に着目し、テラヘルツ高強度レーザー光の発生とその応用研究に挑戦しています。

テラヘルツ光は電波と光に挟まれた帯域の周波数を持ち、永らく電磁波の「未踏領域」とされてきました。しかし近年、テラヘルツ光の発生・検出技術、及びその応用に関する研究が飛躍的に進展し、固体物性の解明、分光学的研究といった基礎科学だけでなく、テラヘルツイメージングを中心とした品質検査、セキュリティ等の応用科学の領域までテラヘルツ光の利用範囲は広がっています。我々は、固体及び液体物性の分析手段としてのテラヘルツ分光法の開発を推進し、さらに物質制御を目指したテラヘルツ光の高強度化を行っています。

図2の写真に示す様なクリーン度の高い実験室で、高強度超短パルス(ピコ～フェムト秒)光源の開発と、それを励起光源として用いた強いテラヘルツ光の発生を試みています。最近我々は、質の高いテラヘルツ光を高効率で発生する小型平板チップ型デバイスの開発に成功しました(図3: Tsubouchi *et al.* Opt. Lett. **39**, 5439 (2014))。開発したテラヘルツ光発生装置を用いて、テラヘルツ光用の新規光学デバイスの開発、太陽電池等の電子デバイス非破壊検査につながる半導体光誘起キャリアダイナミクスの観測、化学反応の源であるイオン水溶液内水素結合ダイナミクスの解明等の研究を精力的に行っています。

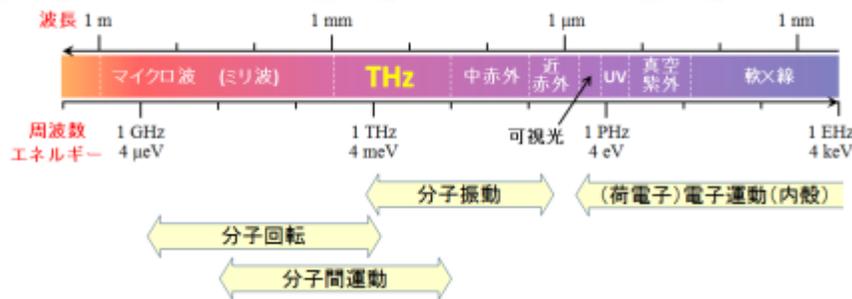


図1: 電磁波(光)の周波数帯と対応する分子・分子集団の運動



図2: 実験室の外観図

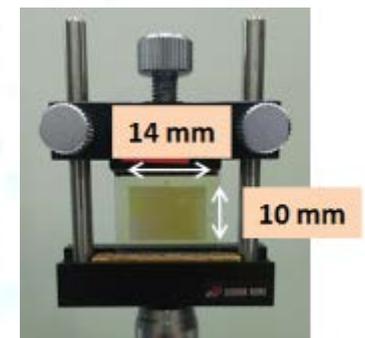


図3: テラヘルツ光発生デバイス

【光量子科学研究部 超高速光物性研究グループ 坪内雅明】

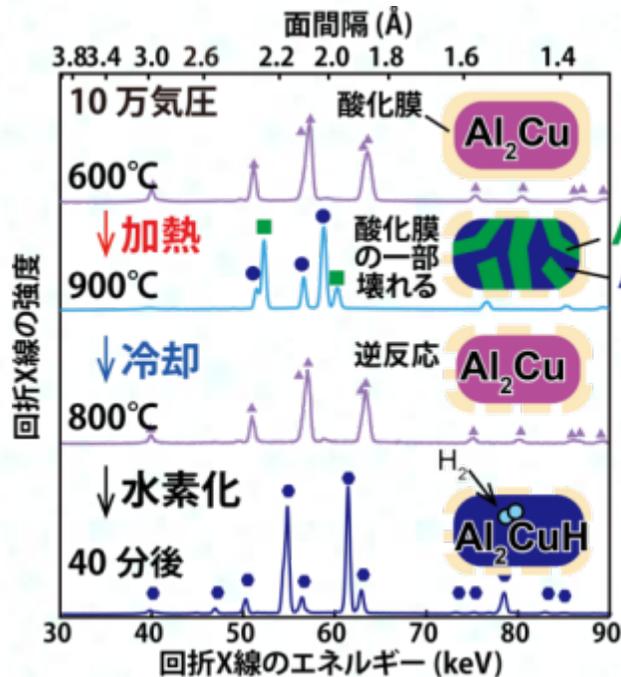
## 研究紹介 水素を蓄える軽い材料を探す

軽量な水素貯蔵合金を創りたい → アルミを原料に使えないか？

## 開発のポイント

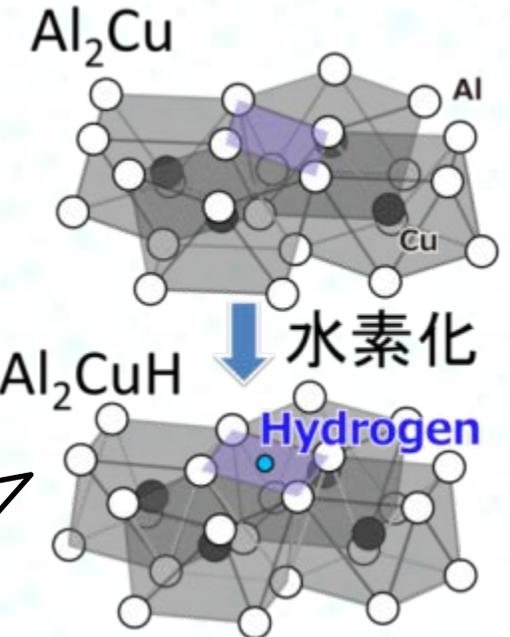
- ・水素の入る場所があるアルミと銅の合金を使う
- ・水素貯蔵合金ができやすい高温高压で合成
- ・放射光で見ながら創る

高温高压装置



放射光で見ながら高温高压下で創る ← 作戦成功

アルミと銅の合金の隙間に水素が入る ← 予想通り



アルミ系水素貯蔵合金が合成可能であることを初めて示した。

→ 軽量・安価な水素貯蔵材料の研究にブレークスルー！

【放射光科学研究センター高圧・応力科学研究グループ 齋藤寛之】

## 研究紹介 健康長寿社会を支える非侵襲生体センシングデバイスの開発

レーザー医療応用研究グループでは、先端固体レーザーと光パラメトリック発振技術を融合することにより、従来の黒体放射に比べて10億倍も強い尖塔出力を有する中赤外レーザーの発生に成功しました。このレーザーを用いて手のひらサイズの新侵襲血糖値センサーをはじめ、さまざまな非侵襲生体センシングデバイスの開発を行っています。

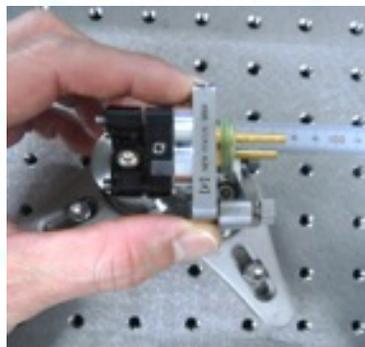
なかでも、世界で約4億2,000万人と見られる糖尿病患者は指などを針で穿刺して血糖測定を行わなければならない、苦痛や精神的ストレス、さらに感染症の危険を伴うなどの多くの問題をかかえています。このため、各種の光を用いる非侵襲血糖測定技術について20数年にわたり世界中の多くの研究機関や企業などで熾烈な開発競争が行われてきましたが、いまだ臨床に求められる測定技術は実用化されていません。

我々は中赤外レーザーを用いた手のひらサイズの新侵襲血糖値センサーの開発に成功し、採血型自己血糖計(SMBG)との比較検証を行ったところ、複数の健常者に対して臨床に求められる測定精度を満たすことを確認しました。

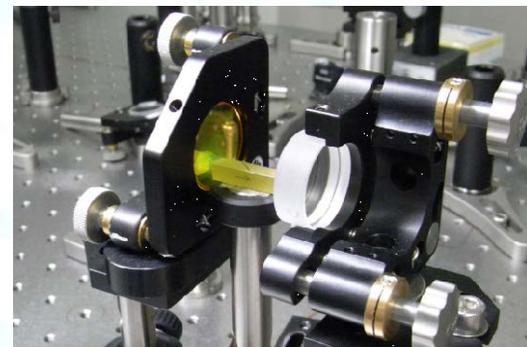
この開発により、従来の採血型自己血糖計(SMBG)に代わり糖尿病患者が痛みを伴わず日常の血糖値管理ができるようになれば、患者のQOL向上につながります。さらに非侵襲の特長を生かして会社や公共施設、ドラッグストアなどに設置できれば、健常者の予防意識を高めて糖尿病人口の増加を抑制することも期待できます。



針を刺さず採血が不要。  
指で触れるだけで血糖値  
が測定できます。



超小型マイクロチップYb:YAGレーザー（左）と  
光パラメトリック発振器（右）



【量子生命科学部 レーザー医療応用研究グループ 山川 考一】

## 量子と「いきもの」—歴史・科学・技術—

## 第二話 植物—「動けないいきもの」ゆえの“悩み”？

第一話では、植物が太陽からの光のエネルギーを“食べ”て、「糖」をつくることをお話しました。ただ、私たち動物と違うのは、食べるのをやめる(日かげに行く)ことができないところです。特に夏至の今頃から秋にかけての季節は、日差しが一年のうちで最も強くなります。

光は「エネルギーのかたまり—量子—」ですから、必要以上の光が葉に入り込むのは良いわけがありません。そうかといって、お天道さまに不満をいうわけにもいきません。

小題に、植物は「動けないいきもの」と書きましたが、根をはった場所から動けないだけで、その他の部分はゆっくり動きます。一番わかりやすいのはツル性植物でしょうか。筆者が育てているゴーヤーなど、苗を植えた翌日には棒を見つけて巻きついていきます。まるでツル先にセンサーがあるかのようです。では、過剰な光に対してはどうしているかといいますと、ある種の植物は、葉の表面を太陽光線と平行に近づけることで光を避けることが知られています。場所を移動できなくても、その身をくねらすことによって環境の変化に対応しているのです。(次ページに続く)



蝸牛(かぎゅう)(東大寺境内)  
大好きな雨の日まで、葉っぱの下でしばしオヤスミ。

皆さまもぜひ、道端や公園の草木を観察してみてください。例えば、朝・昼・晩と時間をあけて写真を撮ってみると、成長はもちろん動いた様子もとらえることができるでしょう。植物は「“微動”物」。私たちと同じように懸命に生きています。

これまで「光と植物」、なかでも太陽光との関係について簡単にお話ししました。ここからは、光そのものについてもう少し詳しく説明していきます。一概に「光」といっても種類はひとつではありません。

前述のように、光は「エネルギーのかたまり」ですが、その「かたまり」の大きさがいろいろあるのです。太陽光は様々な大きさのエネルギーをもつ光(単色光)を無数に含んでおります。光と似た性質をもつ「音」と比較してみますと、単色光はピアノの鍵盤ひとつを押さえたときの「単音」、太陽光は、88鍵全部を一気に鳴らしたような「和音」(あまり聴きたくないですが・・・)に相当します。

ちなみに、光のスペクトル(どんな単色光がどれだけ含まれているか)を調べることで物の性質を調べる学問を「分光学」といいますが、この分野にオングストロームという19世紀に活躍した有名な物理学者がいます。ちょうど今頃6月21日が命日ですので、今回は博士の研究分野とも関係が深い、太陽光のスペクトルに関連したお話をしたいと思えます。



#### 雨の朝。いざ出勤！

民俗学者、柳田國男の研究(蝸牛考)によると、蝸牛の方言は京都を中心に同心円状に分布していて、三百以上の異称があるそうです。近畿はデテムシ系、中部・中国はマイマイ系、関東・四国はカタツムリ系、東北・九州ではツブリ、ナメクジ系です。都で言葉が生まれ、池にできた同心円状の波のように、周辺に伝播していったと考えられます。余談ですが、光や音も波のように伝搬する性質をもっています。

## 光技術の医療応用(その2)

光技術の医療応用「細胞を生きたまま観察できるレーザープラズマ軟X線顕微鏡の開発」について紹介します。  
 高輝度で短パルスという特徴を持つレーザープラズマ軟X線源と培養中の細胞をそのまま観察できる密着法を組み合わせるとともに、同一の細胞を軟X線顕微鏡と蛍光顕微鏡で同時に観察する相関顕微法を考案することによりレーザープラズマ軟X線顕微鏡を完成しました。レーザープラズマ軟X線顕微鏡を開発することで生きている細胞内のミトコンドリアの構造をそのままの状態を観察することができるようになりました。今後、様々な生命現象の観察を通じて生命科学研究への貢献が期待できます。

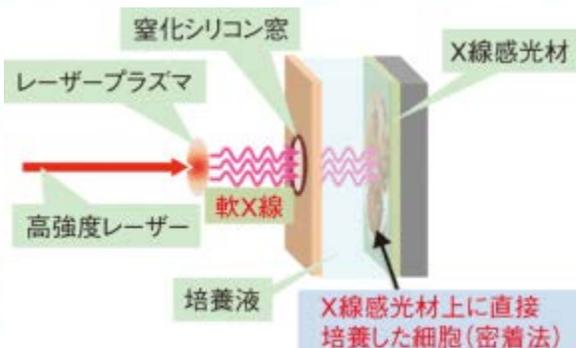


図1 レーザープラズマ軟X線顕微鏡の原理図  
 高強度レーザーにより生成したレーザープラズマから発生した軟X線をX線感光材上に培養した細胞に照射します。

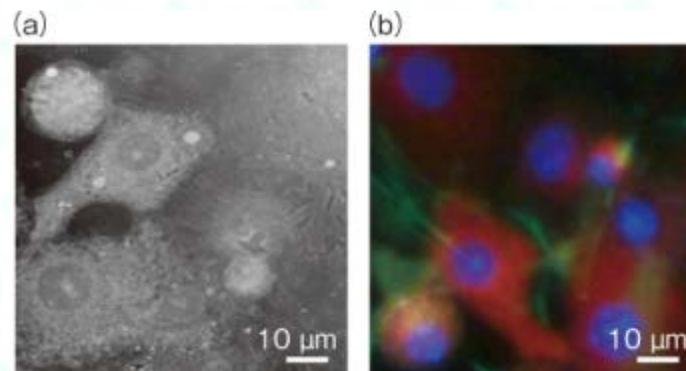


図2 生きている細胞の(a)軟X線像と(b)蛍光像  
 蛍光像で赤く光っているのがミトコンドリア、青く光っているのが細胞核、緑に光っているのが細胞骨格です。

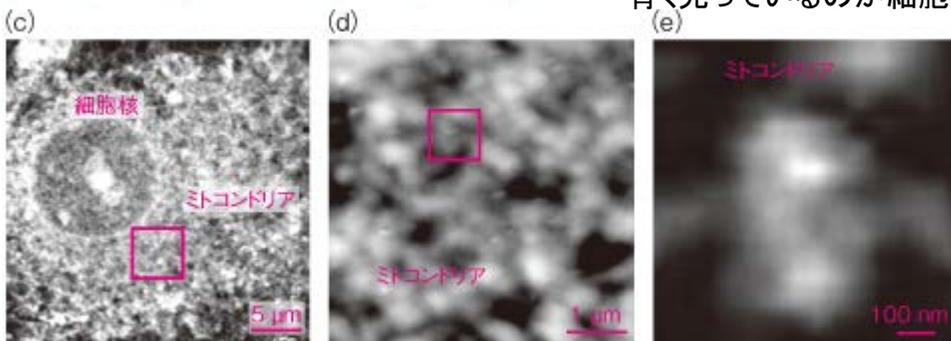
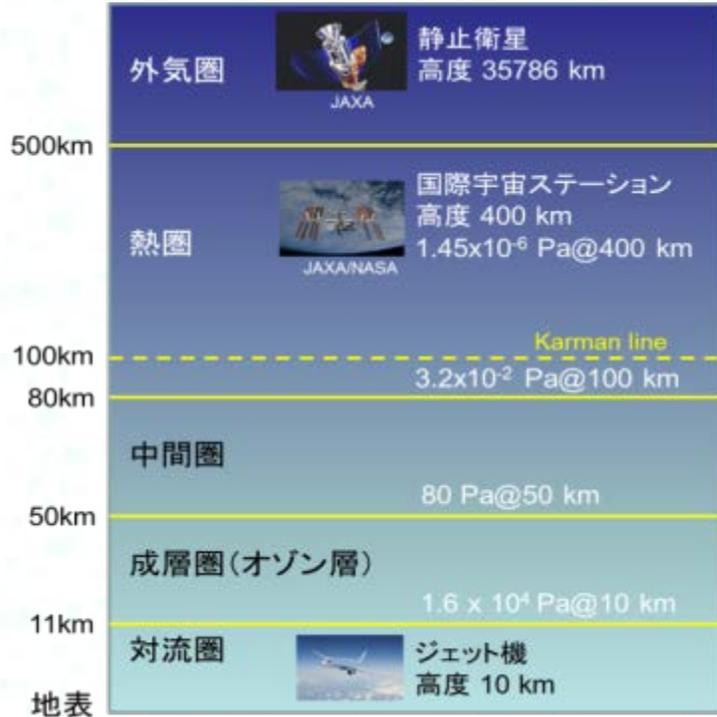


図3 レーザープラズマ軟X線顕微鏡による細胞の詳細な内部構造(c)、(d)及び(e)

## 真空四方山話

真空というと宇宙空間を連想します。図は大気の鉛直構造です。地表の気圧は $1.01 \times 10^5$  Pa(1気圧)ですが、高空ではどの程度になるでしょうか。



大気の鉛直構造と気圧

ジェット機の高度10kmあたりで $1.6 \times 10^4$ Pa(0.16気圧)程度ですからJIS区分では低真空です。オゾン層より高くなると中真空です。高度100kmをカーマン線といい、 $3.2 \times 10^{-2}$ Pa程度ですので、高真空になります。それより高いところを宇宙空間と呼びます。

高真空といえば相当な低圧と思われるかもしれませんが、真空に親しんだ人は $10^{-2}$ Paをひどく悪い真空と思うでしょう。JISの真空区分と真空経験者の感覚には大きな乖離があります。

国際宇宙ステーションの高度約400kmでは $1.45 \times 10^{-6}$ Pa程度で、超高真空に区分されますが、それでも $10^{-6}$ Pa程度の“悪い”真空ですので、飛翔体の表面には相対的に高速の多くの原子・分子が衝突し、その運動エネルギーの作用で表面劣化が加速されます。“悪い”真空なので、原子・分子ビーム装置を付加した超高真空装置を使えば、地上で材料劣化試験ができます。

静止衛星の高度は約36000kmで、気圧は測定不能です。ここまで来ると $10^{-9}$ Pa以下の極高真空となっていることでしょう。

山中 未来(やまなか みき)業務補助員

量子生命科学研究部生体分子シミュレーショングループ

H28年5月2日着任

5月よりお世話になっております山中未来です。

主に実験棟2階で分子生物学実験のお手伝いをさせていただいています。まだ不慣れな点もありご迷惑をおかけすることもあるかもしれませんが、よろしくお願いいたします。

- 好きなもの:猫、夕焼け
- 苦手なもの:むかで
- 趣味:トレッキング、サイクルロードレース観戦



曾爾高原の倶留尊山にハイキングに行きました



科学館に咲くハート形の紫陽花



関西研の紫陽花が開花



管理棟前に現れた野生の鹿



計算先端情報センター棟とストロベリームーン

【撮影:木津地区 管理部 庶務課】



淡路島のラベンダー畑



須磨離宮公園で見つけたアジサイ並木・バラ畑



【撮影：中山 宗吉】

編集後記：木津川市も梅雨を迎えました。足下が悪い日もありましたが、6月は207名もの方々に関西光科学研究所の施設見学にお越しいただきました。この場を借りて厚く御礼申し上げます。7月・8月は併設するきつづ光科学館ふおとんにてご家族向けのイベントを開催いたします。詳細は科学館HP(<http://www.kansai.qst.go.jp/kids-photon/>)でご確認ください。(庶務課)