



分子研時代の思い出：北川研での学び



久保 稔

(兵庫県立大学理学研究科 教授)

くぼ・みのる / 2003年3月北海道大学大学院理学研究科博士後期課程修了、博士(理学)。阪大・基礎工PD、分子研IMSフェロー、ノースイースタン大・物理PD(海外特別研究員)、JSTさきがけ研究員、理化学研究所専任研究員などを経て、2018年7月より現職。専門は、振動分光学、生物物理学。

私は2004年4月～2006年9月まで、北川 禎三先生のラマン分光の研究室でポスドクをしていました。私は2004年3月まで阪大(学振PD)で超高速分光の研究をしていましたが、その採用期間が終わろうとしていたときに北川先生に拾ってもらい、分子研に着任しました。当時の私は超高速分光への興味が強かったため、面接では「超高速分光の装置を立ち上げたい、ラマン分光でなく超高速分光をさせてほしい」と北川先生に申しました。失礼な発言をしましたが、北川先生に優しく諭していただき、ラマン分光を始めました。そうして始めたラマン分光は、ご縁あって今も主要な測定技術の一つとして使い続けています。

北川研に入って間もない頃、北川研の大先輩の中島 聡先生から私はこのように言われたことがあります。「北川研で成果を出せなかったら、それは自分のせいだからね！」当時北川研には、内田 毅助教をはじめ、日本人PD 5名、エジプト人PD 1名、マレーシア人PD 1名、中国人PD 1名、中国人学生3名と国際色豊かな大所帯でしたが、和気あいあいとしながらもアクティビティーの高い良い空間が出来ていました。北川先生のお人柄と素敵な秘書さん(神谷 美穂さん)のおかげであることは言うまでもありません。そんな居心地の良い場所に、十二分の研究予

算、充実した研究設備、自由な研究時間。文句なしの研究環境が整えられていました。研究に関しては、北川先生はほぼ完全に研究員各人に任せておられました。私は「CooAというタンパク質のラマン研究をしてほしい」という一点を与えられただけで、そこから先何をするのも自由でした。このことも又、「北川研で成果を出せなかったら、それは自分のせいだからね！」に繋がります。ここまで読んでいただけたらお分かりいただけると思いますが、私は「研究以外の悩みがない」という研究者にとって贅沢以外のなにものでもない体験をさせていただきました。

さて、CooAというタンパク質ですが、それは一酸化炭素CO存在下で活性化する転写調節因子です。青野 重利先生との共同研究であり、青野先生にも大変お世話になりました。CooAはヘムを用いてCOを検知します。そこで私は、ヘムに共鳴させた可視共鳴ラマン、タンパク質に分布する芳香族アミノ酸に共鳴させた紫外共鳴ラマン、ペプチド結合部位に共鳴させた紫外共鳴ラマン、標的DNAに共鳴させた紫外共鳴ラマンと、それこそ「ラマン」を勉強し使いたおしました。しかし、それでもラマンで分かることは限られていました。ほぼ同時期に秋山 修志さんがCooAのSAXSをされていましたが、あのような構造モデルを出せる研究を

羨ましいと思ったものです。私はラマンで分かったことを集めて何とか論文にまとめましたが、格好良いものでは無かったと思っています。

北川先生は時折り「分光はシャープに使いなさい」と言っておられました。その言葉は今の私にも響くものです。たとえばですが、X線結晶解析やクライオ電顕といった構造解析ツールは、どんな試料に対しても「構造」という明確なデータを与えてくれます。得られる情報はいつも有用です。でも分光は違います。問いと答えが明確でないスペクトルは、一次元を這う線に過ぎません。それでは見向きもしてもらえませんし、自己満足すらできないでしょう。逆に分光で無ければアプローチできない問題をスペクトルでスパッと解決したときは何とも気持ちの良いものです。CooAに対してもラマンをシャープに使うことが重要で、変異体をうまく使えばもっと格好良い研究が出来ていたかもしれません。そのような分光研究の肝を、私は若いうちに身を以て学ぶことができたと思っています。

もう一つ北川研で学ばせていただいたことを申しますと、それは研究者としてのクレジットです。北川研はラマン分光のトップの研究室の一つとして、非常に多くの共同研究を受け入れていました。世界的にも「北川研とSpiro研で測れないサンプルは、どこに持つ

て行っても測れない」と言われていました。投稿論文のreviewにおいては、Kitagawaの所のスペクトルだから大丈夫だろう、というコメントをもらった人は一人ではありません。そこまでのクレジットが築き上げられているのは、北川研の歴代の先輩方がきっちりしたスペクトルを測定してきたからです。生体試料の分光研究では、汚いバックグラウンドに埋もれそう(?)な微弱シグナルを拾い上げて勝負する曲面もありますので、きっちりしたスペクトルを出す習慣は大事です。私は学生や研究室員の持ってくるスペクトルを厳しく見るようにしています。

さて、CooAのラマン研究に区切り

をつけて次の職探しをしていた頃です。私は海外に行くかどうかを迷っていました。当時、阪大助教に応募するお話も受けていましたので相当迷いました。そんな時、北川研の大先輩の高橋 聡先生に電話で相談をすることがありました。情熱溢れた高橋先生からは「僕は海外で苦労したことの無い人は研究者として認めない!」と直球ど真ん中ストライクの激励をいただきまして、その言葉を胸に私は超高速分光で有名なPaul Champion先生のもとへと飛びました。私が渡米を決めた頃、同僚の當舎 武彦さんも渡米前でした。私たち二人は北川先生から「君たちの年齢(30代前半) だったら日本に戻ってく

るとしたら准教授職になるだろうから、NatureかScienceを出さないと戻って来られないだろうね。」という緊張感をもったお言葉をいただきました。當舎さんとは、PNASじゃだめかなあ、と半分冗談半分本気の話をしていたのを覚えています。

以上、当時の思い出を述べさせていただきました。改めて振り返りますと、分子研時代は自分に初めて研究というものを教えてくれた日々であったと思います。北川先生にこの場を借りてお礼申し上げますとともに、分子科学のメッカである分子研の益々のご発展をお祈り申し上げます。



この10年で1 cm



伏谷 瑞穂

(名古屋大学大学院理学研究科 准教授)

ふしたに・みずほ / 2002年 京都大学大学院 理学研究科 化学専攻 博士後期課程修了、同年 ベルリン自由大学 実験物理研究所 長期博士研究員、2006年 分子科学研究所 助手/助教、2010年 名古屋大学大学院 理学研究科 助教/講師を経て、2019年より現職。
専門分野：光物理化学

分子研で同部屋だった長坂さんからメールをいただき、なんだろうと件名を確認してみると、「分子研出身者の今」の原稿依頼でした。これまでも分子研OBの近況をふむふむと感心しながら読んでいたのですが、もう自分の番が回ってきたかという感じです。自分の近況に誰が興味あるんだろうとも思いますが、折角の機会ですので、出所後から現在までの状況を心身面も交えて書き記していきたいと思います。

「分子研を去るにあたり」でも書いていますが、私が分子研に所属したの

は2006年8月16日から2010年6月末日までとなります。光分子科学第三部門の菱川先生が2010年4月に名古屋大学に栄転されるのに伴い、グループごと名古屋大学に引っ越ししました。2010年7月から名古屋大学の所属になったものの、子ども達がまだ小学生だったことや妻の仕事関係のこともあり、家族で話し合った結果、私が岡崎から名古屋まで電車通勤をすることになりました。通勤し始めてすぐにぎゅうぎゅう詰めの車内に辟易して若干後悔しましたが、なるべく空いてい

る電車に乗ろうと徐々に通勤時刻が早まり、最終的に始発電車に乗るようになりました。これで朝の通勤ストレスからは解放されました。朝の通勤時間は論文を読んだり書いたりできる妙に集中力の高い時間になっていましたが、帰りの電車では座ると寝てしまっていたことが多かったと思います。週末は週末で、子ども達の所属するサッカークラブの練習や試合などで、県内外のいろんな場所に送迎して応援するという日々だった気がします。普段は研究者だけの狭い世界におりますので、送

迎先での様々な年代や職業の親御さん達との交流は自分の視野を広げてくれる貴重な機会でした。

2017年に子供の高校進学に合わせて名古屋市内に引っ越しました。さすがに高校生ともなると、週末に親が送迎するようなことはほとんどなくなりました。研究者の皆さんの中には土曜日も(日曜日も?)研究室で仕事をされる方が多いのではないかと思います。週末の送迎がなくなって、土曜日も研究室に通うことが多くなりました。ワークライフバランスの観点からは、どうなのでしょうね。自分が好きでやっているのならば問題なしですかね。

さて、研究についてですが、名古屋大学に赴任した当初は、分子研での主要テーマであったレーザー高次高調波による超高速反応イメージングに取り組んでいました。引越しのために分解した装置を再度立ち上げながら、それまでに得ていた研究成果を論文に仕上げていました。恥ずかしながら、分子研在職時の4年間は装置の立ち上げでほぼ終わった感じで、実験結果はあったものの、筆頭著者の論文を1本も出すことができずしてしまいました。分子研で開始したレーザー高次高調波関係の論文を出版したのが2011年5月ですので、足掛け5年ほどかかりました。こんな状況でも研究を続けることができたのは、分子研と菱川先生の懐の深さのお蔭だと思います。

Labでの研究と並行して、理研播磨キャンパスにあるX線自由電子レーザー施設SACLAでも年1-2回のペースで実験を行ってきました。SACLAでの実験では装置の搬入や設置などの準備も含め毎回2週間近く滞在しています。その間、学務を放ったからして(授業はオンラインで行いますが)、実験だけに没頭(逃避?)できる貴重な時間になっています。こうした学外での実

験は、研究室のスタッフおよび学生さんの協力がなければとても遂行できません。とはいえ、Labでの実験で忙しい学生さんにずっと滞在してもらうわけにはいかないので、何人かの学生さんをお願いして数日単位で参加してもらっているような状況です。

この自由電子レーザーを使った研究は分子研時代にUVSORの繁政さんや彦坂さんとの共同研究がきっかけで始まっており、今でも一緒に実験をさせてもらっています。この実験では、磁気ボトル型光電子分光器という自作装置を使用します。この装置を一から組み立てる際、彦坂さん達と飛行管(長さ1.5 m)の外周にソレノイドコイル用の銅線をびっしり巻き付けたことを思い出しました。当時は学生さんがおりませんので、分子研実験棟2階の一室で繁政さん、彦坂さん、菱川さんとともに、回転椅子に1.5 mの飛行管を垂直に乗せ、一人がそれを支え、一人が椅子を回転させ、一人がドラムから銅線を引き出し、一人が稠密に巻き付ける、という無心になれる作業を4時間位かけて行ったのが懐かしく思い出されます。

SACLAでは極紫外域やX線域での高強度超短パルス光を使って、内殻電子が関与する非線形原子分子過程の解明とこれを利用した新たな分析手法への応用を進めています。限られたビームタイムのなかで、狙い通りの研究成果をいつも出せるわけではありませんが、試行錯誤を繰り返しながらも、少しずつ研究成果を積み上げることができました。その結果、幸いにも2015年に分子科学奨励森野基金の受給者に選んでいただきました。贈呈式では、

学生時代からいつも気にかけていただいた恩師の志田忠正先生にご報告することができ、いくばくかの恩返しになったことが何よりも嬉しかったです。

最近のビームタイムでは、磁気ボトル型光電子分光器にイオン捕集機構を導入することで、電子およびイオンの同時計測を行っています。非線形過程に由来する微弱な電子信号はしばしば線形吸収で生じる巨大な電子信号に埋もれてしまうのですが、多価イオンとの同時計測によって精度良く抽出できるようになります。この電子・イオン同時計測装置も実は分子研時代に開発した技術がベースになっていて、分子研での経験がここでも大きく影響しているなと改めて思います。

2019年末から始まった新型コロナ対策も今年度に入りようやく平時の扱いに戻りました。何かと外でお酒を飲む機会が増えてきたものの、コロナ禍の間に随分とお酒に弱くなったなと感じています。単に歳をとったからかもしれない。年齢による変化といえば、最近、背丈が徐々に縮んでいるということに気付きました(10年で1 cm程度です)。身長は下り坂ですけども、研究の方ではまだまだ登っていこうと日々精進しております。最後になりましたが、分子研および関係者の皆様の益々のご発展を祈念しております。



X線自由電子レーザー施設SACLAでの実験風景



岡崎ライフでの出会いと近況



古川 貢

(新潟大学 研究統括機構 共用設備基盤センター 准教授)

ふるかわ・こう / 2001年3月 大阪市立大学大学院理学研究科物質分子科学専攻 後期博士課程修了後、2001年4月 分子科学研究所 助手・助教を経て、2012年12月 新潟大学 研究推進機構 機器分析センター准教授。2017年2月より現職。2019年4月—2022年3月には分子研客員准教授を歴任。

大阪市立大学にて学位取得後すぐに、助手という職をいただくことができ、2001年4月に岡崎に移動してきました。そして、2012年12月に分子研を出所し新潟大に異動して10年が経過した。時の経過がとても早いと感じるとともに、「分子研レターズ」の「分子研出身者の今」の執筆機会をいただいたので、分子研在籍時を振り返り、現在地について記したい。

筆者が初めて分子研を訪れたのは、博士課程在籍時で、当時の指導教員に連れられ、分子研研究会に参加した。分子研は、大学とは異なり、静かな落ち着いた“大人の雰囲気”の研究所で、優雅に並んだ先端設備に圧倒されたことを覚えている。学位を取得後、分子研の助教であった加藤立久先生(元京都大学教授)のグループで助手として採用していただいた。夢と希望を抱いて岡崎への移動の道中で、大阪一名古屋間の新幹線から、完成して間もないソーラーアーク(Panasonic)を眺めながら、「いずれ太陽電池に関わる研究をできるといいな」と思いを馳せていた。しかし、当時の私は、ESRを用いた駆け出しの研究者で、自分のできることからかなり遠いところにある研究対象で、具体性は何も単なる憧れだったと思う。満開の桜のアーチをくぐり、新しい研究生活が始まると、加藤立久先生の下で、日本に最初に導入されたアドバンスドESRを用いた分子磁性体研究を展開させていただ

た。科研費の採択など、研究者として初めてのことが多く、とても新鮮な経験を多くさせていただいた。また、加藤先生には、アドバンスドESR、磁性体と同時に、優秀な研究者との共同研究を通した人脈の重要性を教えていただいた。研究棟の屋上から見る花火も格別で満喫していた。新しい装置でのデータ取得に四苦八苦している最中に、アドバンスドESRの先駆者のK.P. Dinse先生(ドイツ)が客員教授として分子研に滞在され、多くのことを教えていただいた。多くを語らない先生だったが、ポイントとなることを一言だけ告げて、「私はショッピングに行ってくるよ」と実験室を去っていくということが何回もあった。その後、「ああそういうことか」と納得したことは多く、Dinse先生との出会いは極めて大きなターニングポイントだった。加藤立久先生の下で、最先端装置を思う存分活用させていただき、知識・技術を習得することができた。その後、加藤先生が城西大学に異動と共に、中村敏和 准教授(現 機器センター チームリーダー)の下で助教という職をいただいた。主となる研究対象が分子磁性体から、分子導体へと変わったものの、私にとっては大きなチャンスで、新しい知見が加わった時期だった。電子スピンドイナミクスという観点から、パルスレーザーを組み合わせた時間分解ESRを立ち上げ、これをきっかけにして、光誘起機能性物質の時間分解磁気共鳴研究へと大きく研究を

展開することができた。ここまで考えてもいなかったのだが、分子研に着任する新幹線の移動中に思いを馳せていた研究テーマを実現することができた瞬間であった。すべてが偶然ではあり、こんなこともあるんだなと思ったのが正直な感想である。色々なタイミングが合致したこともあり、このころから、研究対象に対する自分の中での考え方が少し変わったような気がする。

分子研の研究生活の中で、研究を支援してくれた技術職員の存在についても触れておきたい。液体ヘリウム、液体窒素などの寒剤の整備、ESR装置のメンテナンス、既存装置の利用支援、必要な装置作成、計算機の使用支援など、あらゆる研究に関する支援をしていただいた。地方大学に異動し、分子研の技術職員の優秀さ、重要性を痛感している。ターニングポイントにおいて人との出会いによって充実した岡崎ライフを堪能させていただき、人よりも少し長く分子研での研究生活を終えて、2012年12月に新潟大学へ異動となった。

新潟大学では、機器分析センター(現在の共用設備基盤センター)の准教授であり、分子研の機器センターと同様に設備の共用を推進するセンターであり、設備を活用した研究も推進している。ここでは、まさに分子研 機器センターでの運用が非常に役立っている。設備共用の推進という意味では、分子

研を理想像として、地方大学における研究設備共用・運用、および、技術職員の皆さんへの設備共有のあり方を理解してもらえようような体制構築を心がけて推進している。予算規模も大きく異なるが、少しでも分子研に近づけるように試行錯誤している。また研究という点では、アドバンスドESRという強力な武器を手に、固体機能性物質群に加えて、近年は“新潟”という地の

利を生かした研究対象として“植物性食品”の機能解明を試みている。現在でも、分子研を研究者として利用させていただいている。

助手・助教という研究者としての成長時に、分子研の中で最先端の設備を自由に使用して研究を遂行することができ、先端的な知識・技術の習得、多くの所内外の研究者との共同研究を通じた人脈形成できたことが、現在の研

究者としての私の地位を支えているのは間違いない。筆者自身が学生に対する“ターニングポイントでの出会い”となれているか不明だが、分子研で教えていただいたことを学生に還元していきたい。このような機会を与えていただいた加藤立久先生、中村敏和先生をはじめとし、分子研でお世話になったすべての方々に謝意を示し、この文章を結ばせていただきたい。

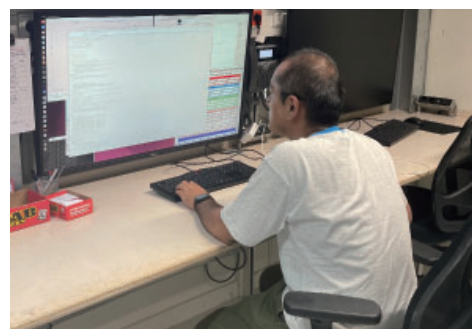


European XFELでの研究活動について

上村 洋平

(European XFEL Instrument Scientist)

うえむら・ようへい / 2010年3月 東京大学理学系研究科 博士修了
 2010年4月 - 2012年3月 高エネルギー加速器研究機構 博士研究員
 2012年4月 - 2013年6月 北海道大学・触媒化学研究センター 博士研究員
 # 2013年4月 - 2013年6月 日本学術振興会 PD
 2013年7月 - 2018年4月 分子科学研究所 助教 (横山G)
 2018年5月 - 2019年6月 ユトレヒト大学 博士研究員 (supervisor: Frank de Groot教授)
 2019年7月 - 2021年6月 Paul Scherrer Institute 博士研究員 (supervisor: Markus Amman)
 2021年7月 - FXE instrument, European XFEL



私が分子研を離職したのは2018年4月で、早5年が経ちました。分子研在籍時は、横山先生のグループでお世話になりました。分子研を出た後は、オランダ (2018年) → スイス (2019-2020年) → ドイツ (2021年〜) とヨーロッパを転々としています。その間にコロナもあり、2020年の初めは研究活動がままならない状況でした。European XFELに移ったのは2021年7月で、当時はビームラインに居ることのできる人数が制限され、マスクをしながら実験をしていました。

European XFELには3本のアンジュレータがあり、私の所属であるFXE instrumentは、SASE1という一番最初に開設されたアンジュレータを使っています。European XFELにあるアンジュレータは、どれも2つのビームラ

インがあり、SASE1とSASE2は硬X線、SASE3は軟X線のビームラインになります。“FXE”は“Femtosecond X-ray Experiments”の略称であり、FXEでは、レーザーで励起された物質の状態を、X線溶液散乱やX線発光分光等の手法で観測するポンプ・プローブ実験をターゲットにしています。ビームタイムの期間は、1-6月と7-12月の年2期で、12月と5月頃にビームタイム申請書の受付をしています。半期で採用される課題は6課題程度で、概ね、準備とユーザータイムで1課題につき1週間を割り当てています。半期のうち、マシンスタディが3週間程度 (1週間×3)、XFELのシャットダウン期間が1ヶ月半程度あり、X線が利用できる期間は、おおよそ4ヶ月 (16週程度) です。1つのアンジュレータ

について2つビームタイムがあるため、FXEでのユーザータイムは隔週になります。SASE1ではビームタイムについて取り決めがあり、朝7時から夜11時までにはユーザータイムで、夜11時から翌朝7時までにはユーザータイムがない方のビームラインでX線を利用することになっています。

ユーザービームタイム中はシフトを組んで、ビームラインスタッフが測定準備・実験操作を行います。FXEでは現在8人のビームラインサイエンティストと3人のポスドクがあり、それぞれの専門性と興味に応じてビームタイムのシフトが割り振られています。概ね半期で20-25程度のシフトがあります (約4週)。ユーザービームタイムの1つ前の週は、先述の深夜の時間帯を利用し、ユーザー実験のためにX線の調整

や分光器の準備等を行っています。FXEでは、できる限り多くの時間をユーザー実験に費やすことが求められており、in houseのビームタイムは限られています（半期に1週間程度）。in houseビームタイムは、新しい装置の開発等に当てられます。また、博士課程の学生やポスドクがin houseをできるだけ利用できるように、推奨されています。自分たちの実験を進める場合には、一般のユーザーと同じように、課題申請を行い課題が採択されれば、実験を行うことができます。また、ビームタイムのシフトがない時やX線が出ていないときには、他のXFELや放射光施設を利用して、実験を行うことがあります。

European XFELの特徴の1つは、オンラインでのデータ解析に力を入れている点です。測定されたデータは、オンラインクラスターと呼ばれるサーバーに保存されます。1つの測定が終わる度に、測定されたデータはオフラインクラスターと呼ばれるサーバーに転送されます。通常、ユーザーはオフラインサーバーに保存されたデータを解析することになります。オンライン

やオフライン等、サーバー上のディスクに書き込まれたデータとは別に、測定機器のデータはストリーミングでき、オンラインクラスターを利用することでデータを得ることが可能です。例えば、X線発光スペクトルを測定している2次元検出器の画像や、X線吸収スペクトルのためのX線強度のデータが、オンラインクラスターを利用してデータの表示をしています。既に測定方法やデータの処理方法が確立した実験であれば、オンラインプロット用のGUIが整備されています。一方で、新規に提案された実験の場合は、オンラインでの解析は利用できず、オンラインクラスターに保存されたファイルがオフラインクラスターで利用できるようになるのを待つこととなります。European XFELには、Data Analysis Group (DA Group) という、オンライン・オフラインでのデータ解析をサポートする部門があります。DA Groupから各ビームラインについて1名の担当者が割り当てられており、この担当者とビームライン側が共同で、オンラインのデータ解析ツールを増やしたり、既存のデー

タ解析ツールのアップデートを行うこともあります。

このように書くと、「きっとEuropean XFELではデータ解析が柔軟に行えて、ユーザーやビームラインサイエンティストは楽だろうな」と思われるかもしれませんが、実際には、そのような状況にはありません。私達のビームラインのオンラインツールは、一部の機能を除いて、使いやすいものではありません。また、利用できる実験も限られていて、結局はオフラインのデータ解析が必要になっています。

European XFELに来て2年経ち、もっと実験装置やデータの表示を使いやすくできるのではないかと考えています。オンラインツールは、ビームライン毎に開発されていて、情報が共有されていない面があります。他のビームラインでは、大変良くできたオンラインツールがあるとも聞きます。各ビームライン毎に開発された有用なツールを自分たちのビームラインに取り込みつつ、自分たちの要求にあったオンラインデータ処理がもっとできるようにならないかと考えています。

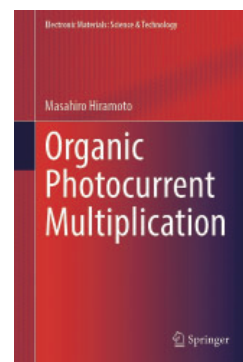
BOOK レビュー

“Organic Photocurrent Multiplication”

著書名 平本 昌宏

出版社 Springer ISBN 978-981-99-1236-0

有機半導体を用いた太陽電池は、光センサーとして利用することもできます。著者は、有機半導体において、1つのフォトンに対して1万個以上の電子が生ずる新しい現象を発見し、「有機光電流増倍 (Organic Photocurrent Multiplication)」と名付けました。本書は、この面白い物理現象を実用レベルまで論理的・網羅的に研究した成果をまとめたものです。有機光電流増倍の発見の経緯、有機/金属界面のトンネリング機構、増倍の起源となる分子袋小路トラップ、などの新しい概念を、そのアイデアがどのように生まれたのかも含めて紹介しました。分子サイズのナノ構造がマクロなデバイス機能とダイレクトに結びつく醍醐味を味わっていただけたと思います。また、増幅型光センサーや負性抵抗デバイスへの応用、アバランシェ増幅など、有機光電流増倍デバイスの未来を、プロの研究者だけでなく初学者にもわかりやすく記述しました。



(平本 昌宏 記)