



PARC

Photonics Advanced Research Center
NEWS LETTER

文部科学省 先端融合領域イノベーション創出拠点形成プログラム
大阪大学フォトンクス先端融合研究拠点

Vol. 5

阪大が創るフォトンクス産業と フォトンクスヒルズ

Handai Aims at Industrializing Photonics
and Photonics Hills

新しい産学連携 Special Feature

プラズマフォトンクスが 半世紀ぶりの革新をもたらした

The greatest gas chromatograph innovation in
a half-century, thanks to plasma-photonics.

島津製作所 × PARC

株式会社 島津製作所
SHIMADZU CORPORATION

フォトンクスセンター
Photonics Center
Osaka University

特集 Feature

シリコンバレーと阪大のイノベーションエコシステム
フォトンクスヒルズ
Photonics Hills

●フォトンクスヒルズ成功の鍵

The Key to the Success of Photonics Hills

兼松 泰男 Yasuo Kanematsu, PhD

●シリコンバレーと箕面フォトンクスヒルズ

Silicon Valley and Minoh Photonics Hills

河田 聡 Satoshi KAWATA
岩崎 裕 Hiroshi IWASAKI

●研究トピックス Research Topics

●Event Information

プラズマフォトンクスが 半世紀ぶりの革新をもたらした

*The greatest gas chromatograph innovation in a half-century,
thanks to plasma-photonics.*

新しい産学連携

相互浸透型協働システム

Interpenetrating Partnership System

SHIMADZU×PARC

2012年12月、島津製作所から画期的な

高感度ガスクロマトグラフシステム「Tracera」がリリースされた。

ほぼ半世紀ぶりの新規原理による超高感度汎用検出器を開発し、

既存システムでは不可能だった微量分析を実現した。

新規原理のキーテクノロジーはプラズマフォトンクスだ。

共同研究の経緯から産学連携のあるべきカタチが見えてきた。

Tracera is a revolutionary high-sensitivity gas chromatograph system developed by Shimadzu Corporation jointly with Photonics Center, Osaka University and released in December 2012. Made possible through a new collaborative approach to research between industry and academia, Tracera comes equipped with an extremely sensitive, novel universal detector that enables trace analysis not previously possible with conventional systems. The key to this novel detector? Plasma-photonics.

株式会社 島津製作所
分析計測事業部 GC・TA ビジネスユニット
ビジネスユニット長（部長）

上田 雅人

Masahito UEDA

General Manager
GC & TA Business Unit
Analytical & Measuring Instruments Division
Shimadzu Corporation

株式会社 島津製作所
常務執行役員
技術研究副担当
基盤技術研究所長*

吉田 佳一

Yoshikazu YOSHIDA

Managing Executive Officer
Research & Development
General Manager, Technology Research Laboratory*
Shimadzu Corporation

※収録日 2014年12月3日時点（As of December 3rd, 2014）

大阪大学大学院工学研究科
アトミックデザインセンター
准教授

北野 勝久

Katsuhisa KITANO

Associate Professor
Center for Atomic and Molecular Technologies
Graduate School of Engineering
Osaka University

株式会社 島津製作所
基盤技術研究所
マイクロ・ナノシステムユニット
MEMS グループ 主任

品田 恵

Kei SHINADA

Researcher, MEMS Group
Micro-Nano System Unit
Technology Research Laboratory
Shimadzu Corporation

株式会社 島津製作所

大阪大学フォトンクスセンター

SHIMADZU×PARC

基礎となる要素研究から製品化まで 途切れることなく産学連携を継続

まず産学連携の共同研究が成功した要因を。

北野—— 最初に言いたいのは、この共同研究がいわゆる産学連携のパターンと異なるということです。「学」のシーズを「産」が導入して製品化するというパターンが一般的だと思うのですが、この共同研究はその名の通り、最初から最後まで完全に共同で研究開発を行いました。だからこそ、新規原理が獲得でき、画期的なガスクロマトグラフ（以下GC）を世に送り出すことができたのだと思います。

田中—— これまでも別のテーマで産学による共同研究をやったことがあるのですが、大学と企業の間で、工程や役割を分担する形で進められました。今回、北野先生はこちらにがんがん踏み込んできてくれましたし、我々も足繁く大学に通った。一緒に実験を行い、一緒にアイデアを出し、一緒に壁を乗り越えることができました。

吉田—— 大学から「こんな発見がありました、企業で使えますか？」という声かけがあった場合、企業はその知見を得るために、社内で1から検証し直す必要があります。いきなり製品開発にかかるわけではありません。また、企業の研究とい

うのは、基礎をやりながらもコストのことや製品化の実現性を意識しているので、同じ答にたどり着くにしてもできるだけシンプルな道を探ろうとします。だから基礎研究から製品化まで、途切れることなく一連の流れの中で研究開発を行うのが基本であり、その意味でも今回の産学連携はとてもスムーズに運んだ成功例だと考えます。

北野—— 私たち大学側の研究者は、ともすればシーズさえつくればそれでいいと思ってしまいがちなのですが、企業側から出て



Seamless product development from basic technologies through continued collaboration between industry and academia

To begin with, what factored into the success of your industry-academia research collaboration?

KITANO—— I would first like to say that our collaborative research differs from the typical model of industry-academia collaboration in which industry generally develops products by incorporating the “seeds” developed by universities. In our collaborative research, we conducted R&D entirely in partnership from start to finish just as the term implies. I believe it was this collaboration that allowed us to develop new principles that enabled us to present this revolutionary gas chromatograph (GC) to the world.

SHINADA—— I have been involved in collaborative research between industry and academia before on different research topics, but there was always a clear distinction between the roles and processes performed by the university and business. However, in this instance Professor Kitano was continually coming around to our laboratory, and we found ourselves frequenting the university as well. We conducted experiments together, shared ideas, and overcame hurdles as a team.

YOSHIDA—— If a university researcher were to bring a new discovery to a company asking whether the company could use it, the company could not simply apply this discovery directly to product development, but would have to re-verify the

discovery in-house beginning from square one in order to gain an understanding of it. Also, when conducting basic research, a company is keenly aware of the costs and commercial viability of the research and, hence, always seeks the easiest path to arrive at the same solution. So, it is fundamental that R&D be conducted during the continuous process from basic research to product development and, for this reason as well, I think this instance of industry-academia collaboration went very smoothly.

KITANO—— We university researchers have a tendency to consider our work done after we create the seeds of a technology. However, in order to properly meet the challenges and needs presented from the company side, we need to go further back in the process and work together on developing the soil and mechanisms required for growing these seeds.

This joint research project began in 2006. The following year saw the formation of PARC (Photonics Advanced Research Center) with which you are affiliated, Professor Kitano. How has this influenced your joint project?

KITANO—— We went from conducting research in a single laboratory to working on projects for creating emerging technologies and next-generation industries under the PARC

くる課題やニーズにもしっかり応えなければならないし、さらに遡って一緒にシーズをつくり出す土壌や仕組みもあってしかるべきでしょう。

共同研究が始まったのが2006年頃。その後、07年にPARC（フォトンクス先端融合研究センター）が誕生し、北野先生も所属されました。共同研究への影響は。

北野—— 1研究室としてのから取り組みから、未来技術や次世代産業を創出するというPARCの仕組みを使ったプロジェクトとなり、フェイズが1つ進んだ感がありますね。予算面のバックアップも非常に大きかったし、島津製作所をはじめ民間企業のプライベートルームもPARC内に設けられ、連携がさらに密になりました。企業と大学の研究者が同じ屋根の下で日常的に活動できる新しい産学連携システムができたことで、基礎の部分から協働して、イノベーションにつながるシーズも生まれやすくなったと思います。

共同研究はどうやって始まったのですか。

品田—— 発端は2005年くらいになります。弊社の基盤技術研究所の中で未来テーマの募集があり、プラズマを使って何か新し



framework. So I feel like our research has advanced to the next phase. Being backed by PARC's funding is a tremendous boost from a budgetary standpoint, and having individual work areas inside PARC for Shimadzu and the other private companies enables us to work even closer together. I think that the creation of this new system of industry-academia collaboration, which enables both company and university researchers to work together every day under the same roof, allows us to collaborate on even the most fundamental aspects of our research, making it easier to develop the building blocks for innovation.

How did this joint research project come about?

SHINADA—— Our collaboration began around 2005 when Shimadzu solicited ideas for visionary research topics at its Technology Research Laboratory. We began by creating plasma and investigating what new technologies we could establish with it.

複雑怪奇な低温プラズマが新しいイオン化検出器を実現

い技術が確立できないかと調査が始まりました。

吉田—— しかし、ものづくりに軸足を置く私たちの弱い部分ですね。プラズマ発光という物理現象の理論、理屈がよくわからない。それだと小さなボタンの掛け違いで先に進めなくなりますから、先生を探そうということになりました。

品田—— 何人かの専門家にアプローチしたのですが、その中で研究所の人間と同窓だった北野先生を紹介してもらうことができました。

測定の専門家とプラズマの専門家が出会ったわけですね。最初からプラズマによるイオン化検出を念頭に置いていたのですか。

品田—— 最初はプラズマ発光を光源とする微量検出と、プラズマ生成によるイオン化検出のどちらでいこうか判断できないでいました。私個人は、発光をやろうとしていたのですが、北野先生にいろいろ指導やアドバイスを受けながら調査研究を進めていく

A new ionization detector made possible through complex and beyond evidently understandable non-thermal plasmas

YOSHIDA—— However, our company's forte is manufacturing things, while our Achilles' heel lies in the understanding of theory and logic behind physical phenomena such as plasma emissions. It was like buttoning up a shirt and realizing that we had started from the wrong buttonhole. We knew we need to find a teacher if we were going to progress any further.

SINADA—— We approached several experts in this field until we were finally introduced to Professor Kitano by one of his former alumni working at our laboratory.

So you, experts in analytical science found an expert in plasma science. Did you have your mind set on performing ionization detection with plasma from the start?

SHINADA—— Initially, we were unable to decide whether to go with trace component detection using plasma emission as the light source or ionization detection through plasma generation. Personally, I was intent on studying plasma emission. However, as our investigative research progressed with Professor Kitano providing us much advice and guidance, we began to see the potential for using non-thermal plasma in the GC detector.

What exactly is non-thermal plasma?

KITANO—— I have been researching non-thermal plasmas in order to develop novel plasma processes. Normally plasma is generated in a vacuum chamber under low pressure. My

うちに、低温プラズマがGCの検出器に使えるのではないかと
いう可能性が見えてきました。

低温プラズマというのは。

北野—— 私は新しいプラズマプロセスを行うために、低温プラズマの研究を行っています。プラズマは普通、真空容器内の低圧環境下で発生させるものが多いのですが、私が得意としているヘリウムのプラズマは電圧を上げずに大気中で生成することが可能で、プラズマ自体が熱くなりません。ですから大気中の室温で液体にも当てられ、熱に弱い高分子材料や生体にも当てることができます。また、プラズマジェットの生成とその応用研究も行っており、機能性金属ナノ粒子の合成やポリマー合成、滅菌などの研



低温プラズマ
Non-thermal plasma

specialty is He plasma, which can be produced at atmospheric pressure without increasing the voltage so that the plasma itself does not get hot. Therefore, non-thermal plasma can be applied to liquids at atmospheric pressure and room temperature and to heat-sensitive polymers and organisms. I've also studied the generation of plasma jets and their applications and am currently researching the synthesis of functional metal nanoparticles and the synthesis of polymers and the sterilization of human body. Employing a dielectric barrier discharge to generate an atmospheric-pressure plasma jet came about just by accident, I believe, but it is perfectly suited to ionization detection.

SHINADA—— To us, non-thermal plasma is an extremely complex and mysterious phenomenon. Although it has great potential, we cannot predict what it might do. So when submitting a draft to request approval for conducting ionization research with plasma, it was more of a two-pronged approach that included both non-thermal plasma and orthodox plasma technologies because we were still rather dubious.

What ultimately led you to choose non-thermal plasma?

SINADA—— Regardless of whether we're talking about plasma emission or ionization, once we became involved in plasma research, the desire to increase the emission level to produce stronger plasma by any means grew. I, too, became convinced that it was something we had to do. However, the key to achieving high sensitive ionization technique with non-thermal plasma from a technological standpoint is stability. Attempting to improve sensitivity with stronger light proved unsuccessful, but sensitivity increased when plasma was stably generated regardless of low light emission. Well, it turns out that

究を進めているのですが、大気圧プラズマジェットの生成に用いる誘電体バリア放電が、たまたまだと思うのですが、イオン化検出にドンピシャだったわけです。

品田—— 低温プラズマというのは、我々からみても非常に複雑怪奇な現象です。可能性も大きいけれど、反面で何が飛び出してくるかわからない。ですから、プラズマでイオン化をやりましょうという稟議書をあげた際にも、実はまだ半信半疑で、低温プラズマとオーソドックスなプラズマ技術を2本立てで併記していたくらいです。

最終的に低温プラズマを選んだ理由は。

品田—— 発光にしてもイオン化にしてもそうなのですが、プラズマの研究に関わると、どうしても発光量を上げたい、強いプラズマにしたいという思いが強くなってしまいます。私もそうしなければと思い込んでいました。しかし、低温プラズマによるイオン化の技術的なキーポイントは、「安定」です。強い光で感度を上げようとしても上手くいかないけれど、安定の方向に振ると感度が上がる。それには低温プラズマ、誘電体バリア放電がやはり最適で、実験を重ねると明確にデータがよくなっていきました。

北野—— あの頃は一番楽しかったですね。研究所に行くと朝か

non-thermal plasma and a dielectric barrier discharge are best suited for this method. We saw a definite improvement in our results the more we experimented.

KITANO—— That was certainly a fun time, wasn't it? We'd go to the lab in the morning and conduct experiments together all day. And you were nice enough to let me suggest anything and everything that came to mind, because I knew from experience that out of every ten attempts, one or two yields results. "That idea was pretty good, but this one not so much," and as we went from one experiment to the next the detection sensitivity gradually got better and better. It was truly a pleasure to be able to work together with such metrology experts.

SHINADA—— That was around 2008, and we finally began achieving success in plasma generation and ionization. But the next problem was that our detection sensitivity was too good. It took another two years or so before we could package it all into a detector.



実験、実験、実験の繰り返して 感度が10倍、100倍に

らずと一緒に実験をして、思いつくことはとりあえず全部提案させて頂きました。経験から、10個試したら1個か2個当たるということがわかっていたからです。次に行くと、あのアイデアは上手くいった、これはイマイチだったという結果が出ていて、そういうことの繰り返しの中でどんどん感度が上がっていききました。さすが計測のプロと組んで仕事をしてよかったなと思いましたね。



Improving detection sensitivity by tenfold at first and even a hundredfold finally through experiment after experiment

**So the entire process took about five years.
How do you feel about it now, looking back?**

KITANO — Despite partnering with a corporation in this collaborative project, the Technology Research Laboratory has an atmosphere not unlike that at the university, and so it did not feel strange working there. What's more, we were conducting purely fundamental, elemental research on plasma in the beginning, and there was never the sense that we were trying to develop a commercial product. Then as we were going along in our research, one discovery led to an abrupt improvement in sensitivity, and it dawned on us that this could work in a GC. We were really quite lucky, and I'm happy that we can pass on this achievement to the real world.

Are there any other anecdotes you could tell us about that period?

KITANO — Well, we were exploring mechanisms of ionization and initially came up with several possible approaches, since a lot was still unknown about plasma. One possibility was ionization through chemical reaction. After conducting verification tests, we confirmed the possibility of photoionization. Consequently, we were able to officially claim with great pride that this was one innovation made possible through “plasma photonics” (laughs).

品田 — それが2008年くらいで、ようやくプラズマ生成やイオン化に目処がつけましたが、今度は感度がよすぎるという問題もあって、それを検出器のカタチにするのにさらに2年ほど要しました。

足かけ約5年。振り返っていかがですか？

北野 — 共同研究のパートナーが、企業といえども基盤技術研究所という大学に近い雰囲気のところだったのでそれほど違和感なく研究ができました。それに最初はプラズマをテーマに純粋に基礎的な要素研究をやっていたわけで、製品化をめざすという意識もそれほどありませんでした。いろいろやっている中の1つでいきなり感度がよくなって、結果的にこれはGCに使えるんじゃないかとなったのはすごくラッキーだったし、研究成果を実社会に還元できてよかったと思います。

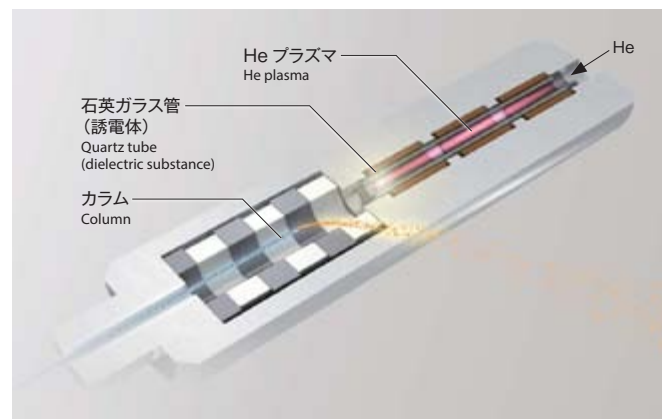
ほかにエピソードは。

北野 — イオン化のメカニズムですが、プラズマにはまだ未知の領域があるため、当初はいくつかの経路が考えられました。化学反応でイオン化している可能性もあったのです。検証の末、光イオン化であることが確認でき、公式にこれは“プラズマフォトリクス”によるイノベーションの1つだと胸を張って言えるようになりました(笑)。

So now you have a promising detector based on a new theory, nearly ready for the market. I suppose that set the operations division into motion to manufacture a GC?

UEDA — Our operations division would only go into action once the technology for the detector had been established. Unlike with elemental research and development, we invest human, material, and financial resources in creating a basic design only when we get the green light for production.

YOSHIDA — Shimadzu Corporation was about to manufacture



BIDは、石英ガラス管内に高電圧を与えることでHe（ヘリウム）プラズマを発生させ、続いてカラムから溶出した化合物がHeプラズマからの光エネルギーを受けてイオン化し、これらが収集電極により捕集され、ピークとして出力される。

The BID generates helium (He) plasma by applying high voltage to a quartz dielectric chamber. Compounds that elute from the GC column are ionized by the photon emitted from He plasma, then detected by a collection electrode and processed as peaks.



新しい産学連携の結晶として誕生した 高感度ガスクロマトグラフシステム Tracera (トレイセラ)

プラズマによる新しい検出技術である「バリア放電イオン化検出器 (BID)」によって、従来の TCD (熱伝導度検出器) の 100 倍以上、FID (水素炎イオン化検出器) の 2 倍以上の高感度で微量分析が可能となった。ガスクロマトグラフシステムに新規原理が用いられて汎用検出器が登場するのは実にほぼ半世紀ぶりとなる。

The high-sensitivity gas chromatograph system, Tracera, is the product of a new collaboration between industry and academia.

Tracera employs a barrier discharge ionization detector (BID) based on a new plasma technology that enables trace analysis at a sensitivity more than 100 times that of the conventional thermal conductivity detector (TCD) and over twice that of the flame ionization detector (FID). It has been nearly a half-century since gas chromatograph (GC) systems have seen the emergence of a universal detector based on novel principles.

<http://www.an.shimadzu.co.jp/gc/tracera/>



開発や設計にも研究者が参加 汎用機器にも責任を持つ

新しい原理による検出器ができそうだ。
いよいよそこからマーケットに近い事業部が
GC の製品化に動き出すわけですね。

上田—— 我々事業部が動き出すのは、ベースになる検出器の技術が確立してからです。要素研究と開発とは異なり、いざ製品化にゴーサインが出ると、ヒト・モノ・カネを投入して具体的な設計にかかります。

吉田—— これまででない GC を島津製作所から出す。それが企業としての決定でした。

上田—— 前もって基盤技術研究所でプラズマを使った検出器を研究中だという話は伝わってきていて、GC としては数十年ぶりの新規原理ですから、よしやってやろうと私達も燃えましたね。

北野先生との共同研究はそこで フィニッシュということですか。

上田—— それが一般的だと思うのですが、今回は新規原理ということもあり、北野先生には製品化の段階まで協力して頂きました。

北野—— 私としては戸惑うことが多かったですね。研究所では感度が 10 倍になった、100 倍になったことがうれしかったのですが、製品化となると、既存品に比べて勝っているか負けているかが問われる。絶対値ではなく相対値が重要になるのですね。

Our basic-researchers are also involved in the development and design stages and take responsibility furthermore for final commercial product.

a GC that had never before been seen. That had to be a company decision.

UEDA —— When we first heard the rumor going around that a study was going to be conducted at the Technology Research Laboratory on detectors using plasma, we thought, OK, let's do this and we were very passionate about it because it had been several decades since GCs had been developed according to a new theory.

Now will your collaborative research with Professor Kitano come to an end?

UEDA —— I think that's generally how things work, but Professor Kitano was nice enough to work with us up through the product development phase, in part due to the new principle

being applied in this case.

KITANO —— Personally, I felt bewildered much of the time. At the laboratory, I was pleased to see the sensitivity increase tenfold, and then a hundredfold, but when we entered the product development phase, I couldn't tell whether ours was better or worse than the existing products. I guess relative values are more important in that phase than absolutes.

UEDA —— A vital element to product development is reducing variation. You can get great results by painstakingly assembling a product piece-by-piece and making the necessary adjustments, but this does not lend itself to a universal product.

KITANO —— Taking part in the vibration tests, drop tests, endurance tests, and environmental tests was a truly wonderful experience. I gained a lot of respect for the engineers in the field.

上田—— バラツキを出さないことも大切な要素です。1つ1つ手作業で組み上げて調整したらチャンピオンデータは出せますが、それでは汎用品にはなりませんから。

北野—— 耐振動試験や落下試験、耐久試験、環境試験などは、とてもいい経験になりました。現場の技術者の努力には頭が下がります。今後、実験装置や試作器をつくる上でぜひ参考にしたいと思います。

Traceraに対するユーザーの反応は。

上田—— 例えばガスを扱う企業は、どんどん不純物を減らして純度を上げる方向にあります。これまで見られなかったものが見られるようになり、非常に有益だという言葉を受けます。トーチが劣化してプラズマが生成しなくなるといった不具合の報告もほとんどありません。安定して半永久的にプラズマ生成ができる技

術は汎用検出器に最適です。分析機器の世界で最大のピッツバーグカンファレンスでアワードも受賞しています。

今後の展開は。

上田—— 現在、年間150台ほど販売していて、さらに増やしていく計画です。現在の仕様は、新規原理によるGCをいち早く世に出すために多少安全マージンを見込んだものとなっていますが、今後、さらに検出器の感度が向上すれば、もっといいGCになり、将来的には年間500台まで拡大できると考えています。

吉田—— 北野先生やPARCとの信頼関係が結べたことの意義は大きく、弊社にとって大きな財産です。信頼こそ連携の基本。スベックの向上だけでなく、MS（質量分析器）など他の製品にプラズマフォトリクスの特性を生かした新しい製品への展開を期待しています。

I hope that I can draw on this experience later on in helping to develop testing equipment and prototypes.

What has been the response to Tracera from its users?

UEDA —— Companies that work with gases, for example, have seen a steady decrease in impurities and, consequently, higher purity. Some customers have said that it has been extremely valuable to be able to see components that were previously invisible. There have been almost no reports of malfunctions such as deterioration of the torch preventing the generation of plasma. This kind of technology for achieving stable, semi-permanent plasma generation is ideal for universal detectors. We also received an award at the Pittsburgh Conference, which is the largest conference in the field of analytical equipment.

What about any future developments?

UEDA —— We are currently selling about 150 systems annually, but have plans to expand sales. The current specs were set so as to ensure a slight safety margin in order that we could put this revolutionary GC on the market as quickly as possible, but we have plans to build a better GC by further increasing the



sensitivity of the detector, and hope to expand annual sales to 500 systems eventually.

YOSHIDA —— Building this bond of trust with Professor Kitano and PARC holds great meaning for us and is a wonderful asset for our company. Trust is the foundation of collaboration. We anticipate not only improvements in Tracera's specs, but also developments toward new products such as mass spectrographs that can apply the properties of plasma technology.



- **本社 (Head Office)**
京都市 [Kyoto]
- **創業 (Establishment)**
明治8 (1875) 年3月 [March, 1875]
- **グループ従業員数 (Number of Employees)**
10,879名 (2015年3月末)
[10,879 (as of March 31, 2015)]
- **連結売上高 (Consolidated Net Sales)**
3,147億円 (2015年3月期)
[¥314.7 billion (FY2014)]

株式会社 島津製作所

SHIMADZU CORPORATION

<http://www.shimadzu.co.jp/>

100年前に我が国初の医療用X線装置を完成し、50年前には電子顕微鏡第1号を商品化するなど、分析計測機器、医用機器、航空機器、産業機器などにおいて、数々の日本初や世界初を開発。創業以来、「科学技術で社会に貢献する」を社是に、一貫して新たな“未来技術”を生み出してきた。現在は「次世代医療」「環境」「産業計測」の3分野をテーマに社会へのさらなる貢献を目指している。

Shimadzu developed Japan's first medical X-ray apparatus about 100 years ago and began manufacturing the first commercial electron microscopes some 50 years ago. Since then the company has developed numerous firsts in Japan and the world for analytical and measuring instruments, medical equipment, aircraft equipment, and industrial equipment. Since its foundation, Shimadzu has consistently developed new emerging technologies under the company motto “Contributing to Society through Science and Technology”. The company currently has set its sights on making further contributions to society through the fields of next-generation medicine, the environment, and industrial measurements.

 **SHIMADZU**
Excellence in Science

分子配向制御による液晶の新しい可能性

Controlling Molecular Orientation in Liquid Crystals Creates New Possibilities

「液晶」とは異方的な形状の分子が一様に配向した固体と液体の中間相です。社会的にはテレビの代名詞となっている液晶ですが、その本質は外部電界によって分子配向方向を変えることで、屈折率が制御できるところにあります。この性質を利用すると、例えば駆動機構を全く持たずに焦点調整が可能なレンズや、光の進行方向を変えられる偏光子などの光学素子応用が可能となります。フォトンクスセンターでも尾崎雅則教授、渋谷義一研究員と共に波面制御デバイスなどの製品化研究を進めています。

一方、液晶の基礎研究分野で注目されているトピックの一つに「トポロジカル欠陥」があります。トポロジカル欠陥とは液晶分子の配向方向が一様に定まらない特異点であり、3次元空間では点または線として存在します(図1)。トポロジカル欠陥は一様配向した液晶とは異なる粘弾性的・光学的な振る舞いを示すため、自己修復能を持つゲル材料の実現や、光渦と呼ばれる特殊な光波を生成できることが知られています。しかしながら、これまでの研究では偶然生成された欠陥、あるいは特殊形状を持つ基板を用いて生成された欠陥が利用されることが多く、その形状を任意に制御することは容易ではありませんでした。

そのような中、我々は最近、ディスプレイと同じサンドイッチ型の素子において、トポロジカル欠陥の本数と形状を制御することに成功しました。図2に示すように、特異点を有する配向容易軸分布を液晶を保持する基板に形成し、その特異点が若干ずれるように配置することで、特異点を結ぶように線状のトポロジカル欠陥が生成されることを発見しました。欠陥の本数や形状はパターンを変えることで制御でき、更に、外部印加電界によって3次的に変形させられることが明らかとなりました(詳細はNat. Commun. 6, 7180 (2015)に報告)。

本技術が開発されたことで、学術的な興味から研究されることが多かった液晶中の欠陥を工学の対象として扱うことが可能となります。研究は始まったばかりですが、通常は不要とされる「欠陥」を活用した、新応用の可能性を追求していきたいと考えています。

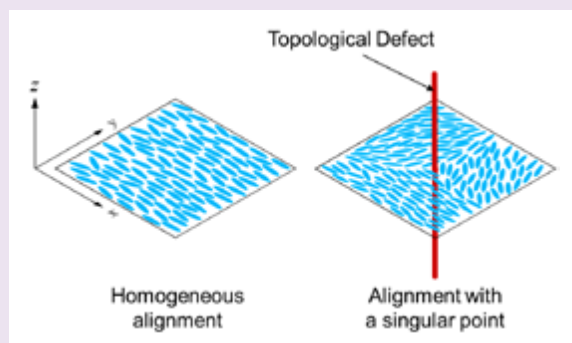


Fig. 1
一様な液晶配向(左)と特異点を有する液晶配向(右)
Homogeneous liquid crystal alignment (left) and alignment with a singular point (right)



大阪大学大学院工学研究科
電気電子情報工学専攻 助教

吉田 浩之

Horoyuki YOSHIDA
Assistant Professor

Division of Electrical, Electronic and Information Engineering
Graduate School of Engineering
Osaka University

Nematic liquid crystal is matter in an intermediate phase between solid and liquid made up of anisotropic molecules in homogeneous alignment and has become synonymous with television displays. An intrinsic property of liquid crystal is that its refractive index can be controlled by changing the direction of molecular alignment with an external electric field. Exploiting this property creates potential applications in optical devices such as lenses whose focus can be adjusted without any drive mechanism, and deflection elements for redirecting light. At the Photonics Center, Professor Masanori Ozaki is conducting research together with Research Associate Giichi Shibuya on the commercialization of wavefront control devices.

Topological defects are another topic of interest in basic research on liquid crystals. Topological defects are singular points in the liquid crystal orientation with no fixed direction and exist as points or lines in a three-dimensional space (Fig. 1). It is known that topological defects in liquid crystals can be used to create self-healing gels and to produce a special light wave known as an optical vortex because such liquid crystals exhibit a viscoelastic and optical behavior unlike liquid crystals with a homogeneous alignment. However, most defects used in research to date were produced by accident or by using substrates with special shapes that are not easy to control.

In this context, we were recently successful in controlling the number and shape of topological defects in a liquid crystal device with a sandwich-like structure similar to a display panel. As illustrated in Fig. 2, we discovered that forming an orientational easy axis distribution with a singular point in each of the substrates holding the liquid crystal and then shifting the substrates laterally to offset their singular points produced topological defect lines connecting the singular points. It was also evident that the number and shape of the defects could be controlled by modifying the patterns on the substrates and that the shapes could be further transformed three-dimensionally by applying an external field. (For more information, see the report in *Nat. Commun.* 6, 7180 (2015)).

By developing this technology, we have made it possible to engineer defects in liquid crystals, which were previously researched mostly out of academic curiosity. While research on this topic is still in its infancy, we hope to pursue this potential for new applications using “defects,” normally viewed as having no use.

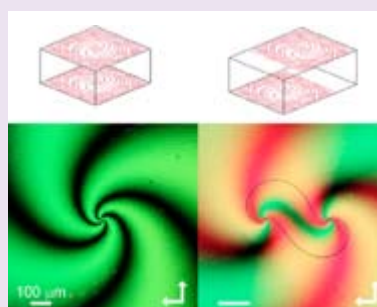


Fig. 2

特異点を持つ配向容易軸分布を形成した2枚の基板に挟んだ液晶(左)と特異点を相対的にずらした場合の偏光顕微鏡像(右)。鉛筆で書いた細い線のような組織がトポロジカル欠陥で、その形状・本数はパターンによって決まる。

Polarized optical micrographs of a nematic liquid crystal sandwiched between two substrates containing a singular point in the orientational easy axis distribution (left). Topological defect lines are generated upon laterally offsetting the substrates (right).

フォトニクスヒルズ 成功の鍵

The Key to the Success of Photonics Hills

リサーチコンプレックスの発想は、リサーチパーク構想に、その源流は繋がるのであろうか。古くは、米国東海岸、MIT、ハーバードが立地するマサチューセッツ州ケンブリッジ地域に、研究開発型企業群が林立し、先端産業の発信地として注目を浴びていた。世界各地で、このような科学技術地域拠点としてのリサーチパークは成立していたと思われるし、政策主導の拠点もいくつか存在する。我が国でも、つくば研究学園都市や京阪奈学研都市といった大学・研究機関主導の産業を巻き込んだ構想、さらには、各地の知的クラスターへの展開が推進された。

一方、80年代後半から、このような巨大コンプレックスとは一線を画した動きとして、米国西海岸シリコンバレーを震源地とする、新しいうねりが生じている。産業集積地に、スタートアップと呼ばれる、投資対象となる小規模研究開発型企業が、次々と起業され、成功が喧伝されて行く。エレクトロニクスから、IT、バイオ、そしてサービス分野へと、大学からの技術移転、若い野心家、投資と、さまざまな資源を動員して、非常に立ち上がりの早い企業体を生み育てるエコシステムが注目を浴び、各国がこぞってイノベーション政策の柱として、取り入れるようになった。これが、いわゆる大学発ベンチャーのうねりとなった。現実には、成功しているエコシステムは数えるほどしかないのではないと思われるし、ICTやサービスにおける産業分野では、重要な動きであるが、必ずしも、多産多死のスタイルは、科学技術研究開発との相性が必ずしも良いとは言えないのではないかと筆者は考えている。

一方で、ドイツなどでは、このような大学発ベンチャーを視野に入れながら、前述のリサーチコンプレックスを目指したエコシステムの構築が、州政府と大学の協力化で進められている。その背景には、80年代に応用科学大学を新設し、中小企業との大学を結ぶシュタインバイス財団などの動きを交え、長期的にイノベーション政策を進めてきたドイツ流のやり方がある。ベルリンの壁の崩壊による東西ドイツの統一による科学者雇用の問題や、92年の欧州通貨危機を乗り越える過程、さらに、2000年代に入って政策の進展に、イノベーションは欠かせず、大学が主体的に関わっていくことができた。それというのも80年代の仕掛けが活きたという見方がある。協議を積み重ね、合意形成を図りながら、決定を中途半端にせず、産学官の連携を地道に進めてきている。経済効果の視点から、ドイツのベンチャー政策は、不評であるが、むしろ我が国に取っては学ぶことが多いのではないだろうか。

最も成功している例のひとつとして、アーヘン工科大学を例に取



産学連携本部イノベーション部・部長
e-square・教授

兼松 泰男

Yasuo Kanematsu, PhD

Director

Office for University-Industry Collaboration

Is the idea for a research complex rooted in the concept of a science park? Long ago, the Cambridge area of Massachusetts State on the East Coast of the United States—the location of MIT and Harvard University—was blanketed with a forest of R&D enterprises, gaining attention as a source of cutting-edge industry. It is thought that such research parks were established around the world as regional bases for science and technology, and there were also several policy initiative bases. In Japan, too, concepts incorporating university- and research institution-led industry—such as Tsukuba Science City and Keihanna Science City (Kansai Science City) as well as development towards Knowledge Clusters in various regions were advanced.

However, beginning in the latter half of the 1980s, a new wave departing from such enormous complexes was born, with Silicon Valley on the West Coast of the United States at its epicenter. In industrial cluster zones, small R&D enterprises (targets for investment) called start-ups were born one after the other, and their success was greatly touted. Covering industries ranging from electronics to IT, bio, and the services field and mobilizing various resources—technology transfer from universities, young high-fliers, and investment—the ecosystem that gave birth to and nurtured these corporate entities whose businesses took off so quickly drew global attention, and countries around the world raced in droves to incorporate this ecosystem as a pillar of their innovation policies. This led to the wave of so-called “university ventures”. In reality, only a handful of ecosystems were deemed successful. Although such a high-birth, high-mortality style may be an important cycle in the industrial ICT and services sector, I do not consider such a style to necessarily be a good match for science and technology research development.

In contrast, in countries such as Germany, the construction of ecosystems aimed at creating the aforementioned research complexes is being pursued through state government and university collaboration, while these university ventures are still being kept in sight. Behind this movement is the German-style of doing things, whereby long-term innovation policies have been promoted, such as with the establishment in the 1980s of the new Hamburg University of Applied Science (Hochschule für Angewandte Wissenschaften)



アーヘン工科大学
RWTH Aachen University

ろう。ドイツ中部に位置するNRW州アーヘンは、ベルギー、フランスと国境を接するヨーロッパにおいても中心部と呼べる。地の理のあるこの地域はかつて、石炭と鉄で栄えていた。それ故、産業の衰退により2万人の失業を抱えた地域でもあり、イノベーションで雇用を回復、確保するという壮大な取り組みをやった地域でもある。10年前に訪問した時点で、アーヘン工科大学を取り巻く、インキュベータ群を中心に、小規模スタートアップ群を抱え、2万人雇用を達成していた。

州ごとに施策は異なるが、大学の果たす役割は大きい。シュットトガルト大学でヒアリングしたところ、ヨーロッパ全体に渡っての同様の取り組みがあるが、3000人規模のアントレプレナーシップ導入教育、300人の実践、30人の事業挑戦といった仕掛けを地域と結んで実施しているとのことであった。また、起業を目指す学位取得者に短期間助教のポストと、施設や教員のアドバイスなどの資源の活用を許し、実質的な起業を促し、学内インキュベータで育てる仕組みも存在していた。

アーヘン工科大学でも同様の取り組みがあると推測されるが、さらなる仕掛けとして、アントレプレナーシッププロフェッサーの下で、監査法人やコンサルティング会社などで経験を積んだ社会人博士課程学生が事業化を研究題材として実地に事業化を目指したプロジェクトチームを指導し、起業を実地に、支援している。

また、ここ数年の飛躍を目指して、イノベーションキャンパス構想を打ち出しているのが大きな特徴であり、1万5千人の雇用を目指している。バイオメディカル、フォトニクス、エネルギー、流通、輸送など、先端機器からインフラまで、分野ごとに、大学、研究機関を中心に、大手、中堅の企業の研究所が集積し、中小企業、スタートアップのインキュベータを複合化

as well as the activities of the Steinbeis Foundation and other institutions linking small/medium businesses and universities. Innovation has been essential in the issue of employing scientist after the reunification of East and West Germany following the fall of the Berlin Wall, the process of overcoming the 1992 European monetary crisis, and the development of policies after entering the 2000s, and it was possible for universities to become involved in a leading role. There is the view that mechanisms of the 1980s were also at play here. While accumulating dialogue and building consensus, industry-university-government collaboration is proceeding steadily without half-baked decisions being made. From the perspective of economic effects, Germany's venture policies may be unpopular, but in fact there are surely many things that Japan can learn from them.

One of Germany's most successful examples is the case of RWTH Aachen University. Located in the state of North Rhine-Westphalia in central Germany, the city of Aachen is on Germany's borders with Belgium and France, in a region that can also be called the center of Europe. Geographically advantaged, this region prospered in the past through coal and iron. Consequently, it is also a region where some 20,000 people faced losing their jobs when these industries declined, and a region where a grandiose plan to revive and secure employment through innovation was implemented. When I visited 10 years ago, the region had successfully created employment for 20,000 people, an achievement driven by and a group of small-start-ups centered on the incubators surrounding RWTH Aachen University.

Although policies and measures differ from state to state, the role played by universities is large. The interviews I conducted at the University of Stuttgart revealed their collaboration with the local community to generate mechanisms for education incorporating entrepreneurship for some 3,000 students, with 300 gaining hands-on expertise and 30 taking on the challenge of starting up their own businesses. Of course, similar measures are being implemented throughout Europe. Furthermore, there were also mechanisms for encouraging and incubating practical business start-ups in the university by appointing degree recipients aiming to start-up their own business to short-term assistant professorships and permitting utilization of resources such as facilities and faculty members' advice.

Similar initiatives are likely ongoing at RWTH Aachen University, but this university is going further by providing guidance to a project team that, as a further mechanism under entrepreneurship professors, aims to start-up businesses in practice for doctoral students who are working members of society and have accumulated experience in audit/consulting firms and whose research topic is "commercialization", and is

する壮大な取り組みに着手し、成功裡に強力に推進している。
(http://www.crp-eut.org/2010_Schmachtenberg.pdf)

およそ200億円の政府投資に、企業からの資金を調達しており、数年前訪れた時、夢物語かと思われたが、現在、巨大なビルが建ち、さらに建設中のものもあり、「第4次産業革命」の胎動を実感させる趣がある。フォトニクスヒルズ構想にとって、参考にするべき重要な例であろう。一見、巨大な資本が投下され、重層な連携が築かれ、国際的な拠点となっているように見えるが、その背景には、科学技術人材の雇用を中心に据えた大学が強くコミットできる政策があることに注目すべきである。数人規模の研究開発型企業が中心的構成要素となっていることが特徴である。例えば、細胞培養のための培地研究開発のための企業、Matricel GmbHでは、従業員は5人、将来、最大でも20人ぐらいで良いとCEOは語る。研究開発に集中、専念することが特色だ。資金は、製薬メーカーから提供されており、ベルギーから1年間という長期インターンシップの学生も来ていた。将来のメンバー候補だ。当事者達に取っては、没頭して研究できる場、すなわち、研究者の安定雇用が、最重要事項なのである。科学技術エンタープライズの一つのあり方ではないだろうか。

私たちが、イノベーション推進における20年に近い停滞から這い上がるためには、アメリカの後追いをするのではなく、自国の文化、行動原理を加味したシステムデザインが必要だ。そのために、一考に値する重要な事例だと筆者は考える。人材の活躍の場にフォーカスし、科学技術研究による社会貢献のために事業体を作り、さまざまな資源とリンクし、有効な投資によってアクティブにするやり方もあるのだということを教えてくれる。日本型の研究開発企業が生まれ育ち、集積するためにも、それを推進する新機軸の科学者、ルネッサンスアントレプレナーとでも呼ぶべき、コアとなる人々が輩出されることが鍵となるであろう。そのための仕掛けを、ぜひとも、大阪の地から生み出していきたい。その意味でも、目を輝かせて研究開発に没頭する研究者達が、中心的役割を果たすフォトニクスヒルズに大いに期待する。



supporting the establishment of businesses in practice.

A major project also being driven by RWTH Aachen University that is typical of their initiatives, is the promotion of the “innovation campus program” aimed at a dramatic leap forward in innovation, the goal of which is the generation of employment for 15,000 people. From cutting-edge devices to infrastructure, in each field—biomedical, photonics, energy, distribution, transportation, etc.—the research organizations of large and medium enterprises are coming together centered on universities and research institutions and embarking on grandiose schemes to integrate small/medium business and start-up incubators, powerfully driving the initiative with success.
(http://www.crp-eut.org/2010_Schmachtenberg.pdf)

In addition to approx. 20 billion yen in government investment, funding is being procured from businesses; when I visited the university several years ago, the project seemed to be somewhat of a pipe dream, but today enormous buildings have been erected and others are under construction within an atmosphere that gives one the sense of the fetal stirrings of a “Fourth Industrial Revolution”. For the Photonics Hills concept, this is an important example that should be used as a reference. At first glance, it appears that an enormous amount of capital has been invested for building multi-layered collaboration and constructing an international base; however, attention should be focused on the fact that behind this achievement lies policies enabling the strong commitment of the university focused on the employment of researchers and technical experts. The project is characterized by the fact that R&D enterprises with only a handful of employees comprise its central component. For example, the CEO of Matricel GmbH—a company that conducts R&D of culture media for cell culturing—says that the company currently has 5 employees and a maximum of 20 employees or so in the future would be adequate. The company is characterized by its concentration and focus on R&D. Funding is provided by pharmaceutical manufacturers, and students have come from Belgium for long internships of one-year in length; these are now candidates for employment in the future. For those involved, the most important point is that they have a place where they can immerse themselves in research—that is, stable employment for researchers. Surely this is one form for a science and technology enterprise to take.

In order for us to pull ourselves out of a nearly 20-year-long slump in innovation promotion, we need to design a system that incorporates our own country’s culture and behavioral principles rather than simply following the United States. Thus, I believe that the above example is an important one worth considering in order for us to achieve this. It teaches us about focusing on the spaces in which researchers and engineers work, creating business entities



aimed at contributing to society through science and technology research, and linking various resources, as well as methods for activating projects through productive investment. The key to Japanese-style R&D enterprises being born and growing and accumulating is to successively produce innovative scientists—who could also be called “Renaissance entrepreneurs”—who will become the core people in and for promoting these activities. It is the author’s fervent hope that mechanisms for achieving this are generated here in Osaka. In that sense, also, great expectations are held for Photonics Hills, where researchers immersed in R&D with eyes shining are fulfilling a central role.

株式会社創晶が大学発ベンチャー表彰2015で文部科学大臣賞を受賞

SOSHO Inc. Receives the MEXT Minister’s Award under the 2015 Award for Academic Startups

「大学発ベンチャー表彰 ～Award for Academic Startups～」は、大学等における研究開発成果を用いた起業および起業後の挑戦的な取り組みや、大学や企業等から大学発ベンチャーへの支援等のより一層の促進を目的としています。

この度、株式会社創晶が大学発ベンチャー表彰2015で文部科学大臣賞を受賞しました。

〔受賞理由〕

従来と全く違う手法によるタンパク質の結晶化という独自技術を基に高難易度高価格帯というユニークなポジションを確保している。三菱商事との連携も有効に機能しており、今後の海外展開にも大いに期待する。

The Award for Academic Startups was established to assist new companies founded on R&D achievements at universities or other institutes to overcome the challenges faced during and after starting up their businesses and to further encourage universities, businesses, and other organizations to support university-launched startups. This year SOSHO Inc. received the MEXT Minister’s Award as part of the 2015 Award for Academic Startups.



〔Rationale behind the Award Decision〕

SOSHO has secured a unique position with a high degree of difficulty and a high price range based on its original technology for crystalizing proteins according to an entirely non-traditional method. This startup functions effectively through collaboration with Mitsubishi Corporation, and future expansion overseas is highly anticipated.

河田教授が第30回櫻井健二郎氏記念賞を受賞

Prof. Kawata Awarded the 30th Kenjiro Sakurai Memorial Prize

河田聡教授が第30回（平成26年度）の櫻井健二郎氏記念賞を受賞されました。櫻井健二郎氏記念賞は、光産業技術振興協会・理事であった故・櫻井健二郎氏の光産業の振興に果たした功績を讃えるとともに、光産業および技術の振興と啓発を図ることを目的として創設されたもので、河田教授の受賞は「プラズモン効果による超解像度顕微鏡に關する先導的研究」に対して贈られました。

〔受賞理由〕

受賞者は、金属ナノ構造と光子との相互作用に関わる多くの新しい概念を提唱・実証し、プラズモニクスの領域拡大と技術開発の展開を先導した。特にナノサイズの先端径を有する金属探針を用いることにより、プラズモン効果に基づくラマン散乱光の超解像度顕微鏡システムを世界に先駆けて開発した。計測対象も、分子からナノ半導体材料、ナノバイオ材料など広く展開させており、異分野や産業へ貢献するところが大きい。これらの優れた研究業績に加え、自ら設立したベンチャー企業で最先端の研究者向けにラマン顕微鏡を10年以上にわたり製造販売しており、光産業技術分野においても革新をもたらしている。

Prof. Satoshi Kawata received the 30th [2014] Kenjiro Sakurai Memorial Prize established by the Optoelectronics Industry and Technology Development Association (OITDA) for the purpose of promoting and cultivating the optoelectronics industry and its technology. Prof. Kawata was awarded the prize for his “pioneering research on plasmonics-based super-resolution microscopy.”

〔Rationale behind the Award Decision〕

The recipient of this award, Prof. Kawata, proposed and verified many new concepts related to interactions between photons and metal nanostructures and has led the expansion of the plasmonics field and the evolution of its technological development. He developed the world’s first super-resolution Raman scattering microscopy system based on the plasmonic effect, using a metallic probe with a nano-tip. He has also greatly expanded the subjects that this system can measure from molecules to nano-semiconductor materials and nano-biomaterials, providing an enormous contribution to many fields and industries. In addition to these brilliant achievements in research, Prof. Kawata, starting up his own company, has for more than ten years manufactured and sold Raman microscopes designed for leading researchers giving rise to innovation in the optoelectronics industry and its technological fields.

シリコンバレーと 箕面フォトニクスヒルズ

Silicon Valley and Minoh Photonics Hills

※河田聡 船場まちづくりフォーラム 基調講演

「シリコンバレーと六本木と船場ヒルズ：船場の未来を語る」(箕面市船場 2010年3月24日)を基に作成

* Note: Prepared based on Satoshi Kawata's Keynote speech
"Silicon Valley, Roppongi and Minoh-Semba Hills: Exploring the future of Minoh-Semba",
Semba Machidukuri Forum (Semba, Minoh March 24, 2010)

アイデアの揺籃の地として発展している街に世界の耳目が集まっている。大学が核になって、若い研究者や学生の創造性が開花し、街なかに新しい考えや産業を生み出すサイエンスパークが形成される：このような社会システムが新しい時代を牽引するとの考えが、シリコンバレーの成功によって生まれている。シリコンバレーは長い歴史の中で、幾多の事業の積み重ねを経て生まれてきたものであるが、その中でスタンフォード大学が果たした役割は、大学が核になってイノベーションを生み出す街を創るポイントを指し示しているといえる。

我が国でも、科学技術基本計画等に基づいた地域科学技術イノベーション支援施策が、第2期(平成13～17年度):クラスター政策、3期(平成18～22年度):地域イノベーションクラスター、第4期(平成23～27年度):地域イノベーションシステムと進められているところであるが、これまでの取組をもとに見直し新たな取組が期待されているところである。

このような状況の中で、日本で可能な、地方、地域の特性・環境を生かした、新しい創造性を生み出し得るシリコンバレー型都市作りのポイントを考察することは重要となっている。現在のシリコンバレーは一朝一夕に出来たものではなく、ここでは一大産業集積地としてのシリコンバレーを将来の姿と描き、その萌芽となる「大学が核となってアイデアが生まれる街を創る」ことに焦点を当て、対象となる大阪大学とその周辺の地域の特徴と、シリコンバレーと共通の要因とを考察しよう。

アイデアの生まれる街

スタンフォード大学では、大学から新産業が生まれた、...

ヒューレットパッカードとPalo Alto市

最初の大学発ベンチャーがPalo Alto市に生まれ育ち、スタンフォード大学の優秀な学生・ポスドクがシリコンバレーで起業を目指し、多くの企業が生まれ、周辺のサンノゼ市等にも展開し、世界からアントレプレナーシップを抱いた人々が参集し、シリコンバレーで産業が育つネットワークが形成された。

Palo Alto市は、人口6万人、面積6000haの、スタンフォード大



大阪大学特別教授

河田 聡

Satoshi KAWATA

Distinguished Professor

Graduate School of Engineering
Osaka University



フォトニクス先端融合研究センター
特任教授

岩崎 裕

Hiroshi IWASAKI

Professor

Photonics Center
Osaka University

A town that is developing as a cradle of ideas is attracting the attention of the world. A science park has been formed with the university at its core, where the creativity of young researchers and students is flowering, and new ideas and industries are emerging around the town: The idea that this sort of social system would usher in a new age is born out by the success of Silicon Valley. Silicon Valley arose through the accumulation of numerous businesses over a long history, but Stanford University can be said to have played a key role as the center for innovation in the formation of the town.

In Japan, the regional science and technology innovation support policy based on the Science Technology Basic Plan calls for Knowledge Cluster Initiative in the 2nd Phase (2001 to 2005), Regional Innovation Clusters in the 3rd Phase (2006 to 2010), and Regional Innovation Strategy Support Program in the 4th Phase (2011 to 2015). However, new initiatives are expected through review of the initiatives to date.

At this moment, it is important to examine the points for creating a Silicon Valley-type city that can bring forth new creativity using the regional characteristics and environments of Japan. Today's Silicon Valley was not created in a day. Let's envision the future of Minoh as a huge industrial agglomeration like Silicon Valley. Let's focus on creating a town where ideas are born with a university at its core. And let's consider the characteristics of Osaka University and its surrounding region and the factors it has in common with Silicon Valley.

A town where ideas are born

At Stanford University, new industries were born from the university.

Hewlett Packard and Palo Alto

The first university ventures emerged in Palo Alto. Highly capable students and postdocs from Stanford University started many businesses in Silicon Valley. Development spread to nearby

学に隣接する街で、HP、アジレント、PARC (Palo Alto Research Center Incorporated)、フェイスブックなどが10万人雇用、6千の事業拠点を展開しており、平均年収1千万円レベルの高級住宅地となっている。

アーバイン市

砂漠とオレンジ畑とIrvine Ranchの町を、民間デベロッパーのIrvine Companyが、大学 (University of California, Irvine) を誘致し、空港 (John Wayne) を再開発し、企業を誘致し、自然と空港と大学とを生かしたサイエンスパークを開発し、高級住宅地 Woodbridge Village を擁するIrvine市が生まれた。1970年には、人口1万人であったが、2010年には20万人となった。

民間デベロッパーといえば、、、
関西では、小林一三が箕面有馬鉄道で、沿線の街々と文化を創った。

六本木ヒルズ

1986年に六本木六丁目地区が東京都から「再開発誘導地区」の指定を受けて以来、約400件の地権者と17年の歳月をかけて進めてきた民間 (森ビル) による市街地再開発プロジェクトである。高低差により分断され、木造家屋や小規模なアパート・マンションが密集し、消防車が入れない地域約11.6haを、“文化都心”をコンセプトとして、レジデンス・オフィス・商業施設・文化施設 (美術館、図書館など)・シネマコンプレックス・ホテル・放送センターなど「住む、働く、遊ぶ、憩う、学ぶ、創る」といった多様な機能が複合した街を生み出した。アートとインテリジェンスが融合したこの街は、世界から人が集まり、異文化間の交流の中から、新しい文化や情報が発信される拠点となっている。

ベンチャー企業が生まれ育つ街

近くに世界的一流大学があり、空港や高速道路等の交通の要所で、職住接近の緑豊かな高級住宅地である。高級住宅地でなければ知的な人材は集まらない。

シリコンバレーはスタンフォード大学、サンフランシスコ国際空港、サンディエゴ国際空港、I-101、I-280があり、かつ緑豊かな高級住宅地。

日本でいえば箕面市。大阪大学の3つのキャンパスに囲まれ、伊丹空港、新御堂、中央環状、地下鉄の延伸があり、かつ緑豊かな高級住宅地。

箕面船場地区はシリコンバレーならぬフォトニクスヒルズです。

阪大と緑豊かな箕面・船場地区

阪大はフォトニクスのメッカ

大阪大学は日本で最もフォトニクスの研究者が多い大学である。

大阪大学は未来戦略機構を発足させ、部局横断的に教育研究を推進する部門として光量子科学研究部門を選定し、東京のシンポジウム (2014年)、大阪の国際シンポジウム (2015年) に、それぞれ100の研究室が参加している。2007年から開始している文部科学省・平成19年度科学技術振興調整費・先端融合領域イノベーション創出拠点の形成プログラム「フォトニクス先端融合研究拠点」では、

San Jose, and entrepreneurs congregated from around the world. Networks then formed in Silicon Valley that fostered industry.

Palo Alto is a town with a population of 60,000 and an area of 6,000 ha located next to Stanford University. HP, Agilent, PARC (Palo Alto Research Center Incorporated), Facebook and other companies employ 100,000 people. It is home to 6,000 businesses and an upscale residential area with annual average incomes in the 10 million yen range.

Irvine

The private sector developer Irvine Company created the city of Irvine from a town of desert, orange groves and the Irvine Ranch. It invited in the University of California, Irvine, redeveloped the John Wayne Airport, attracted businesses, and leveraged its natural environment, airport and university to develop as a science park. In 1970, the population was 10,000, and in 2010, it had become 200,000.

Talking of private sector developers ...

In Kansai, Ichizo Kobayashi created trackside towns and culture with the Mino-Arima Electric Tramline (Mino-Arima denki kido).

Roppongi Hills

This is an urban redevelopment project of some 400 landholders and the private sector Mori Building which spent 17 years planning it, after the Roppongi 6-chome district was designated a Priority Urban Development Areas by the Tokyo Metropolitan Government in 1986. Divided by height difference, there is a high density 11.6 ha of wooden housing and small apartments without fire-engine access. Based on a “cultural city center” concept, residences, offices, commercial facilities, cultural facilities (art museums, libraries etc.), cinema complexes, hotels, broadcasting centers and so on create a town combining diverse functions for living, working, playing, relaxing, learning and creating. People from around the world gather in this town combining art and intelligence, making it a center for new culture and information through exchanges between different cultures.

A town where lots of venture companies and startups are born and grow

has a world-class university nearby and a leafy, upscale residential area close to work, with good access to airports and expressways. If the residential area is not upscale, it will not attract innovative persons.

Silicon Valley has Stanford University, San Francisco International Airport, San Diego International Airport, I-101, I-280, and leafy, upscale residential areas.

Minoh is its Japanese equivalent. It is surrounded by three campuses of Osaka University, it is served by Itami Airport, Shinmido, the Central Circular, the Chugoku Jidoshado and the Meishin Expressways, and the subway, and it has leafy, upscale residential areas.

The Semba district of Minoh will be Photonics Hills rather than Silicon Valley.

フォトニクス技術イノベーションの創出、科学技術と産業を創出する人材の育成、教員・研究者自らの起業・製品化に力を注いで来た。

緑豊かな箕面・船場地区は 新しい街づくりを目指している

箕面船場地区は、大阪大学吹田キャンパスと豊中キャンパスの真ん中に位置し、交通の要衝でもあり、阪大と伊丹空港、北大阪急行、モノレール、新幹線、関西空港などへも至便な距離にある。

箕面には多数の外国人が住み、インターナショナルスクール、多文化交流センターがある。

阪大からフォトニクスのベンチャー企業・新製品が 次々に生み出されている

10年以上発展している阪大発フォトニクスベンチャー2社に加え、起業・新製品が多数生まれている。図のように、ナノ光学顕微鏡、次世代深紫外光源用結晶、大口径高品質 GaN 結晶、エコ電球、ガス



図：起業・新製品の成果

Figure: New product achievements, some by business startups or researchers aiming to startup

Osaka University and the leafy Minoh-Semba district

Osaka University is a mecca for photonics

Osaka University is the Japanese university with the most photonics researchers.

Osaka University inaugurated the Institute for Academic Initiatives to pursue cross-departmental education and research and selected the Division of Photon Science and Technology as one of the departments. One hundred laboratories participated in the Tokyo Symposium (2014) and Osaka International Symposium (2015). The Photonics Advanced Research Center, one of the centers of MEXT for the realization of innovation centers of advanced technologies fusion with special coordination of regional Industry and university started in 2007 has focused on creating photonics technology innovation, developing personnel who can create science, technology and industry, and business startups and commercialization by the educators and researchers themselves.

The leafy Minoh-Semba district is pursuing new town development

The Semba district of Minoh is located at a convenient distance from Osaka University right between the Osaka University Suita Campus and Toyonaka Campus. It is a key point for transportations; Itami Airport, the Kita-Osaka Kyuko Railway, Monorail, Shinkansen and Kansai Airport.

Many foreign nationals live in Minoh, and there are an international school and the multicultural center.

A stream of photonics venture companies and new products is emerging from Osaka University

In addition to two photonics venture companies which emerged more than ten years ago from Osaka University, there have been many business startups and new products. As shown in the figure, nine products have emerged already, including a nano-optical microscope, crystals for next generation deep ultraviolet light sources, large diameter high quality GaN crystals, eco-light bulbs, a plasma-photonics detector for high performance gas chromatograph (together with Shimadzu co.), bio-health sensors and more.

Osaka University fosters young researchers and students with an active entrepreneurial spirit who will lead the next generation of photonics

Osaka University has the largest number of students among the National University Corporations, and at the Photonics Center, colloquia, TMT (Tuesday Morning Tea), e-learning and other entrepreneur education is conducted on a daily and routine basis.



クロマトグラフ高性能光源、バイオ・ヘルスセンサーなど9製品が生まれている。

阪大には、次世代のフォトニクスを担う 起業家精神旺盛な若い研究者・学生が育っている

大阪大学は、学生数が国立大学法人で最も多く、フォトニクスセンターでは、コロキアム、TMT (Tuesday Morning Tea) などアンブレプレナー教育を日常的・恒常的に行っている。

また大阪大学は、文部科学省のEdgeプログラムなどを推進し、持続的にイノベーションを起こす源である若い人材が豊富である。

フォトニクスパートナー企業は20社に迫る

大阪には、フォトニクスに関連する中小企業、大企業、大学、国公立研究機関が集積しており、光産業は大阪の地場産業である。フォトニクスは、大阪、神戸、播磨、京都の関西のライフサイエンス、創業、健康、エネルギー、製造技術、電気・電子、ロボット、機械、自動車、住宅、材料、プラスチック成形、精密金属加工などの地場技術と産業を発展させる。

箕面を拠点に大阪から世界へ

大阪と言えば、町人。大阪大学は、緒方洪庵、適塾の流れをくみ、町人学者が活躍した。大阪大学は、関西財界が支援して産声を上げた。

鉄道と空港が通い、大阪の街と商業地帯、工場地帯、大阪湾を

In addition, Osaka University implements MEXT's Edge Program, ensuring that it has plenty of young people to undertake continuous innovation.

Close to twenty corporate photonics partners

In Osaka there is a concentration of photonics-related small and medium-sized enterprises, major corporations, universities and national research institutions, making the photonics industry one of Osaka's local industries. Photonics advances the local technologies and industry of life science, drug discovery, health, energy, manufacturing technology, electricity and electronics, robots, machinery, automobiles, housing, materials, plastic molding, precision metalworking and so on in Osaka, Kobe, Harima and Kyoto.

From Osaka to the world, with Minoh as a center

Osaka is renowned for its townspeople. Osaka University inherited the spirit of Ogata Koan and the Tekijuku, in which bourgeois scholars play leading roles. Osaka University had been established through the support of Kansai's financial world.

Minoh City is close to the railway and airport. It overlooks the town of Osaka, the commercial and manufacturing districts and Osaka Bay to the south, with the northern mountain range and Meiji no Mori at its back. It is a green, comfortable town, where cultural figures gather. Minoh-Semba district is located between the Suita and Toyonaka Campuses of Osaka University. The Minoh Campus will be transferred here, creating a town where universities, scientists and entrepreneurs congregate. There, scholars, young researchers, postdocs and students will gather, forming a postdoc village with Osaka University's world-class photonics research seeds and researchers at its core. Venture businesses and companies of all sizes

大阪大学箕面キャンパスの移転について 記者発表

※2015年6月17日(水) 平野俊夫前総長、箕面市の倉田哲郎市長が中之島センターにおいて大阪大学箕面キャンパスの移転について

Press release, "Transfer of the Osaka University Minoh Campus"

* June 17 (Wednesday) 2015, Toshio Hirano, former President of Osaka University and Tetsuro Kurata, Mayor of Minoh, the Nakanoshima Center

新駅周辺へのキャンパス移転により、大阪大学と箕面市が共に飛躍・発展する起爆剤となります。

大阪大学の効果

- 大学のグローバル化を推進するための活動拠点となります。
- 周辺の箕面市の施設とも連携し、社会に開かれた大学として、社会・地域貢献機能の強化を行います。

箕面船場のまちづくりへの効果

- 学術研究という“文化”そのものがまちの魅力となると同時に、新キャンパス周辺に大学発ベンチャー企業を集積するなど、新たな可能性が広がります。
- 閉じられたキャンパス内ではなく、街なかで常に数百～数千人の学生・教員が活動することで、商業や市民活動の大きな活力となります。

The transfer of the campus in Minoh to the area around the new station will be the trigger for rapid advances for both Osaka University and Minoh city.

The effects for Osaka University

- It will be an activity base for undertaking globalization of the university.
- By collaborating with facilities in the surrounding city of Minoh, the university will strengthen its social and regional contributions as an institution that is open to society.

The effects on town development in Minoh-Semba district

- The culture of academic research itself will become one of the attractions of the town. At the same time, new possibilities will arise as university ventures congregate around the new campus.
- Rather than being closed up within the campus, hundreds and thousands of students and staff will always be active in the town, bringing significant dynamism to commercial and public activities.

南に望み、北の山並み・明治の森を背に、緑の街、くらしやすい町、文化人の集まる町としての箕面市。大阪大学の吹田、豊中キャンパスの中間に位置する箕面船場地区に、箕面キャンパスを移転し、大学と科学者と起業家が集う街を創る。そこに、大阪大学の世界に誇るフォトニクスの研究シーズ・研究者を核に、学者、若手研究者・ポスドク、学生が集まり、ポスドク村ができる。ベンチャー企業、中小大企業が集まり、レンタルラボが創られ、ベンチャー支援施設・制度が充実する。弁理士、銀行、商工中金、VCが加わって、全国の大学、国公立研究機関と連携し、スタンフォードとシリコンバレー、アーバインカンパニーと六本木ヒルズに学んで、大阪大学と箕面市が箕面フォトニクスヒルズを創る。やがて、革新的な発想に基づく起業が次々と興り、大阪から日本全国へ産業振興が波及し、関西にユニークなリサーチコンプレックスが出現する。緑の丘陵都市は、六本木ヒルズに例えると、箕面・船場ヒルズとなるが、サイエンスパークとしては、箕面フォトニクスヒルズとスケールアップした姿が立ち現れてくる。

今一度初心に戻って考えてみよう

産業は栄枯盛衰・つねに新産業を創出。

大学の元気（若者・国際・有識・流入出）を活用。

will gather, rental laboratories will be created, and venture support facilities and systems will be consolidated. With the addition of patent attorneys, banks, the Shoko Chukin Bank, and VCs, Osaka University, Osaka Prefecture and Minoh City will cooperate with nationwide universities and national research institutions, learning from Stanford University and Silicon Valley, the Irvine Company and Roppongi Hills, to create Minoh Photonics Hills. Over time, business startups based on innovative concepts will appear one after the other, influencing industrial development all over Japan from Osaka, achieving a unique research complex in Kansai. Likening the green, hilly city to Silicon Valley, Minoh Semba will emerge as a science park, Minoh Photonics Hills.

Our starting idea could be based on

“Ups and downs are inevitable in any industry and it is indispensable always creating new industry.

Leverage the vitality of the university: young people, international spirit, intelligence and influx/outflow (entering/graduating) in every year.”



箕面市長より メッセージ Message

箕面船場地区は、現在でも国土軸に近接する絶好の立地にあります。平成32年度の北大阪急行線の延伸に伴い、交通利便性がさらに向上します。また、周辺には大阪大学をはじめとする研究機関等が集積しており、ビジネス拠点として高いポテンシャルを有しています。

箕面市は、そのポテンシャルを最大限に活用するため、本年6月、大阪大学箕面キャンパスを同地区に移転する覚書を大阪大学と締結しました。箕面船場地区が、学術研究の新拠点となると同時に、新キャンパス周辺に大学発ベンチャー企業が集積するなど、新たな可能性が広がると期待しています。

河田先生はじめ諸先生方からご提案いただいている、箕面船場地区を中心とする「箕面フォトニクスヒルズ構想」については、国家戦略特区制度を活用した提案や科学技術振興機構の調査研究事業など、着実に検討を深めていただいております。箕面市においても、各種規制の見直しのほか、税の減免措置、融資制度の創設等、企業集積の促進に向けて検討を始めています。

学・産・官が連携する最先端のイノベーション拠点、国際競争拠点として「箕面フォトニクスヒルズ構想」を実現し、箕面船場地区から世界に発信する研究開発成果が誕生することを大いに期待しています。



箕面市長
倉田 哲郎
Tetsuro Kurata
the Mayor of Minoh

The Minoh-Semba district is even now superbly located close to the national axis, but with the extension of the Kita-Osaka Kyuko Line in FY2020, transportation convenience will improve even further. Moreover, with an accumulation of research institutions in the surrounding area, beginning with Osaka University, the district has high potential as a business base.

In order to utilize this potential to the maximum, Minoh City concluded a memorandum of understanding with Osaka University to relocate the University's Minoh Campus to the Minoh-Semba district in June this year. In addition to becoming a new base for academic study, with this move the Minoh-Semba district is expected to broaden and gain new potential as university-launched venture companies accumulate in the area surrounding the new campus.

With regard to the "Minoh Photonics Hills Concept" centering on the Minoh-Semba district, which has been proposed by Professor Kawata and other faculty members, consideration of the concept is steadily deepening, with the formulation of a proposal utilizing the National Strategic Special Zone system and a Japan Science and Technology Agency (JST) survey research project, etc. Minoh City has also begin reviewing various regulations as well as considering tax reduction/exemption measures, the establishment of financing mechanisms, and other measures for promoting the accumulation of businesses in the Minoh-Semba district.

Great expectations are held for the realization of the "Minoh Photonics Hills Concept" as a base for cutting-edge innovation and international competition through the collaboration of academia, industry, and government, as well as for the birth of R&D results that are transmitted from the Minoh-Semba district to the world.

Event Information

第9回 フォトニクス先端融合研究拠点 田中一宜先生講演会

● 2015年5月27日(水) ● 場所: 大阪大学フォトニクスセンター

9th Photonics Advanced Research Center Special lecture meeting with Dr. Kazunobu Tanaka

Date: May 27, 2015 / Venue: Photonics Center, Osaka University Suita Campus



フォトニクスセンターでは、5月27日(水)に、産業技術総合研究所名誉リサーチャー田中一宜先生をお招きし、講演会を行いました。田中先生はアトムテクノロジー研究体(JRCAT)の立ち上げやJSTの研究開発戦略センターでナノテクノロジーの全体戦略の構築に携わってこられた第一人者です。今回、研究成果を事業化に繋げる「橋渡し」機能を持つ産業技術総合研究所名誉リサーチャーの立場から、現在の日本の科学研究のポテンシャルの高さや海外との比較から浮かび上がる構造的課題についてご講演を頂きました。また、グローバル化の進む中での人材育成の重要性についても説かれ、アジア新興国の強烈な存在感の中での対照的な日本の消極性を危惧する講演内容も含まれていました。

今後の研究者のあり方について様々な面から切り込む内容であり、活発な議論が行われました。

We were honored with the presence of Dr. Kazunobu Tanaka, who is the honorary researcher of The National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST).

Dr. Tanaka was engaged in launching the Joint Research Center for Atom Technology (JRCAT) and building the whole strategy of nanotechnology at the Center for Research and Development Strategy, Japan Science and Technology Agency (JST).

He gave a lecture about the high level of ability in Japanese science research and the tasks emerging in Japan as compared to those abroad. He also talked about the importance of the development of human resources in a global society, and expressed his concern that Japanese researchers are more negative than their positive Asian counterparts. The participants listened with rapt attention to the lecture, which included a varied content on the future of Japanese researchers.

Event Information

TERS-5 The 5th International Conference on Tip-Enhanced Raman Spectroscopy

● 2015年10月29日(木)～30日(金) ● 場所: 大阪大学中之島センター

TERS-5 / The 5th International Conference on Tip-Enhanced Raman Spectroscopy

Date: October 29-30, 2015 / Venue: Nakanoshima Center, Osaka University

第5回 先端増強ラマン分光 (Tip Enhanced Raman Spectroscopy/ 略称 TERS) 国際シンポジウムが10月29日～30日、大阪大学中之島センターにて開催されました。

今年は、ナノ分光とナノイメージング研究の発祥と発展の地である大阪大学にて最新のTERS分野の大学、企業の研究者、学生が世界中より集い開催されました。

The 5th International Conference on Tip Enhanced Raman Spectroscopy (TERS) took place in Osaka, Japan, during October 29-30, 2015.

This conference brings together academic and industrial researchers involved in the latest developments in the field of TERS. This year, it was held in Osaka University, where the techniques of nanospectroscopy and nanoimaging were born and developed.

第6回こども科学の教室 スーパー光塾

● 2015年11月23日(月・祝) ● 場所: 大阪大学 吹田キャンパス 銀杏会館

The 6th super light school

Date: November 23, 2015 / Venue: Suita Campus Ichio Hall, Osaka University Suita Campus



毎年好評を頂いている子供科学の教室スーパー光塾を、今年も開催します。小学校4年生～6年生を対象に、「光」の研究を行っている大学院生・学部生が中心となり、多彩な「光」を使った実験により、日常生活に溢れる光の特異性を分かりやすく克つ楽しく紹介します。

実際に見て、触れて、体験をすることで、「理科とは、難しいものではなく、身の回りの不思議を解明するワクワクドキドキするもの」と子どもたちに認識してもらい、理科の魅力を伝えることを目標としています。

In November we will hold the 6th Kid's Photonics School "Super HIKARIJUKU" which has earned favorable notices every year. Graduate students and undergraduate students will deliver lectures about light and its peculiarities, interspersed with enjoyable experiments. We will accept elementary school pupils from the 4th to 6th grade. We hope that all the participants will understand that science is not just difficult but interesting because it can solve questions around us clearly. We aim to let children know about the fascination of science through this event.

国際フォトンクス学生交流会 2015

● 2015年12月8日(火)～9日(水) ● 場所: 大阪大学フォトンクスセンター

http://parc.osaka-u.ac.jp/student_chapter/acore2015/index.html

Asian CORE Student Meeting 2015

Date: December 8-9, 2015 / Venue: Photonics Center, Osaka University

大阪大学OSA/SPIE学生チャプターは"Asian CORE Student Meeting 2015"を開催し、国内外の学生が集まり「今後のキャリア構築」について深く議論します。

谷田貝豊彦教授 (SPIE 会長、宇都宮大学オプティクス教育研究センター長)、河田聡教授 (応用物理学会会長、大阪大学) の講演があります。

Osaka University OSA/SPIE Student Chapter will hold a student conference entitled the "Asian CORE Student Meeting 2015 on Photonics and Optics". We invite students from Asian countries, and have a deep discussion about the concept of "How we should develop our careers in the future".

Professor Toyohiko Yatagai, Director of the Center for Optical Research and Education at Utsunomiya University and President of SPIE; and Professor Satoshi Kawata, Osaka University and President of JSAP will give lectures.

日本学術振興会 アジア研究教育拠点事業 "Nanophotonics in Asia 2015"

● 2015年12月10日(木)～11日(金) ● 場所: 大阪大学中之島センター
● 2015年12月12日(土) ● 場所: 大阪大学ラボツアー

<http://parc.osaka-u.ac.jp/asiaphotonics/>

JSPS Advanced Nano Photonics Research and Education Center in Asia "Nanophotonics in Asia 2015"

Venue & date: Nakanoshima Center, Osaka University, Osaka, during Dec. 10-11, 2015, followed by a lab tour to Osaka University on Dec. 12.

大阪大学を中心に、中国、台湾、シンガポールの3拠点から研究者と学生が集い、先進ナノフォトンクス研究分野での成果を持ちより、現在の研究そして未来の可能性を議論します。今回のシンポジウムのトピックは、ナノフォトンクス、ナノスペクトロスコピー、ナノイメージング、ナノバイオフォトンクス、量子マテリアル・メタマテリアルと、先進フォトンクスのアプリケーションです。

アジア研究教育拠点事業の最終年度となるため、これまでの研究結果の集大成、さらなる研究交流、若手研究者の育成と、今後への発展を目指します。

Researchers and scientists from the partner institutions of the Asian Core Program, namely from Japan, China, Taiwan and Singapore will meet together in this symposium to discuss the latest progress, current research and the future prospects in the field of Advanced Nanophotonics Research. Topics covered in this symposium will be Nanophotonics, Nanospectroscopy, Nanoimaging, Nano-bio-photonics, Quantum materials and metamaterials, and Advanced Photonics Applications.

Since this year will be the final year of the Asian Core Program, we aim to compile all the research results and are looking forward to fruitful discussions and possibilities to promote further research exchange and foster young researchers through this symposium.



大阪大学フォトンクス先端融合研究拠点
Photonics Advanced Research Center,
Osaka University

〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1 フォトンクスセンター (P3)
Photonics Center, P3, Suita, Osaka 565-0871 Japan

● Phone: 06-6879-7927 ● Fax: 06-4864-2695 ● E-mail: parcjq@parc.osaka-u.ac.jp

<http://www.parcjp.org/>