

20 03
2'3

nano photon

20 years Anniversary Book

ナノフoton株式会社 創立 20 周年記念誌

”
人と違うことをやりたいと思って生きてきました。

失敗もたくさんしました。だけど成功すれば、いつだって世界初です。

科学者が会社を起こすってことは、こういうことなんだろうと思います。

（「創業者のことば」より一部抜粋）

”
ナノフォトンは今後の大阪大学が目指すテキストブック的存在

（「大阪大学・西尾章治郎総長インタビュー」より一部抜粋）

“

“



ラマン顕微鏡で20年 もっと未来へ

Greeting



創業20周年を迎えて

人間以外のほとんどすべての動物は生まれるとすぐに立ち上がり、歩き始め、そしてすこしの期間を経て自ら獲物を追い始めます。すぐに成人し、子供を産み始めます。そして死ぬまで子供を作り続けます。人間だけは成人するまでに20年かかり、ほとんどの人は成人式を過ぎてもまだ稼ぐことはできず、税金も払えず、そして子供を養う甲斐性もありません。子供が産まれてもなお、まだ親に助けってもらうことも珍しくありません。

会社も法人、すなわち人です。会社を創って育てるのは、人です。起業（出生）することはできても、成人として稼いで納税して社員を養えるようになるには、何十年もかかります。ナノフオンも20歳を迎えて、ようやくそのことが分かってきました。

ナノフオンは、これからは成人として社会に還元していきたいと思います。これまでナノフオンを育ててくださった顧客、取引先の皆様、顧問の先生方、そして20年間私たちを見守って激励し続けてくださった知人・友人の方々にも深くお礼申し上げます。そして、20年の間、ナノフオンを決して見限ることなく支え続けてくれた社員・役員に感謝するとともに、この日を迎えられたことの喜びを分かち合いたいと思います。

ナノフオンは今年創業20周年を迎え、自立し、さらに新たな画期的な製品開発と未踏の新市場開拓に踏み出します。セレンディピティーを求めて、新たな旅立ちです。

皆様のご支援をよろしくお願い申し上げます。

ナノフオン創業者・会長
河田 聡

Contents

2	会長挨拶	Chairman's Message
5	目次	Contents
6	創業者のことば	Founder's Message
8	ナノフォトンの主力製品	Nanophoton's flagship product
12	原理と応用例	Principles and Applications
14	ナノフォトンの歩み・世界と日本の動き	Chronology
<hr/>		
17	インタビュー	Interview
18	大阪大学総長 インタビュー	Osaka University President's Interview
22	分光学会長 インタビュー	The Spectroscopical Society of Japan President's Interview
25	ナノフoton会長 インタビュー	Nanophoton Chairman's Interview
<hr/>		
29	ナノフoton20年の歴史	20 Years of History
30	創業時の思い出 (2003-2008)	Memories of the Founding (2003-2008)
36	会社の成長 (2008-2015)	Company Growth (2008-2015)
42	海外展開への挑戦 (2015-2017)	Challenge of Overseas Development (2015-2017)
44	ナノフoton2.0 (2017-2023)	Nanophoton 2.0 (2017-2023)
<hr/>		
50	コラム：ラマン顕微鏡 製品の進化	Column: Evolution of Raman Microscope
52	コラム：ラマン顕微鏡 市場の創出	Column: Creation of Raman Microscope market
<hr/>		
57	資料編	References
58	メディア掲載コレクション	Media Coverage Collection
64	冊子「はじめてのラマン」	Principles and Practices of Raman Spectroscopy and Microscopy
74	アプリケーションノート・コレクション	Application Note Collection
78	メルマガコレクション	Mail Magazine Collection
86	会長室から	Chairman's Office
<hr/>		
95	社員・役員紹介	Employees and Executives
96	社員メッセージ	Employee Messages
104	取締役 インタビュー	Director Interviews
110	会社概要	About Nanophoton
112	編集後記	Editorial Post

「科学者の会社」

人と違うことをやりたいと思って生きてきました。他の人たちがやるなら彼らに任せればいい。他の人たちにはできるとは思えないことばかりを求めて探してきました。失敗もたくさんしました。だけど成功すれば、いつだって世界初です。これって、発明家の発想の基本です。そして科学者の原点でもあります。そうでなければ、世の中に新しい発明も新しい科学も生まれてきません。まさに起業家精神です。そんな仲間達が集まったのが「ナノフoton」社です。

ナノフotonの製品はいつもぶっ飛んでいます。誰もができるはずがないと思っていたラマン散乱の顕微鏡を作りました。レーザ光と蛍光の間にほんの僅かにしか含まれていないラマン散乱光を、顕微鏡下におかれた小さなサンプルの狭い空間から取り出して、色分解してさらに画像化します。ナノフotonの顕微鏡は数百点を同時に測定しますから、数百分の1の測定時間で画像が得られます。大きなものを測るラマン顕微鏡も作りました。他にも光軸方向に偏光する偏光フィルターや、光干渉を起こさないレーザー光源変換器や深い紫外域のラマン顕微鏡と対物レンズ、波長の20分の1の分解能を持つ先端増強ラマン顕微鏡など、他社にない「変な」顕微鏡と「不思議な」光学部品を作ってきました。ナノフotonの顕微鏡は見かけも顕微鏡や分析装置らしい顔をしていません。

科学者が会社を起こすってことは、こういうことなんだろうと思います。

創業者 河田 聡

(ナノフoton会社案内パンフレット(2018)から)

The Company of Scientists

All of my life, I have wanted to do something different from others. If somebody wants to try something, I leave it to them. I have sought and found the challenges others were not likely to deal with. I failed so many times, but that did not discourage me. If I succeed in such a challenge, that will crown me with a title of "the first in the world." This mindset is the basic philosophy of inventors, and is also the starting point for scientists. Without it, there would have been no revolutionary inventions or scientific breakthroughs. This is nothing but the entrepreneurial spirit. Nanophoton Corporation is based on a group of people who share this spirit.

Nanophoton products are all far from conventional. We have developed a Raman scattering microscope, which no one believed it was possible to develop. In our Raman microscope, extremely weak scattering light called as Raman scattering, which is found in between Rayleigh scattering and fluorescence in a spectrum, is collected from an extremely small space of tiny sample, and undergoes color separation and spatial imaging.

Since Nanophoton's original microscope, RAMANtouch, detects Raman spectra at hundreds of points simultaneously, the image is obtained in a few hundredths of the time normally required. Another microscope of us, RAMANwalk, is based on a unique motion of laser beam based on the stochastic process theory and information theory to generate an optimized trajectory for unknown samples. Besides, we have developed Raman microscopes that have not been available elsewhere.

Nanophoton has brought into the world "bizarre" microscopes and "far-fetched" optical components that other companies have not. Among only a few examples are a polarized filter that polarizes light in the direction of optical axis; a laser source converter that does not generate optical interference as speckles; a Raman microscope and an objective lens for deep ultraviolet range; and a tip-enhanced Raman scattering microscope that boasts a resolution of one-twentieth of a wavelength. Our microscopes do not look like ordinary microscopes or analytical instruments in appearance.

Nanophoton embodies what happens when scientists start a company.

Satoshi Kawata, Founder

ナノフォトンの主力製品

ナノフォトンの現製品には主にRAMAN seriesと部品・コンポーネントがある。ここではその主なものだけを示す。過去の製品などはWebページを参照のこと。

Webページ



RAMANwalk

「宝探しをするときに上陸した地点から1行ずつ直線的に歩いて、1点ずつしらみつぶしに宝を探す人はいなかろう。多分、適当にそこいらをうろうると歩き回って宝のありかを探すだろう。」このような発想をラマンイメージングに適用した製品である。ランダム走査と名付けた走査方法では、走査経路は確率過程論と情報理論を用いることによって最適に選ばれる。これによって従来の走査型ラマン顕微鏡と比べて、1/5から1/10まで測定時間を短縮できる。

300 x 830 x 450 mm, 60 kg (2019年発売)

RAMANtouch

2005年、ナノフォンは世界初のライン照明とレーザー走査を備えたラマン顕微鏡を発表した。1点ずつを測定する従来の画像取得方法に比べて400倍速を実現した測定速度を利用すると、例えば生きたままの細胞の分裂の様子を観察できた。これは単に時間が短縮されるのを超えて、それまでに実質的に不可能であった測定を実現するものであった。発表当初には、ライン照明による高速イメージングと、回折限界に迫る最高の空間分解能をセールスポイントとしていたRAMANtouchであったが、現在では使いやすく機能の充実したソフトウェアを備え、ハイエンドでありながら初心者でも使用できる分析機器として幅広いユーザーに受け入れられている。

820 x 670 x 450 mm, 70 kg (2005年発売)



RAMANdrive

300mm半導体ウェハ全面の異物をそのまま分析したいという顧客の要望を製品化した。高精度ステージによってウェハの所望の位置へ正確かつスムーズにステージを移動する。RAMANtouchでの顕微鏡筐体設計の経験を応用することで、大型のステージに対応した顕微鏡が実現した。最近ではワイドギャップ半導体などの新しい材料の評価にも利用が広がっている。

1280 x 1350 x 1320 mm, 390 kg (2016年発売)

RAMANview

顕微鏡のスライドガラスのサイズに入りきらない大きなものを詳細に見るために、広視野・長焦点深度・長作動距離のレーザー走査ラマン顕微鏡を開発した。これももちろん世界初・世界唯一である。医薬品の錠剤の全体に渡る成分分布を見たいという顧客のニーズに答えるべく2012年に生まれた。筐体はデザイナーのスケッチをそのまま実現した形状である。現在では、液体窒素に沈めたメタンハイドレートの測定など、レンズから試料までの距離が大きいことを活かした応用も広がっている。

300 x 720 x 610 mm, 35 kg (2012年発売)





TERS sense

波長よりも小さな金属針の針先を光に当てると、光の波長よりも小さな光スポットが形成され、それを観察試料の近くで走査するとナノの光学顕微鏡ができるかもしれない。そう気づいた河田が超高分解能の顕微鏡を完成させたのが1992年。ラマン散乱顕微鏡としての応用を学会発表したのが1999年だった。大学から技術移転を行い、ナノフォトンが2013年に商品化。再現性高く増強効果が得られる探針を生み出し、信頼性のあるデータが取得できるようになるには、最初の発表から20年が必要であった。現在はアプリケーションの幅を広げ、使い勝手を改良し、誰でも使える装置として新たな開発を進めている。

710 x 900 x 630 mm, 104 kg (2013年発売)

Sumilé (DUV-UV Lens)

深紫外領域での先端増強ラマン散乱顕微鏡に取り組んでいた大阪大学とナノフォトンの共同研究チームは、対物レンズの性能の問題に直面した。この波長域で使用可能な光学材料は限定されており、複数枚のレンズを組み合わせた屈折型の対物レンズでは、コストにも透過率にも問題があった。この問題を反射型の対物レンズの内部を合成石英ガラスで満たすことで解決し、2018年にsmiléと言う名称（すみれの紫とSmileの意味）で発売した。主に紫外・深紫外でのラマン顕微鏡用途に用いられている。帯域は紫外のみならず近赤外までフラットな透過率を有する。

φ22 x 27 mm, 52 g (2018年発売)



SK-11 (Speckle Reducer)

レーザー光の干渉性を低下させ、スペックルノイズを減少させるデバイス。1993年に河田が発明した原理に基づいている。創業間もない2004年に製品化した。原理はシンプルであるものの製造が難しく、製造を受託する企業を見つけるために何社にも打診したが断られ続けた。販売後は様々な用途に利用され、特にパルスレーザーを用いた高速画像測定において有効である。

110 x 140 x 55 mm, 1.1 kg (2004年発売)



LensSöck (Light Shade)

試料室全体を覆う遮光カバーは、開閉が面倒だけでなく、サンプルを制約する原因ともなってしまう。より簡便な形で遮光を実現できないかと考えていた河田は、たまたま泊まったビジネスホテルのアメニティグッズのスポンジを見て、その復元性に着目し、切れ込みを入れたスポンジによる遮光を着想した。SöckのOにウムラウトがついているのは形状からの連想。

47 x 50 x 30 mm, 7 g (2011年発売)



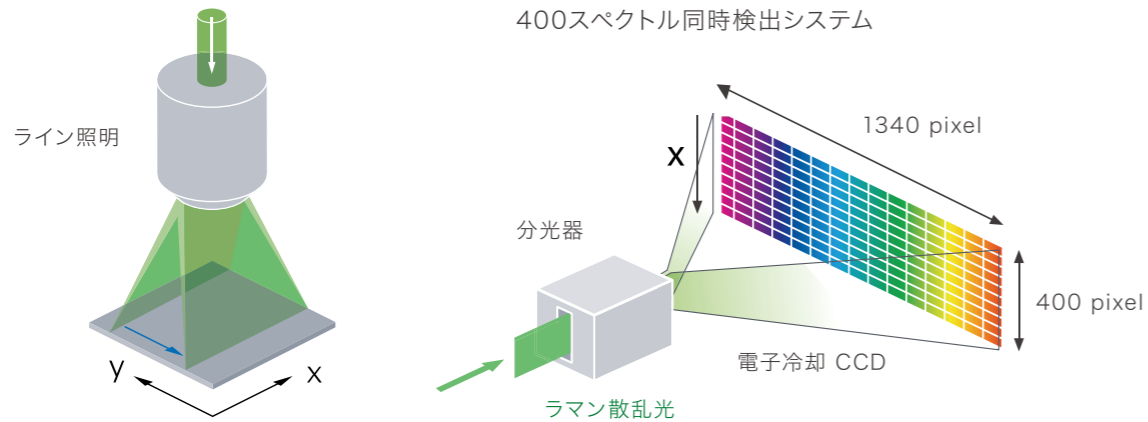
ZPol (Axial Polarizer)

2003年頃、大阪大学河田研究室では光の伝搬方向に振動する光（Z偏光）を用いれば、先端増強ラマン散乱の強度を高められることが予想されていたものの、効率の良い実現方法が見つけれずにいた。この課題を解決するべくナノフォトンが完成させたZPolは、レーザービームを集光する対物レンズの手前に挿入するだけでZ偏光を実現する。2004年の発売後は、結晶や分子の配向の3次元測定に威力を発揮している。

φ25 x 5 mm, 5 g (2004年発売)

ライン照明とレーザー走査による高速イメージング

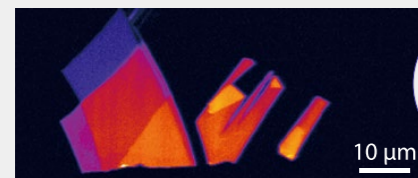
RAMANtouch



ナノフォトンではラマンイメージの取得速度を飛躍的に上げるため、レーザービームをライン状に引き伸ばして試料に照射する独自のライン照明技術を開発した。この技術では試料上のライン状に照射された領域から、同時ラマンスペクトルを検出する。

また、高精度のスキヤニングミラーを搭載することで、レーザー走査によるイメージングを実現した。分析エリアを指定したら、ステージを全く動かすことなく、わずか数分のうちに10万画素を超える高精細なラマンイメージを取得可能である。

テープ剥離グラフェンのラマンイメージング

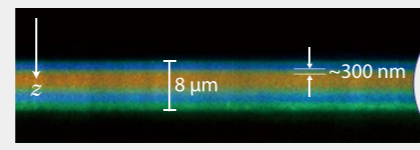


532nm/100x 0.90 N.A./400x169pixel

■ 単層 ■ 二層 ■ 三層 ■ 四層

Measuring time
5 min

多層膜フィルムの断層ラマンイメージング



532nm/100x 1.40 N.A./400x140pixel

■ ポリエチレン ■ ナイロン ■ ポリプロピレン

Measuring time
5 min

(ナノフォトン社パンフレットより)

確率過程と情報理論による独自レーザービーム走査方式

RAMANwalk

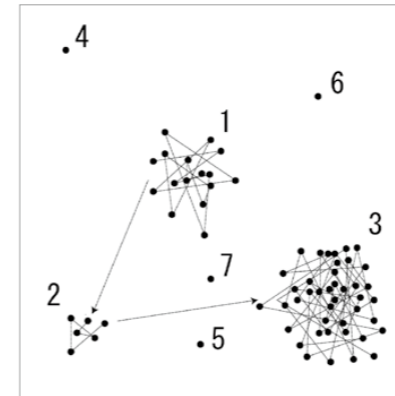


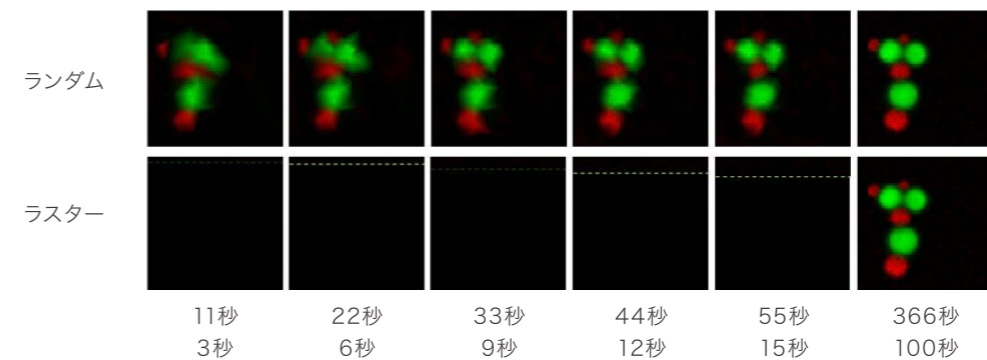
図1



図2

ナノフォトンのランダム走査方式では、測定を始めたときはランダムに測定点を選ばれる。何点か測定してみてラマンスペクトルに特徴のある場所を見つけ出した場合には、その近辺を集中的に測定する。探し続けて何も出てこなさそうなら、別のところに移動される(図1)。

走査経路は確率過程論と情報理論を用いることによって最適に選ばれる。このビームが揺らぐ走査方式を用いると、ラスタ走査(図2:1行を直線運動し、繰り返し時に1列進める。)に比べて、測定時間が劇的に節約される。



ランダム走査では全画素数の3%ですでに2つの物質が見えており、12-15%でほぼ測定が終わっているのに対し、ラスタ走査ではこれらの段階では何の情報も得られていない。

(河田聡、モンテカルロ顕微鏡:提案と実証、第66回応用物理学学会春季学術講演会(2019)より)

ナノフォトンの歩み・ 世界と日本の動き

2003.2 ナノフoton株式会社設立(大阪大学GSEコモン棟)
初代表取締役社長に大出孝博が就任
資本金1千万円



2003.3 イラク戦争始まる

2004.4 学内の大阪大学先端科学
イノベーションセンターに移転



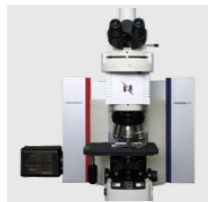
2004.4 国立大学が国立大学法人
(独立行政法人)に

2005.9 レーザー走査ラマン顕微鏡
「RAMAN-11」発表

2006.4 第18回中小企業庁長官賞
(中小企業優秀新技術・新製品賞)受賞

2007.6 Appleが「iPhone」を発売

2007.10 「RAMAN-11」を初めて受注



2008.9 リーマン・ショック勃発

2008.11 謝林が二代目
代表取締役社長に

2009.2 資本金3800万円に増資



2009.3 世界最大の展示会Pittcon
(米国)に出展(海外初出展)

2009.9 民主党に政権交代

2010.10 マドラス大学に海外1号機を販売

2010.11 他社から知的財産権侵害の
訴えを起こされる

2011.3 東日本大震災

2011.4 大阪大学フォトニクス
センター内に移転



2011.9 レーザー走査ラマン顕微鏡
「RAMANtouch」発表



2011.10 1ドル=75.3円の
史上最高の円高を記録

2012.9 広視野ラマン顕微鏡
「RAMANview」発表



2012.9 世界で初めて顕微鏡を
IoT化

2012.12 自民党が政権に復帰

2013.2 13兆円超の超大型補正予算

2013.8 東京地裁で知的財産訴訟に勝訴
(他社の請求棄却)

2013.9 先端増強ラマン散乱顕微鏡
「TERSsense」発表



2014.3 東京ショールームを
日比谷にオープン



2014.4 消費税率8%に引き上げ

2014.9 知財高裁でも勝訴し、
2010.11から続いた裁判が終了

2015.9 Michael Verstaが
三代目代表取締役社長に

2016.3 東京ショールームを
虎ノ門に移転



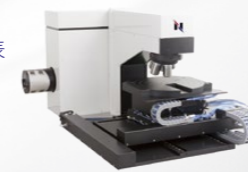
2016.6 投資会社からの
出資を受ける

2016.6 英国、EU離脱を選択

2016.7 Nanophoton Koreaを設立、
ソウルにショールームを設置

2016.7 北京にショールームを設置

2016.8 ウェハーステージ搭載ラマン
顕微鏡「RAMANdrive」発表



2017.1 米大統領に
トランプ大統領就任

2017.9 会長河田が社長を兼務

2018.3 紫外・深紫外ラマン顕微鏡「RAMANtouch vioLa」、
紫外・深紫外対物レンズ「sumilé」同時発表

2018.8 資本金1億円に増資

2019.1 ラマン顕微鏡累計販売台数、
100台突破

2019.5 新元号が「令和」になる

2019.9 独自のビーム走査方式の
「RAMANwalk」発表



2019.9 製造外部委託を開始

2020.4 新型コロナウイルスで
初の緊急事態宣言

2020.5 メルマガ創刊



2021.1 大阪大学
吹田キャンパスから
箕面市船場西に移転

2021.4 大阪大学箕面キャンパスが
箕面市船場東に移転

2022.1 ラマン顕微鏡累計販売台数、
150台突破

2022.2 ロシアがウクライナに侵攻

2023.1 一次代理店制度導入

2023.2 創立20周年を迎える



2024.3 北大阪急行線(大阪メトロ御堂筋線)
箕面船場阪大前駅が開設予定

Interview

インタビュー

大阪大学・西尾章治郎 総長

日本分光学会・岩田耕一 会長

ナノフoton創業者・河田聡 会長

大阪大学 西尾 章治郎 総長 インタビュー

ナノ光子は大阪大学が目指す テキストブック



大阪大学 西尾 章治郎 総長

大阪大学はナノ光子を生み、育ててくれた場所だ。その大阪大学で長く教授を務め、現在は総長としてトップに立つ西尾章治郎氏を訪ね、河田会長やナノ光子に対する思いや期待を伺った。

— ナノ光子が創立20周年を迎えました。

心よりお祝い申し上げます。ベンチャー企業として成長を遂げ、20周年という節目を迎えたことは大変喜ばしいことです。誠におめでとうございます。

— 西尾総長は、河田会長と同世代ですね。

実は同じ年、同じ月に生まれています。大阪大学工学部教授に就任した時期も、私が1992年8月で、河田先生は翌年4月。半年余りしか異なります。当時、応用物理学科に卓抜した業績を挙げている鳴り物入りの教授が誕生したとの情報が私の方にも入ってきて、どのような方なのかとワクワクしたことを今でも鮮明に覚えています。

それ以降、教授会などでお話する機会はありましたが、特に懇意になる機会を得たのは、2002年に情報科学研究科を創設することになった時です。新たに情報科学研究科を立ち上げるにあたり、その一

つの専攻として数理工学関係が重要であると、河田先生と私の認識が一致しました。河田先生のご英断で、工学研究科応用物理学専攻の一部であった数理工学関係の組織を新たな研究科の情報数理工学専攻として移して下さることになりました。

— 西尾総長にとって、河田会長はどのような存在ですか？

同じ世代感覚、進取の気概をもったかけがえのない輝ける友と言える存在です。

学会活動においては、日本分光学会会長や応用物理学学会会長を務め、さらに国際的には光学とフォトニクスに関係する世界最大級の学会である米国光学学会(Optica)の会長を務めるなど、該当分野において傑出したリーダーシップを発揮されていることを心より尊敬しています。

受賞関係も枚挙に暇はありませんが、私が特に素晴らしいと思うのは、芸術のための科学賞とも言われているダビンチ優秀賞(仏国・ルイ・ヴィトン財団)を1997年に受賞されたことです。河田先生のご家族には芸術家の方が多くいらっしゃり、ご自身もアートあるいはデザインに関して相当な情熱をもっておられます。そのような方だからこそその受賞だと思っています。実は私も絵画関係には大変興味をもってまして、その観点からも河田先生と相通じるものがあります。

— 20年前、ナノ光子の創業をどのように見ていましたか？

私は当時、大阪大学サイバーメディアセンターや情報



科学研究科の創設に関わり、大阪大学の情報系のベンチャー企業の立ち上げの重要性を強く認識していました。そのため、本学の強みの一つである光学、フォトニクス分野に関するベンチャーであるナノ光子社の設立を非常に心強く思いました。

大阪大学に関連するベンチャーは、2002年度末にまとめられた報告書で23社と報告され、ナノ光子社はその中に含まれています。2003年度には45社、2004年度には54社と順調に設立数を増やした大阪大学関連のベンチャー企業にとって、ナノ光子社はまさに先駆けとなり、リーダー的存在であったと言えます。

— 大阪大学は2021年4月、大阪府箕面市船場地区に新たに箕面キャンパスを開学しました。その直前に、ナノ光子はオフィスを箕面キャンパス近くに移転しています。

移転の背景には、大阪エリアのシリコンバレーとして、箕面船場地区に寄せる河田先生の大きな期待があったのだと思います。

米国西海岸のシリコンバレーは、サンフランシスコ市中心部の郊外に位置します。中心部との中間にサンフランシスコ空港もあり、交通の便利さは群を抜いています。そして、中央にスタンフォード大学があります。

一方、箕面船場地区は、大阪市中心部の郊外に位置し、その近隣地帯に大阪空港があります。さらに2024年3月には、地下鉄御堂筋線に直結する北大阪急行線の「箕面船場阪大前駅」が新設される予定であり、新大阪へのアクセスも含めて交通の便が格段に向上します。

本学箕面キャンパスには外国語学部、日本語日本文化教育センターがあります。多言語・多文化を広く迎え入れ、言語研究と人文学・社会学的地域研究を融合させたマルチディシプリナリな学問を通じて、本学におけるグローバル人材育成の旗手の役割を担っています。このようなグローバル感覚あふれる箕面キャンパスの周辺にスタートアップ、ベンチャー企業が集積していけば、地域一体型の国際的な知と新産業創

出の拠点となり、大阪・関西、ひいては我が国のさらなる発展に貢献することは間違いありません。実際、箕面船場地区の地場産業の方々からも、このような本学のビジョンに大きな関心が寄せられると同時に、ベンチャー企業等へのスペースの提供についても支援策をご提案いただいています。

ナノフoton社の箕面船場地区への移転は、河田先生の独創的で先見の明のあるご英断でした。

— 大阪大学は大学発ベンチャーの創出に力を入れていますね。

技術シーズを社会実装する過程で既存の企業との連携を図ることも当然のことながら重要ですが、大阪大学としては、知財の強化を図りながら大学発スタートアップ・ベンチャー企業の創出・育成をより強化していく方針を打ち出しています。その背景には、基礎研究による技術シーズの創出から社会実装までを一気通貫で大学が主体的に行うことが大学の新た

な経営モデルとしても重視されつつある傾向があるからです。本学における大学発スタートアップの創出実績は、2020年10月現在で191社となっています。2020年以降は、毎年10社程度のスタートアップを創出し、この5年で約2倍となっています。現在、学生へのアントレプレナー教育の充実やGAPファンド等によるハンズオン支援等により、さらなるスタートアップ創出強化に取り組んでいます。

— 研究成果の社会実装のため、どのような仕組みを取り入れていますか？

新たな社会価値の創造のために大学と産業界が混然一体となった産学共創によって、「知」と「人材」と「資金」の好循環による「エコシステム」を構築し、社会実装の推進と基礎研究の振興を大学改革の基本方針として取り入れています。

詳しく説明すると、卓越した研究成果を産業界との連携のもとで何とか社会実装にまで漕ぎ着け、世の中に製品として出したものに対する課題発掘、問題点の指摘をもとに、再度、基礎研究段階へと循環させる。その過程で、大学においては「知」を育み、社会に発信する。同時に高度人材を育成し、社会に輩出する。一方、産業界からは卓越した基礎研究を推進するための「資金」を大学に投じる—という仕組みです。

— ナノフotonに対する期待をお聞かせください。

近年、「科学的な発見や革新的な技術に基づいて、世界に大きな影響を与える問題を解決する取り組み」として「ディープテック」と、技術革新に立脚したスタートアップが再評価されています。これには、大学の研

究成果に基づく特許や新たな技術を事業化する大学発スタートアップの関わりが強く期待されています。

2003年に設立されたナノフoton社は、河田先生が本学工学研究科で取り組まれた「ナノフォトニクス」の優れた研究成果が活用されており、大阪大学発のディープテックベンチャーとして先駆的にこの20年間挑戦されてきました。そのような観点からもナノフoton社は、今後の大阪大学が目指す「エコシステム」構築のテキストブック的な存在であり、今後ますます発展を遂げていただき、我々に今後ともさまざまな示唆を与えてくださることを願っております。

Profile

西尾 章治郎 Shojiro Nisio

1975年京都大学工学部卒業。1980年京都大学大学院大学研究科博士後期課程修了(工学博士)。京都大学工学部助手、カナダ・ウォータールー大学客員研究助教授、大阪大学基礎工学部助教授、情報処理教育センター助教授を経て、92年同工学部教授。その後、大阪大学サイバーメディアセンター長(初代)、同大学院情報科学研究科教授、同研究科長、大阪大学総長補佐、2007年～11年同理事・副学長、同サイバーメディアセンター長を歴任し、2015年8月に第18代大阪大学総長に就任。総長就任後、国立国会図書館科学技術情報整備審議会委員長、総務省情報通信審議会委員(会長代理)、総務省情報通信審議会情報通信技術分科会会長、国立大学協会副会長、2025年日本国際博覧会協会シニアアドバイザー、科学技術振興機構創発的研究支援事業運営委員会委員長等を務める。



ナノフotonを
来社された西尾総長
(2023年8月29日撮影)

公益社団法人日本分光学会 岩田 耕一 会長 インタビュー

分光学の業界では今や ナノフォトンが当たり前の風景に



日本分光学会 岩田 耕一 会長

ナノフォトニクスは学際的科学分野であるが、学会レベルでは日本分光学会と応用物理学会がメイングラウンドである。公益社団法人日本分光学会の現会長である岩田耕一・学習院大学教授を訪問し、お話を伺った。

— 岩田先生は、河田会長と昔からお知り合いだそうですね。

私は大学に入ったのが84年、80年代後半に大学院生として分光学会に参加して、河田先生をほぼ毎年お見かけしていました。河田先生は仕事もそうなんですけれど、何事にもおしゃれな感じの方だなという印象を持ってました。

近くでよくお話しするようになったのが、河田先生が分光学会の会長で、私は会計担当の理事を担当したころからです。

河田先生は大変リーダーシップのある方でしたね。会長は偉いんですが、理事の方々に自分の方針に賛同してもらうことは実は大変なんです。河田会長は、初めにははっきりと方針を出されて皆に硬軟取り混ぜて説明しておられました。結構、学会を改革されました。

例えば学会には専門部会があり、顕微分光部会とか赤外ラマン分光部会とか分かれていましたが、河田先生は部会独自の活動というのを大変重視されました。部会の努力で入場者が多くあり収入が得られた場合は、一部は本部に戻さなくてもよいというインセンティブを与えられました。部会それぞれの独自の活動を奨励する一方で、活動の低い部会は閉じるということでメリハリをつけられました。河田先生が始められたことの多くは、今や学会の文化になっています。

— 会社経営に似ている感じもしますね。

そうですね。私は今、学習院大学という私立大学にいますが、国からの私学助成は収入の1割くらいなんですよ。私学はやはり自分で稼ぐ、自分の給料は自分で稼ぐ、が原則です。河田先生は国立大学の文化の中にいらっしゃいましたが、自主独立で国に頼りすぎないというスタンスだったと思います。

— ナノフォトンが20年前に創業しました。その時はどういう印象を持たれましたか？

大学からの起業は日本では珍しかったので、ナノフォトンの未来がどうなるかは全く予想しませんでした。ですから、毎年利益を上げて専従の方々に毎月給料を支払われて、20周年を迎えられたことは本当にすごいと思います。

今はこの分光学の業界ではナノフォトンがあるのは当たり前前の風景になってしまってます。アメリカなどでは国防予算など国から相当のお金が大学発の会社に出るのですが、日本は国からの発注や助成金がナノフォトンに入っているとは思えません。ひとえにナノフォトン

の製品競争力が高いからなんだと思います。

— ナノフォトンの製品が分光学の世界に果たした役割はどこにありますか？

私の研究テーマはラマン分光や赤外分光ですが、時間分解測定が主で顕微測定ではありません。顕微ラマン測定の装置は他にもライバルメーカーがあり、それぞれ良い機械を売っていますが、ナノフォンは他社で真似できない独自の技術—ライン照射・ライン励起など—を持っていて、それが大きなアドバンテージになっていると思っています。ラマン顕微鏡以外にも、z-poleというZ軸方向に偏光した光を作るためのフィルターなどもあります。製品が良くなければ生き残れない世界ですから、強みがあるんです。そして、われわれにとっては日本の会社ってというのはありがたいですね。

ナノフォトンのRAMANtouchはライン照射を原理としているため、これまでの製品と比べて測定時間が圧倒的に速い(400倍)。そうすると、測定の効率に加えてデータの「質」が変わるのです。「量」だけではなく「質」が違います。たとえば、細胞の中の一部しか計れないか細胞丸ごと測定できるかの違いがあります。細菌とか酵母は測定中に動きますが、生きのいいやつを測ろうと思ったら早く測定しないと意味がありません。1分で測定した画像と400分で測定した画像では、全く「質」が違います。400分って6時間40分ですよ。化学系だと、同じサンプルを温度変えて何度も測定して相転移を調べることがよくあります。1回の測定時間は短くしたい。400倍早いというのは本質的に全く違うんです。研究の分野に大きなインパクトを与えたと思います。

— 分析機器というのは日本ではメーカーが少ないのでしょうか？

いえ、日本には歴史あるメーカーが何社もあります。だけど、北米や欧州には、学位を取った人が何人か集まってハイテク製品に特化した会社もたくさんあります。

日本でも、最近でこそ新卒の大学生に起業を目指すベンチャー志向の人が増えてきていますが、20年前はみんな安定志向でした。大学の先生でそんなことをやっちゃったっていうのは、やっぱり度胸があるっていうか、偉いですね。

河田グループは学術的に十分素晴らしい研究をされていきました。河田先生が、それではまだダメだ、と強く思わない限り、会社なんか作らないですよ。多分、阪大教授は授業だけですごく忙しいですよ。会社を始めたら、もっと忙しくなります。時間を使うリスクもあるし、多分お金もご自身で出されたと思います。ものすごくエネルギーが必要でしょう。でもそれ



を河田先生はやっちゃったので、とてもやりたかったんだらうなと思います。

— ナノフォトンに対する期待をお話ください。

ナノフォトンの人たちはレベルが高くて、学会にどんどん発表する学術的レベルの高い人だと思います。そういう人は分光学会で、大学の研究者たちと同じ感覚で普通に研究の話ができます。そのことはとても大事で、ナノフォトンは今後もそういう会社であり続けてほしいと期待しています。分光学会の立場から言うと、そういう会社が日本にあるのはとても貴重なことで、今の高いレベルをキープしていただきたいと思います。

ついでに、河田先生と話すと元気になるんです。河田先生って人を元気にさせる方だと思います。そういう影響を与える方だと思っています。ぜひ分光学会にもちょくちょくおいでいただければ、と思います。

Profile

岩田 耕一 Koichi Iwata

1989年東京大学大学院理学系研究科博士課程修了、理学博士の学位を取得。東京大学大学院理学系研究科の助教授を経て、2009年より学習院大学理学部化学科教授。2022年 日本分光学会会長。分光学を駆使して極微小・超高速の世界の解明に挑んでいる。

INTERVIEW

ナノフォトン創業者 河田 聡 会長 インタビュー

もっと世界に貢献したい。 “ナノフォトン2.0”へ



ナノフォトン創業者・会長 河田 聡

ナノフォトンのインターン生の道畑君（阪大大学院ビジネスエンジニアリング専攻・博士課程）がナノフォトン会長兼社長の河田聡に、創業時の思い出とナノフォトンの未来について直撃インタビューした。

— そもそも、20年前になぜ創業しようと思われたのですか？

すっかり忘れてますね。21年前に、文科省のスーパーCOEプログラム「フロンティア研究機構」が阪大工学部に採択され、機構長として既存の学問・学科体系を超えた仕組み—環境工学、ナノ工学、デザイン工学、ロボティクス、フォトニクスなど—の創出を目指していました。その中で教授たちに「工学部の研究は論文発表がゴールではない」と訴えて、起業を呼びかけました。私もみずから、大学教授をしていたからこそ得られたナノフォトニクスの知識・技術・アイデアを活かした会社を興すことになりました。

そのころ、私の研究室で使用していた顕微鏡や分析機器、レーザーや検出器はほとんどすべて、欧米の製品、舶来品でした。値段は高いが性能が良くカッコいいですよ。日本はJapan as #1と言われてたのに、最先端研究をするには、欧米の新興企業の製品を使わざるを得なかった。科学者（ユーザー）から企業

(メーカー)の視点に変えると、それではアカンと気がきました。

日本の製品は安くて品質が高いのですが、欧米の昔の製品のコピーが多かった。最近の中国もそうですね。世界で初めての製品を、日本から作りたい!これが私が会社を作ろうと思った動機でした。創業時のナノフoton社のメッセージは「日本発・世界初」でした。

— どういう会社にしようという思いでしたか?

僕は学位を取った後、アメリカの大学で働いていたのですが、当時は所属する研究室や隣の研究室の教授がそれぞれ週末に自宅のガレージに仲間を集めて、会社ごっこみたいなことやってたんです。ベンチャービジネスといった大げさなものではなく、情報系の研究室の人たちは使えるソフトを開発したり、電気系の人たちは電子回路を作ったり、応物の人たちはレンズを磨いたり真空蒸着をしたり。学術研究ではなく、家内工業というかガレージビジネスです。当時、それに非常に感化されたことも大きかったと思います。



創業当時もベンチャービジネスという言葉が流行っていましたが、それがどういう意味か分かってはいなかったですね。当時からファンドから投資のお話もいくつかいただきましたが、投資していただいたお金を何に使ったらいいか分からなかった。

アメリカで起業している親友に相談したら、ベンチャービジネスというのは失敗リスク率が非常に高く大変だよ、と教えてくれました。まずは地道に自分の家族が飯が食える個人商店から始めて、少しずつ人を雇って増やしてその人たちも飯が食えるようにして、そのうちにすごいアイデアがあればベンチャー化したらいいと言われました。アメリカの大学ではほとんどの人は無謀なベンチャーはしていない、とも言われました。

私たちがそうしようと思いました。まずは、潰れない会社です。そして、社員がクビにならない会社。ということは給料をできるだけ抑えられる会社。私は無給で会長になり、東京の企業で技術部長をしていた大出さんが会社を辞めたので、フロンティア研究機構で特任教授として採用してナノフotonの社長になってもらいました。

世の中がベンチャー、ベンチャーって騒ぐ時代に、ナノフotonも阪大発ベンチャーと呼ばれて「いつ上場するのか」と聞かれました。半分はそういう期待に応えるような発言もしながら、残り半分は最高性能の顕微鏡を作って楽しんでやりました。



20年生き残ることは考えませんでしたね。何回も「もうダメだ」と思いました。その理由は、『お金が足りない』でした。投資家は辛いときには決して助けくれません。1年間ほとんど売れない時期もありました。それでも生き残るためには技術者も営業マンもデモ機も必要です。円高になったら途端に海外製品に負けて売れなくなるし、半導体不況になったら半導体メーカーは一斉に買わなくなる。評判が上がるとライバルが特許係争を仕掛けてくる。結局はケチケチ作戦が効いたんだと思います。無茶をしなかったことと、社員が耐えてくれたことが生き残った理由かな。これでは、ベンチャーじゃあないですね。

— 何度も諦めそうになった時に、踏みとどまった理由は?

一番には社員がいるからです。社員には家族もいる。「会社が潰れました、ごめんなさい。」では済まないんです。毎月給料を支払うことは大変です。売上は毎月上がるのではなく、日本ではほとんどが年度末

です。半沢直樹の小説みたいだけど、銀行がお金貸してくれたから生き残れたんです。銀行にはお世話になりました。

— 学生アシスタントとの懇親会の時に、ナノフoton 2.0と言われました。

創業の動機は、日本発製品を世界で売りたいでした。創業当初は、アメリカの展示会にも出品しました。しかし海外でビジネスを展開するにはお金が必要で、そのためには投資家を見つけなければならない。一方、自分たちで自由に製品開発して営業をしたい。この二つが両方、混然と自分の頭の中であって、整理がつかないまま何年も経ちました。会社はここ数年黒字続きで安定してるように見えるかもしれないけれど、ここから成長しようとしたら、いまま資金が足りない。海外に進出できずに何年も経ってしまいました。

注文が来ても、自分たちでものづくりをしては製造能力に限界があるし、市場が拡大してるのに、営業

やサービスの人数が全く足りない。だけど、人をたくさん雇うためには金がない。

そこで「ナノフォトン2.0」を提案したんです。いまは、製造も営業も外部委託しています。サービスも一部、外部委託を始めました。ナノフォトン自体はR&Dに専念して、各委託先との良好な関係作りにも人と時間を掛けています。その結果、量産できるようになり、製品在庫を持つこともできるようになりました。

量産したい最大の理由は、海外のユーザーにも私たちが開発した製品を届けたいということです。2.0は、Appleの成長モデルそのものです。Appleも創業時は別として、その後は自分たちで作ってないでしょ。これが私が言うナノフォトン2.0です。

— これからのナノフォトンのビジョンは？

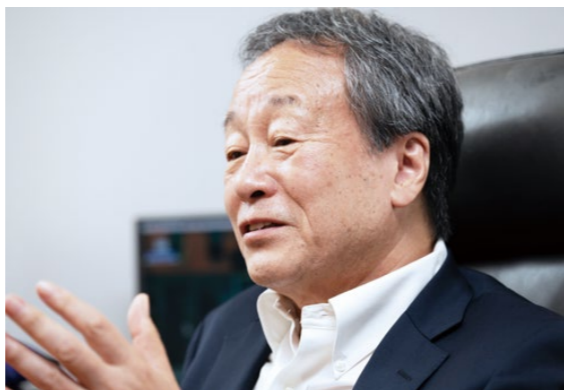
世界にナノフォトンの製品を届けたいと思います。世界に届けるためには、品質がそれぞれの国の審査基準に合わないといけないし、いろんな国に送った時に、それぞれの国で品質保証できるような拠点が必要です。為替変動も乗り越えなければならない。どこかとパートナーシップを組むことも選択肢のひとつだと思います。

医療機器や最先端理化学機器に対する日本の規制は世界より厳しく、日本国内においてすら日本製品は少ない。これでは、日本から世界に貢献しているとは言えない。もっと世界に貢献したいと思います。だからこそがもともとの志だったということ、最近になって思い出しました。

Profile

河田 聡 Satoshi Kawata

阪大で学位を取得後、1979年からアメリカでポストドクを経験。その頃のカリフォルニアでは、教授や学生が会社を作って自宅のガレージで小さな会社を興し、Steve JobsたちのAppleが登場したことで、大いなる影響を受ける。日本に帰ってきたら、文明は開化していなかった。それから20年以上を経た2003年に、ナノフォトン株式会社を創業。国立大学が独法化する前であり、大学から認可を得るのに大変苦労をした。阪大教授、理化学研究所主任研究員、応用物理学会会長などを経て、阪大退職後の2017年から社長として会社の経営を行う。応用物理学、ナノテクノロジー、フォトリソグラフィの科学者。現在は、阪大名誉教授、理研名誉研究員、科学技術振興機構のCREST「革新光」の総括、2022年にOptica (旧OSA: Optical Society of America)会長など。2007年に紫綬褒章を受章。



History of Nanophoton

ナノフォトン20年の歴史

- 2003-2008 創業時の思い出
- 2008-2015 会社の成長
- 2015-2017 海外展開への挑戦
- 2017-2023 ナノフォトン2.0

きっかけ

2001年10月1日、現ナノフoton会長の河田聡（当時阪大工学研究科教授）が、阪大フロンティア研究機構（FRC）長に就任した。FRCでは教授たちは新しい科学技術分野に専念し、民間の専門家による役員会が機構の事業企画や運営を行うプロジェクトであった。特任教授制度を日本で初めて（東大生研と共に）設置し、教授による起業プログラムを推進した。そこからナノフotonをはじめ複数の起業が生まれた。起業した教授や助教授の何人かは大学を辞めて事業に専念した。

2002年4月1日に、河田は理化学研究所の主任研究員に就任（兼務）する。理研は設立以来の大河内正敏氏による科学者ベンチャー文化があり、多くの企業がそこから生まれている。河田が参加した時にも数人の主任研究員が自ら代表取締役として起業しており、河田は彼らから研究所発起業のノウハウや文化を学んだ。

2002年10月に、河田と長年にわたりレーザー顕微鏡の研究開発の分野で懇意にしていた大出孝博がレーザーテック開発部長を退職し、阪大フロンティア研究機構に特任教授として参画し、河田と起業についての検討を始めた。



設立当時の取締役による打ち合わせの様子
（左より大出、吉本、河田、藤田助手、朝日放送TVニュースから）

会社設立準備

河田と大出は会社設立を決断し、会社名をナノフotonとして商標登録し、吹田法務局に会社登録申請をした。社名は河田の研究テーマがナノフォトンクス（ナノ光スポットを発生させてナノ材料を観察分析する科学技術とナノ材料の科学の開拓）であることに由来している。

大出が河田の兼業兼職届を阪大に提出したが、当時は独立行政法人化前であり教授自ら起業して兼業することは前例がなく、半年経っても受理されなかった（書類を35回書き直して提出）。交渉の結果、最終的に大学は承認した。

場所は当初、河田研の一角（大阪大学GSEコモン棟）を借りていたが、2004年4月に吹田キャンパス内にオープンラボ施設「先端科学イノベーションセンター」ができたので、そこに移転した。本社は大阪市北区梅田の第3ビルに登録した。



創業時に活動していた大阪大学GSEコモン棟



移転先の先端科学イノベーションセンター

会社設立

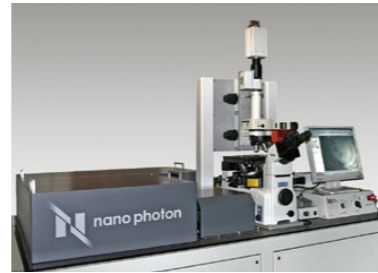
2003年2月3日、ナノフoton社が設立された。資本金は仲間で出資（1000万円）。直前の1月24日に朝日新聞朝刊（大阪本社版）の一面に「学者・技術者協力し起業」というトップ記事が掲載された。3面には「独立自主へ挑戦」と題した解説が付いた。2003年2月5日には、朝日放送TVの6時のニュース「ゆう」で「阪大教授がベンチャー起業」と題して、4分間取り上げられ、社会の注目を浴びた。

代表取締役社長には大出が、河田は取締役に就任した。ベンチャー・ビジネスの研究を阪大経済学研究科で行っていた吉本鎮が財務担当の取締役に、朝日監査法人元共同代表の篠原祥哲が監査役に就任した。全員が兼職であり、ナノフotonからは無収入であった。河田研元秘書の松永千鶴子が事務担当として、中村直子が経理担当として、非常勤採用された。（2年後に吉本が取締役を辞任し、松永が後任となった）

特注ビジネス時代

創業したものの運転資金はなく、大出が大学・研究所の研究者から特注製品を受注して食いつないだ。収益を得るために高性能・高機能の顕微鏡をターゲットとし、SHG(second harmonic generation)顕微鏡、TCSPC (time correlated single photon counting)顕微鏡、SFG顕微鏡、サーモフレクタンス顕微鏡などを設計開発し、製造をした。

しかし、まさに家内工業的な自転車操業で、資金繰りが厳しく、2005年2月に仲間から資金を集めて、資本金を2000万円に増資した。同年3月にはみずほニュービジネス育成基金助成金を得た。特注ビジネスでは安定した未来が見えないので、大学発ベンチャーらしく技術(シーズ)オリエンタな製品を開発し販売することの検討を始めた。



SHG-11

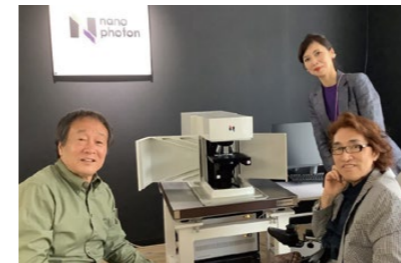
ラマン顕微鏡を設計開発

河田の光学・分光学の科学者としての知識と経験、大出の企業技術者としてのスキル・経験を活かして、コンフォーカル・ラマン散乱分光顕微鏡を開発することが決まった。大出はコンフォーカル顕微鏡の設計・作製の経験が豊富であり、河田は1992年にナノ顕微鏡(散乱型近接場顕微鏡)を発明し、1999年に先端増強ラマン散乱(TERS-Tip-enhanced Raman scattering)顕微鏡を世界で初めて発表している。

河田研の藤田克昌助手(現在、大阪大学教授)も加わり、RAMAN-11(後にRAMANtouch)の原型の構成が設計された。大学の実験室等では水平に配置されるべきCzerny-Turner回折格子分光器の光学系を垂直に立て、その上にレーザービームを走査する光学系を配置し、前面の顕微光学系にレーザー光を導入するという、世の中にこれまで存在しない斬新な配置を採用することにした。顕微鏡の両側面と前面を実験者に開放にするためであった。ラマン散乱光は同じ光学系を通過して再びビーム走査系に戻り、分光器に入って分光された後、2次元検出器で検出される方式をとった。レーザービームを試料上の一点ではなく線状に照明し、分光器のスリットに投影し2次元CCDに1次元画像xラマンスペクトルを瞬時に検出する方法を採用した。レーザービームを線上に照明し、ビーム走査をガルバノミラーで行うラマン顕微鏡は、全くの世界初

であった。これは藤田助手らの大学での研究成果であった。(浜田啓作氏の学位論文)

RAMAN-11の基本設計が完成すると、阪大フロンティア研究機構の川崎和男教授(現・名誉教授)にデザインを依頼した。川崎研究室の尾方義人助教授によって、河田がこだわるsimpleでかつsophisticateなデザインが完成した。川崎教授は日本で最も著名なインダストリアルデザイナーであり、眼鏡やキッチンツール、薄型テレビやキーボードなどの電気製品はもとより、車椅子や人工心臓などをデザインする多才なデザイナーとして有名であり、名古屋市大芸術学部の教授から阪大フロンティア研究機構に河田が招聘していた。ナノフォトンのロゴなども包括的にデザインしていただいた。

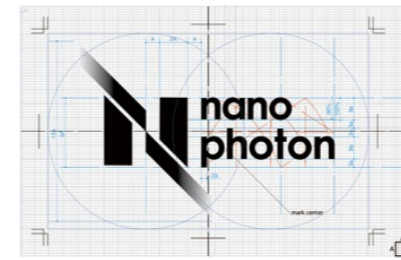


川崎和男氏(写真右下)



尾方義人氏

2005年4月に当時河田研の博士研究員であった太田泰輔が最初の技術系社員として入社し、RAMAN-11の試作を担当した。2006年4月には河田研で博士を得た小林実が、JSTによるCARS (Coherent Anti-Stokes Raman scattering) 顕微鏡開発プロジェクトの博士研究員に採用された(ナノフォトン所属)。このテーマは小林の学位論文の研究テーマであった。



ロゴのデザイン図



太田泰輔がRAMAN-11を試作中

レーザーラマン顕微鏡「RAMAN-11」発表

2005年9月に世界初のレーザー走査ラマン顕微鏡をプレス発表した。発表会場は神田の学士会館。朝日新聞を退職した井上久男記者が非常勤としてナノフォトンに所属し、発表の準備をした。発表内容は、朝日新聞（東京本社版）夕刊などにカラー記事で掲載された。2006年4月には、第18回中小企業庁長官賞（中小企業優秀新技術・新製品賞最優秀賞）を受賞（りそな中小企業振興財団）した。授賞式では並み居る受賞各社を代表して大出があいさつをし、中小企業庁の望月長官（当時）より直接表彰された。



2006/4/11の日刊工業新聞の記事

2005年8月に三洋電機研究開発副本部長の中野昭一氏が社外取締役役に就任した。中野は河田が機構長をする阪大フロンティア研究機構に企業側から参画していたがフロンティア研究機構に移籍し、そしてナノフォトンも兼務した。2007年11月、伯東の若松伸二氏が取締役営業部長としてナノフォトンに参加した。若松は、河田がシリコンバレーのクラウンプラザホテルで講演したときに、講演を聴きにきて知り合った。当時は、伯東の北米駐在員・所長であったが、定年後帰国し、ナノフォトンに入社した。

2007年8月、第3回増資を行い、資本金を3500万円に増強した。出資者は依然、関係者のみである。2007年11月、会長の河田聡が紫綬褒章を受章。2007年10月、RAMAN-11の初めての受注があった。最初の顧客は兵庫県のダイヤモンド工具会社メーカーであり、2008年1月に納品した。それ以前に特注のラマン顕微鏡関連製品を企業と大学に納品している。2008年9月、形状測定機能を備えるRAMAN-11として「RAMANplus」を発表したが、特注品の域を脱することなくほとんど売れなかった。



世界初のラマン顕微鏡 RAMAN-11



デモの準備中（左から松永、若松、太田）

SK-11、ZPol開発

高価格のレーザー走査ラマン顕微鏡と特注顕微鏡だけではビジネス維持は困難と考え、大出は平行して世界に競合のないオリジナルな光学部品の設計を検討し、スペックル抑圧装置 SK-11とラディアル偏光フィルター ZPolを完成させた。

SK-11は2004年2月、ZPolは同年9月に販売が開始された。SK-11はレーザー光の最大の弱点である雑音を画像から除くことのできる装置であり1993年に河田が発明した。この研究ではBenjamin Dingelが河田研で学位を取得した。ZPolは光軸方向にレーザービームを偏光させる、あるいは光軸方向に偏光した光だけを通させることのできるフィルターであり、河田研ポスドクの齊藤結花（現在学習院大学教授）が多くの先駆的な論文を発表している。

これらの部品は価格が50万円～200万円台であり、河田はこれらを「料亭のランチ」と命名し、大きなもうけとならなくとも家賃と電気代ぐらいは稼げると語っている。その後も、いくつかの「不思議な」部品を考案し販売している。



SK-11



ZPol

リーマンショック

2008年9月、リーマン・ブラザーズの倒産をきっかけに世界は大不況となる。企業はおしなべて防衛的になり、研究開発経費を抑えられ、研究開発向けの装置産業であるナノフォトンも苦境を経験することになる。

会社体制の確立

2008年11月、大出が社長を辞任し相談役となり、謝林(中原 林人)が社長に就任した。謝は中国出身で、東大で学位を取得した新進の研究者であったが、ノーリツに転じ、新規事業推進のリーダーを務めていた。河田の誘いに応じ、ナノフotonに入社した。その後、大出はナノフotonを退社して別の会社を立ち上げた。

中原は会社としての体制を整えるべく、12人の社員を採用し、学生アルバイトの雇用も推進した。例えば、内山知也は阪大河田研の博士課程を中退した後に東京で出版業界にいたが、ナノフotonではその経験を活かしてホームページなどの広報やマーケティング開拓を行った。2011年9月には松永と中野が取締役を辞任し、藤原健吾が後任の取締役に昇任し財務を担当した。

2009年3月、ついに銀行から融資を受けることに成功した。日本では銀行は一貫して大学発ベンチャーには代表取締役の個人保証を求めており、まさに代表取締役は生活と人生をかけての闘いであった。同年2月に資本金を3800万円に増資した。



2012年末には取締役4名、社員11名の体制となった(2013年の年賀状の写真)

会社活動開始

製品シリーズとして、RAMAN-11の後継機「RAMANtouch」(2011年9月発表)、広視野長焦点深度の新製品「RAMANview」(2012年9月発表)、対物レンズの遮光アクセサリー「Lenssock」(2011年3月)等、毎年新製品を開発し、市場に提供した。

2012年9月には世界で初めてラマン顕微鏡をIoT化し、インターネット経由での遠隔操作を実現した。2013年9月には、河田のラマン顕微鏡研究の原点である先端増強ラマン散乱顕微鏡「TERSsense」を発表した。若松(2013年3月に取締役を辞任)の待望の製品であった。

在米でのビジネス経験の長い若松は、海外営業に力を入れた。2009年3月、世界最大の分析機器の展示会であるPittconに初出展した。これは、世界の競合企業や顧客にナノフotonとラマン顕微鏡の存在を一気に知らしめることになり、また社員の気分も高揚した。翌年、翌々年にもPittconに出展を続けた。

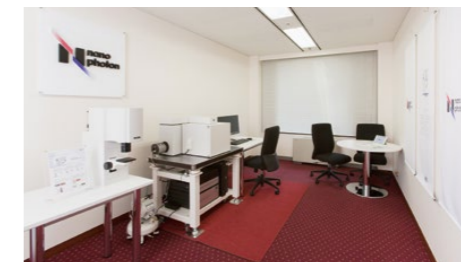


2009年Pittcon(シカゴ)でのナノフotonブース

2010年にインドのマドラス大学に海外1号機を発売し、さらに中国科学院、ソウル大学、厦門大学、シンガポール南洋工科大学等に納品した。しかし、海外販売は営業とサービス、輸送などのコストが高く、利益に繋がらなかった。そこで国内営業により力を集中することとし、2014年3月に東京・日比谷にショールームを開設した。



日比谷セントラルビルの14階に東京ショールームを開設



当時の東京ショールーム

訴訟

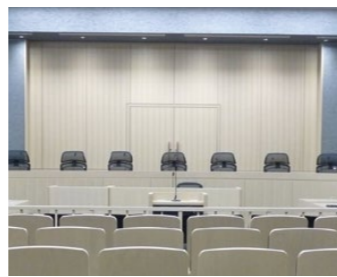
3年連続のPittcon出展により海外での知名度は上がったが、イギリスの大企業レニショーからナノフotonが特許侵害しているとの警告書が届いた(2009年7月および2010年3月)。社内で精査した結果、警告内容は全くの誤認であった。レニショーは2010年11月にナノフotonに対して約3億円の損害賠償請求訴訟を起し、直ちにWebページにプレスリリースを掲載した。レニショー社の目的が何であろうと、ナノフotonには裁判に応じる以外に道はなく、ナノフotonの顧問弁理士や河田の知人の弁理士・弁理士からのアドバイスを受けて、全面的に争うことを決断した。

この裁判は4年10か月を要し、社員の小林が阪大藤田准教授、技術顧問であった阪大基礎工の橋本准教授の協力を得て、膨大な資料準備と調査を行った。その結果、レニショーが根拠とする彼らの特許を無効化させ、2013年8月に東京地裁で勝訴した(レニショーの請求棄却)。その後、レニショーは高裁に控訴したが、2014年9月17日に高裁でも請求は棄却され、ナノフotonは完全勝訴した。

裁判には勝訴したものの、風評被害による営業のダメージは大きく、また裁判費用の負担は大きく、その間の技術開発の時間と経費のロスも大きかった。



2014/10/7の日刊工業新聞の記事



知的財産高等裁判所法廷 (Webページより)

東日本大震災、円高、大型補正予算

起業の本には、ベンチャー・ビジネスには死の谷、ダーウィンの海が立ちはだかると書かれている。しかし、ナノフotonが苦しんだことはむしろ外的要因であった。訴訟に加えて、下記のような様々な困難がナノフotonに襲いかかった。

2011年3月11日、東日本大震災が発生し、日本の産業は深刻なダメージを受け、ナノフotonにもその影響は及んだ。

当時東北大の博士研究員であった松坂俊一郎は、ナノフotonへの採用決定の直後に被災し、交通手段がない中、新潟を経由して大阪のナノフotonまで移動した。松坂は学生時代の技術と知識を活かし、ナノフotonでラマン顕微鏡の製造に活躍した。



2008/9/16 日本経済新聞号外

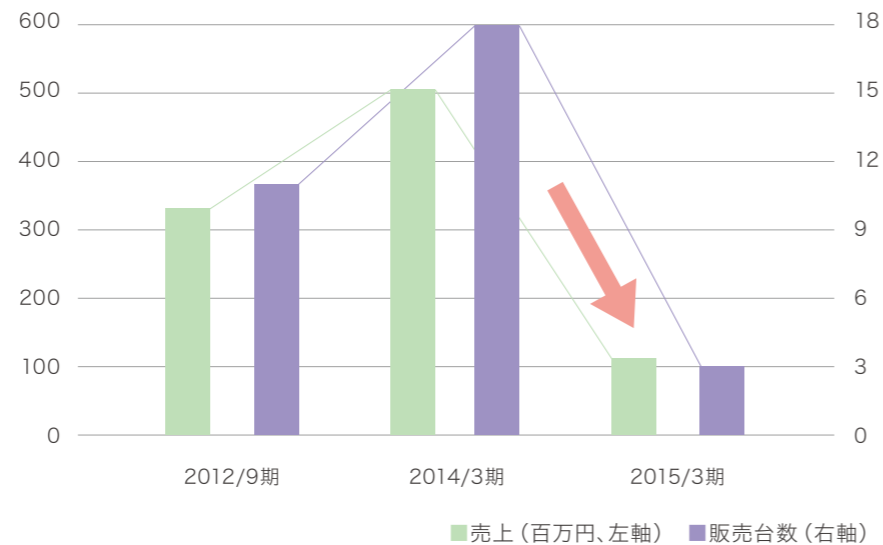
一方、リーマン・ショック以来、為替は円高に向かって異常な動きを示し、2008年には1ドル100円を切り、2011年10月にはついに75.32円という史上最高の円高を記録した。これにより競合他社(イギリス、フランス、ドイツ、アメリカ)に対して、ナノフoton社製品は価格競争力を失った。

日本は自民党から民主党、そしてまた自民党へと政権が入れ替わり、そのたびに不連続な補正予算などの経済政策がとられたことも、ナノフotonを苦しめた。

2012年末には震災からの復興を名目に13兆円超の補正予算が生まれ、翌年2013年にも消費税増税に備えた景気対策の名目で5兆円の補正予算が組まれた。これらによって、瞬間的に大学・官公庁は大いに潤った。ナノフoton社においても2012/9-2014/3期には売上高5億を超え、販売台数も18台に達した。

しかし、この補正予算はその後数年掛けて発生するべき需要を一気に先行させただけであり、翌年は受注がなくなり、売上は1億円、販売台数は3台まで激減した。同じことは同時期に家電業界にも生じた。政府が地デジ化対策として助成金（エコポイント）をばらまいた結果、薄型テレビ数年分の駆け込み需要が生まれ、翌年からはテレビ需要は激減した。

2014年には、民主党野田政権が消費税増税を決断し、ナノフotonの苦境はさらに続いた。2014年9月に中原は代表取締役・社長を辞任し（その後取締役も辞任し、別の大学発ベンチャーに移籍）、篠原監査役が取締役に就任した（新監査役は林紀美代公認会計士）。この段階で社長が不在となり、代表取締役は河田会長ひとりだけとなった。



補正予算の反動によるナノフoton社の業績の悪化

会長多忙を極める

一方、会長は社外で多忙を極めた。2007年に阪大にフォトニクスセンターを設立し（文科省プロジェクト）、2010年にフォトニクスセンタービルの建築予算を獲得（経産省プロジェクト）、2011年4月に竣工した。ナノフoton社はセンター長室と同じフロアの3階にテナントとして入居した。そのほかにも、アジアの科学者・学生の交流プログラムを開始し（日本学術振興会プロジェクト）、米国光学会（Optical Society of America）の理事・国際諮問委員会委員長や米国光工学会（SPIE）のナノ科学技術のジェネラル・チェア、日本学術振興会学術センターの専門研究員なども兼務した。理研では学習院大学の学生を毎年受け入れ、学習院大学での講義を続けた。理化学研究所を定年退職後もチームリーダーとして研究室を主宰した。さらに、応用物理学会の理事・講演会企画担当（2010-11年）、副会長（2012-13年）、会長（2014-15年）も歴任した。



ナノフotonが入居した阪大フォトニクスセンター

ナノフotonの夕べ

ナノフotonは司令塔を失っていた。その中で、毎回の取締役会の後に、フォトニクスセンターの1階ギャラリーで「ナノフotonの夕べ」と銘打った取締役会の議事の報告と懇親のための集まりを開催した（第1回は2013年5月20日）。



ナノフotonの夕べの様子

ドイツ人社長の採用

ナノフォトンの海外進出は、2011年からはじまった長期の超円高（1ドル75円-80円）のために海外の企業との競争力を失い挫折し、その夢を諦めざるを得なくなっていた。

2015年9月にドイツの分析機器メーカーのアジア事業部のVice PresidentであったMichael Verstを社長に採用し、海外進出に再度挑戦することにした。彼はベンチャーキャピタルOUVC（大阪大学ベンチャーキャピタル）と交渉し、2016年6月に投資を受けた。2016年3月、東京ショールームを虎ノ門に移転・拡張し、2016年8月に半導体300mmウエハー測定用のレーザーラマン顕微鏡「RAMANdrive」を発表した。



東京ショールーム
開設記念パーティ

Verstは韓国のソウル（2016年7月）とドイツのブレーメン（2015年11月）に現地法人を設立し、中国北京でも設立準備を始めた。ソウルと北京ではショールームを設置し社員を複数名採用して、営業を開始した。しかし、結果が直ちに現れるはずはなく、黒字が出る前に資金が枯渇した。投資キャピタルからは支援はなく、会社は最大の危機を迎えることとなった。



韓国法人・ショールームが入居するビル



韓国法人のYun Cheol Park
& Hyo Jin Kim

2017年7月、Verstは代表取締役社長を辞任し、9月には取締役も辞し、活動実績のないドイツ法人は閉じることとなった。投資会社からの強い圧力もあり、河田は中国の現地法人化計画も中断することを決断した。一方、韓国経済はすでに日本よりも勢いがあり、近い将来に重要な市場になると考え、韓国法人は残した。韓国法人の代表は、かつてスタート・アップの経験もあり分析化学の博士号を有するHyo jin Kimが担当した（現在も継続）。中国はSteven Chenが代表を務めた。現法化は諦めたものの、コンサルティング契約を結んで事業を続けた。韓国・中国ともに地道に実績を上げていったが、単年度黒字には至らなかった。



北京オフィスが入所するビル



Steven Chen代表とTian Tian Liu

河田会長が社長を兼務

Michael Verstの代表取締役社長退任（2017年6月）により、ナノフォトンでは再び社長が不在となった。そこで、河田が社長代行になった。河田はその半年前に阪大を定年退職しており（理研は5年半前に定年退職）、他大学に転出したり阪大の特任教授になる道を選ばず、ナノフォトンの経営に専念することとなった。

2019年1月には正式に社長に就任した（会長兼務）。篠原は取締役を辞任して監査役になり、技術系社員として活躍してきた小林と韓国法人代表のHyo Jin Kimを新たに取締役に選任した。また、藤原は取締役専務となった。

復活

2017年9月、河田はナノフォトン再建計画を立て、加えて成長のための5カ年計画を作成した。2018年1月には6回目の増資を行い、資本金は1億円になった。増資に応じたのは取締役・監査役と一部の社員である。債務超過は解消され、増資資金を元に、前社長が全て売却したデモ機を改めて製作し、各ショールームに再配置した。

2013年から5年間、科学技術振興機構（JST）の先端計測分析技術・機器開発プログラム「深紫外プラズモニック・ナノ分析顕微鏡の開発」にナノフォトンが共同研究機関として参加した。主研究機関は大阪大学およびセレンディップ研究所である。その研究成果として、2018年3月に紫外・深紫外レーザー走査ラマン顕微鏡「RAMANtouch vioLa」をナノフォトンで製品化した。深紫外のラマン顕微鏡は世界にない装置であり、新しい市場を創出した。深紫外から近赤外領域までをカバーする対物レンズ「sumilé」も同プロジェクトで研究開発し、ナノフォトンから販売した。

深紫外プラズモニック・ナノ分析顕微鏡の開発

2013年度
JST 先端技術開発プログラム

深紫外でナノの光を用いて、ナノ材料を可視化し分析する！

ニーズ ナノ材料（ナノカーボン、ナノ粒子、結晶、有機分子、等）は次世代産業を創出する材料として注目されており、それらを分析・可視化する技術が求められています。

技術 アルミニウムやインジウムからなるプラズモニックナノ構造を構築し、その光路に取得した深紫外光を駆使して、ナノ材料の紫外高倍率ラマン分析・マッピングを行います。

伊 10nm以下の空間分解、1分子レベルの検出感度を有する共振励起型分光顕微鏡を開発し、ナノスケルトロノスやナノ反響空腔の基礎研究に貢献します。

開発概要 ① 深紫外レーザーをコアとして、ナノ構造を構築する。② 共振励起型分光顕微鏡を開発し、ナノ材料の可視化・分析を行う。③ ナノ材料の可視化・分析を行う。④ ナノ材料の可視化・分析を行う。

深紫外プラズモニック・ナノ分析顕微鏡の開発
「先端計測分析技術・機器開発プログラム2017」
JST事業パンフレットから

2019年9月には、セレンディップ研究所で発明された新規のビーム走査原理に基づくラマン顕微鏡を「RAMANwalk」という名称で商品化し、ナノフォトンから発売した。世界初の確率過程論と情報理論に基づく独創的高速ビーム走査方式を採用している。

このころ、半導体産業やフラット・ディスプレイの工場に、インライン製造プロセスにおいて材料の品質検査の目的でラマン顕微鏡を設置したいという需要が生まれていた。このビジネスモデルはBtoBの特注ビジネスであり、スタンド・アローンの製品を多数のユーザーに提供するというモデルと異なっていた。社内で繰り返し議論が続き、ナノフォトンの資金的な体力の限界から、当面はこの特注ビジネスの受注は難しいと判断し、開発・製造を中断している。



上下動する遮光ユニットを備えるRAMANwalk

ナノフォトン2.0 — 第2の創業

河田は創業時からマスコミのインタビューなどで「ナノフォトンファブレスと代理店営業を目指す」と主張していた。モデルはSteve JobsのAppleである。しかし、会長も社員もみな日常業務に追われて、製造を委託する会社や積極的に販売を行う代理店を探す余裕が見出せなかった。

そこで、創業の原点に立ち戻り、未来を指向するビジネス・モデルへ再構築を開始した。ナノフォトン社はR&Dを主体とする知能集団であるとし、それ以外の業務（製造、サービス、販売、アプリケーション、デザイン、広報など）を外部に委託することにした。また、特注・受注製品を開発し販売するビジネスから、標準品を量産し在庫管理するビジネスへと転換を開始した。この新しいビジネス・モデルは、会社のスタイル（社風）も変えることになった。この改革をナノフォトン2.0あるいは第二の創業と呼んだ。

幸い、信頼できる外部製造委託先との交渉が成立し、これまで一台をひとりですべてを組み立て調整していた技術者達の業務が、製造マニュアル作りと製造工程の改善へと転換した。2019年9月に標準品の社内生産は終了した。これまで不十分であった品質管理や知財管理も開始した。

営業においても、ナノフォトン製品を取り扱う1次代理店が決まり、2022年には代理店による販売台数は全体の80%に達した。1次代理店はナノフォトン製品のデモ機を所有し、代理店の営業マンが販売・納品を行う。直販に関しては、オンライン販売の仕組みを構築した。

ダイバーシティー

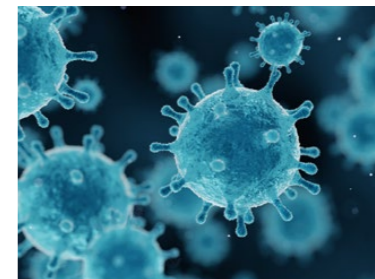
ナノフォトンの特徴は理系博士・技術者が多く、かつ社員の平均（中央値）年齢が低いことにある。それは経験者が少ないということでもある。創業時に参画した社会経験豊富な取締役達が退社したことにより、このことは顕著になった。ナノフォトン2.0では、社員のダイバーシティーを広げることを目指し、事業経験や社会経験の豊富な人々を採用した。2020年6月には、韓国法人のHyo Jin Kimがナノフォトン本社の取締役に就任し、2022年には源泰寛氏を営業担当の執行役員、2023年には渡邊裕幸氏を技術担当の執行役員に迎えた。

一般社員については、これまでの日本型の年功序列の正規雇用制度を180度、転換し（管理部門と役員を除く）、欧米型の成功報酬制度に改め、2021年から3年間で成功報酬型を選ぶ社員の平均給与を2倍上げた。この制度によって社員の意欲とロイヤルティは高まったが、当初は社員のターンオーバー率が増加した。しかし、新陳代謝は良い効果を与えた。

パンデミックと規制

2020年、新型コロナウイルスが全世界に流行し、世界各地でロックダウンが行われた。日本では2020年4月に政府が緊急事態宣言を行った。その後、世界では次々とロックダウンや戒厳令が解除されたが、日本では規制が3年に亘って続いた。顧客はナノフォトン社のショールームを訪問せず、ナノフォトンの営業マンは顧客の会社への訪問ができなくなった。ラマン顕微鏡は、購入前にナノフォトンのショールームで顧客が繰り返し試用し、満足する結果が得られれば購入する機器である。国の規制と顧客の自粛は、製品を使ってのデモを実質的に不可能とした。日本の長期に亘る規制と自粛は3年の長期にわたり、ナノフォトンのビジネスに大きなダメージを与えた。

日本から海外への渡航も実質的に禁じられたので、すでに受注を受けていた海外顧客への納品に対するサービスのための出張もできないなど、深刻な影響を与えた。海外からの材料の確保も困難になった。幸い国からの救済措置として、3年間の無利子無担保の融資を1.4億円受けた。



危機はチャンス — 本社の移転

活動が著しく制限されている間、ナノフォトンはこのチャンスを捉え、日常にできなかったさまざまな活動を行った。外部委託や給与体系の欧米型への転換以外にも、たとえば長年アップデートできていなかったホームページを刷新し、2020年5月13日からはメルマガの発刊を始め、「会長室から」のメッセージの発信もはじめた。

2021年1月には、18年間住み慣れた阪大吹田キャンパスから引っ越した。移転先は、千里中央の北、新御堂筋に面した箕面船場西のICCビルである。同年4月に新御堂筋を挟んで向かいに阪大箕面キャンパス（外国語学部）が移転してきた。ナノフォトンの新しいヘッドクォーターにはR&Dセンター、オフィスに加えてショールームを設け、その後2022年11月に本社も大阪市北区から移転した。

2020年5月13日

メルマガ第1号

河田聡会長インタビュー 「危機をチャンスに」/メルマガ始めました

新型コロナウイルスの感染拡大で経済が停滞し、皆様もさまざまな影響を受けていること存じます。私たちナノフォトン(株)も厳しい現実と直面していますが、メンバーは全員元気で、危機をチャンスに変えようと奮闘しています。皆様とともに危機を乗り越えられたらと思います。

さて、ナノフォトンはホームページの充実など情報発信にさらに力を入れる一環として、「メルマガ・ナノフォトン」を定期発行することにいたしました。

編集長は、3月まで新聞記者だった根本毅が高め、外部の視点も取り入れてナノフォトンの紹介などさまざまな情報を提供させていただきます。第1回の今回は、創業者で会長の河田聡のインタビューをお届けします。今後、さらに内容を充実させますので、よろしくお願いいたします。

河田聡会長インタビュー 「危機をチャンスに」

新型コロナウイルスの感染拡大で世界経済は大打撃を受け、今後の見通しも不透明な状況です。そんな中、ナノフォトンは危機をチャンスに変えようと、新製品の開発や発信力の強化に力を注いでいます。メルマガ以外にも、外部のライターを編集長に据えて定期的に発行することになりました。初回発行に当たり、創業者の河田聡会長に現在のナノフォトンについて聞きました。(メルマガ編集長・根本毅)

—日本も緊急事態宣言が延長され、出口が見えない状態です。



実は、ナノフォトンにとっては2003年に創業して以来7回目の危機なんです。これまでリーマンショックや円高、半導体不況など6回の危機を経験しました。ライバルの大企業に特許侵害で提訴された訴訟も含まれます。4年後に完全勝訴したら良かったものの、負けたら破産していました。これらの厳しい危機に直面しても生き残っています。今回も大丈夫です。

—ナノフォトンは、河田会長が大阪大学教授の在職中に創業しました。改めて、どのような会社を目指しているかお聞かせください。

私たちは、基本的に他の会社と競いません。ナノフォトンは科学者が作った会社です。サイエンティストは他の研究者と競争しないんです。他の人がやり出したら、その人に任せたい。他の人が気づかないこと、他の人ができないことをやるのが科学者だと思います。



箕面船場の新オフィス（工事中）



新ショールームでの実演セミナーの様子

2020年5月 メルマガ第1号

会長の学会活動、続く

河田会長兼社長は2022年1月に光科学の世界唯一かつ最大のグローバル学会組織Optica(元Optical Society of America)の会長に選出された(2020年に副会長)。Nanophoton会長の肩書きで活動したため、ナノフォトンの知名度は世界的に著しく向上した。また2019年から科学技術振興機構の戦略事業であるCRESTの「革新光」の総括としても、日本の光科学分野の独創的研究の支援を行っている。

創業20周年

2023年2月3日、ナノフォトン社は創業20周年を迎えた。そして2023年3月末の決算でナノフォトンは6年連続の連結黒字を達成し、ようやく成人した。

2023年11月2日、社員とその家族、顧客・取引先、元役員・社員、長年応援し激励していただいた友人・関係者、株主100人を招待し、大阪中之島リーガロイヤルホテルで20周年記念祝賀会を開催する。



ラマン顕微鏡製品の進化

2005年に発表されたナノフォトンのラマン顕微鏡 (RAMAN-11、現在はRAMANtouch) は、発表後も進化を続けています。発表当時のパンフレット画像を見ると、分光器を顕微鏡筐体の後ろにする基本構造は現在と同じですが、筐体の色はシルバーで、接眼レンズが使用されていました。



2006年のパンフレット画像

2011年にはサンプル観察用カメラを内蔵し、凸部のないシンプルなデザインを実現しRAMANtouchとして発表しました。2012年9月には世界で初めてラマン顕微鏡をIoT化し、インターネット経由での遠隔操作を実現しました。



2012年IoT化されたRAMANtouch

2007年10月にRAMAN-11を初めて受注する以前に、すでに接眼レンズを無くし、その代わりにCCDが上部に設置されています。当時としては接眼レンズが付いていることが常識であり、時代を先取りした決断でした。コンピュータ画面でカメラ画像を観察することは、コンピュータ上でデータを統合的に扱うために必要なことでした。また、よりシンプルな外観を与え、構造の簡略化、軽量化、コストダウンのために再設計を行い、光学系の配置を見直すマイナーチェンジを行いました。



2007年のRAMAN-11

その後、顕微鏡筐体、電動ステージ、分光器を内製化しさらなる高性能化を果たしました。リモート測定にも対応するフル電動化を標準構成としました。機能面では、凹凸のあるサンプル表面に追従するZTrack、試料内部構造を可視化する3D測定、高速バルクスペクトル測定機能のAreaFlashなど多彩な測定モードが開発されました。2019年には確率過程と情報理論による独自レーザービーム操作方式を実装しています。



現在のRAMANtouch

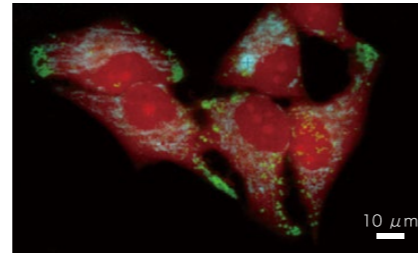
ラマン顕微鏡市場の創出

シーズ主導から生まれた製品には、もともとニーズが明確でない。そのためユーザーがこれまで見たことのない製品の使い道、ニーズの開拓は容易ではない。ナノフォトンが開発したラマン顕微鏡は、世界初の「見て読む」顕微鏡であり、それまで世界に存在しなかった。今では当たり前になっている「ラマンイメージング」という言葉も、ナノフォトンが産み出した言葉である。ナノフォトンにはニーズを調査するのではなく、新しいニーズ（アプリケーション）を開拓し顧客に提案していくプロセスを繰り返すことによって、未開の市場を創出してきた。

バイオサイエンス

最初に期待したマーケット

創業時の阪大河田研究室ではDNAの塩基等の生体分子をラマンイメージングする研究を行っており、論文を発表していた。当時のバイオサイエンスの分野では、ラマン分光の認知は全くなく、レーザー蛍光顕微鏡が生物系研究者の関心を得ていた。しかし、蛍光顕微鏡は生体試料を染色することが必要であった、ラマン顕微鏡は、非染色で生きたまま、細胞内の生体分子をイメージング、識別することができる。大学や研究所の病理学、薬理学の研究者向けに、ラマン顕微鏡を売れるだろうと考えた。しかし、売れなかった。ラマン分光の原理と効能は、生物系のユーザーには難しすぎたのかもしれない。その後、ラマン・バイオイメージングは広く知られる技術となり、今後は学術研究のみならず、病理診断の自動化や医薬品候補物質の自動スクリーニングなどに使われていくことが期待される。

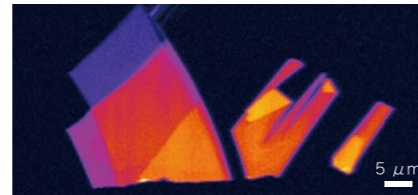


■ Lipid ■ Protein ■ Cytochrome C
HeLa細胞の組成分布

ナノカーボン材料

大学からの技術移転

1990年代、フラーレン、カーボンナノチューブ、グラフェンなどのナノカーボン材料の研究が世界的に進んでいた。阪大河田研究室ではこれらナノ材料を観察分析するラマン分光顕微鏡の研究が行われていた。ナノフォトン社では、これを技術移転して製品開発を行った。現在ではナノカーボン材料の物性評価は、ラマンイメージングが主流である。ナノカーボン材料は最近では半導体用材料として産業利用され始めており、その評価用途の市場が拡大している。

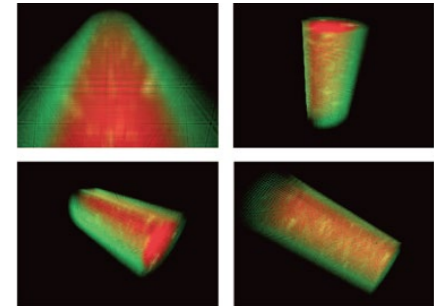


■ Monolayer ■ 2 layers
■ 3 layers ■ 4 layers
グラフェンの層数識別

ポリマー分析

古くからのラマン分光市場のさらなる開拓

ラマン分光法の最大のマーケットは有機材料とくに高分子（ポリマー）材料の分析・同定である。ナノフォトンはこの顕微鏡化し、サブミクロンの空間分解能でイメージングすることに成功した。顕微鏡イメージングはラマン分光法に新たな市場を提供した。ナノフォトンのラマン顕微鏡はポリマー材料に機能性を与える添加物や微細構造の分布を、化学的あるいは機械的前処理をすることなく、深さ方向を含めて3次元的に観察することを可能とした。ポリマー繊維の3D構造の測定や、多層膜フィルムの構造観察、ポリマー材料に含まれる微小ファイラー材料の分布観察の用途へと利用を広げている。

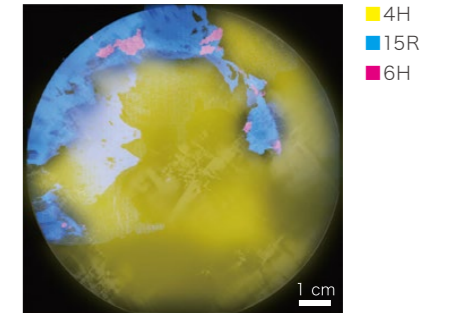


■ PE ■ PET ■ Titanium oxide
芯鞘繊維の3Dラマンイメージ

半導体分析

インライン検査用としての需要

ラマン分光法は分子振動以外に結晶格子振動の情報も得ることができる。特に、LSI等の電子材料において、半導体に含まれる不純物や欠陥、応力による歪みは、デバイスの性能を低下させるため、その検査は非常に重要である。シリコンや、シリコンカーバイド・窒化ガリウムなど化合物半導体のウェハーとデバイスの製造過程において、ナノフォトンのラマン顕微鏡は必須の検査装置となりつつある。ナノフォトン社では300mmウェハー全面を直接観察可能なラマン顕微鏡RAMANdriveを2016年より販売している。2018年には紫外・深紫外レーザーを用いたラマン顕微鏡RAMANtouch vioLaを発表し、これはワイドギャップ半導体材料の最表面の分析に必須の装置として用いられている。

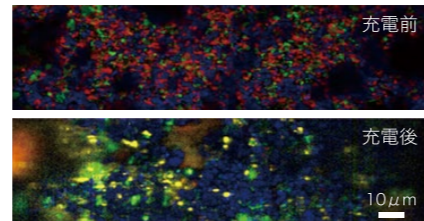


SiCウェハーのポリタイプ分布

二次電池

EV時代に向けて

ラマン顕微鏡は二次電池の正極・負極の解析に用いられ、特に負極の炭素材を分析できる数少ない手法である。リチウムイオン電池などの二次電池は携帯電子機器にとってなくてはならないものであり、ナノフotonは二次電池材料評価の市場を開拓してきた。電気自動車に搭載する全固体電池の評価にも必須である。2010年より、反応性の高い電池材料を不活性雰囲気化で測定するための密閉容器LIBcellや、充放電の過程を測定できるLIBcell chargeを市場に提供している。

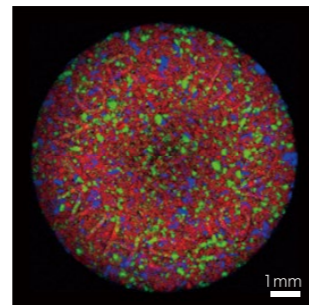


■ Crystalline Silicon ■ Amorphous Silicon
■ Graphite ■ Ketjen Black
充電前後のシリコン系負極のラマンイメージ

医薬品

ヘルスケアは日本の未来

医薬品分野は重要なマーケットである。錠剤の成分分布や成分の粒子サイズは、服用後の有効成分の血中濃度変化に影響する可能性があり、その評価は重要である。2012年に発表したRAMANviewは、非破壊で成分分布を観察・評価することができる。成分の経時変化による劣化の分析、結晶形の違いの分析、水和物・無水物の識別や、非晶質の識別など、幅広い用途において用いられている。

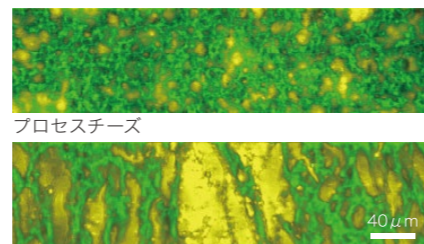


■ Acetaminophen ■ Ethenzamide ■ Caffeine
解熱鎮痛剤の成分分布錠剤全面イメージング

その他

食品・環境などへの期待

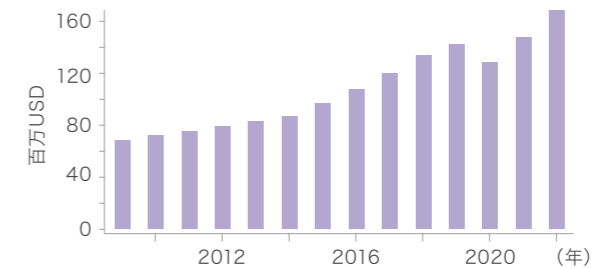
その他、様々な応用分野を開拓している。食品分野では大きな市場が待っている。乳製品(チーズ・ヨーグルト)やチョコレートなどの食感・味は成分の比率だけでなく、成分のマイクロレベルの構造に依存する。化学的あるいは機械的前処理を必要としないラマンイメージングは、非破壊検査法として注目を集めている。環境分野では、環境に残留したマイクロプラスチックの分析や、環境負荷の小さい生分解性プラスチックの開発において、ラマン顕微鏡が求められている。その他、多くの様々な分野での応用が期待されている。



■ Protein ■ Lipid
チーズの成分分布イメージング

市場拡大の数値的評価

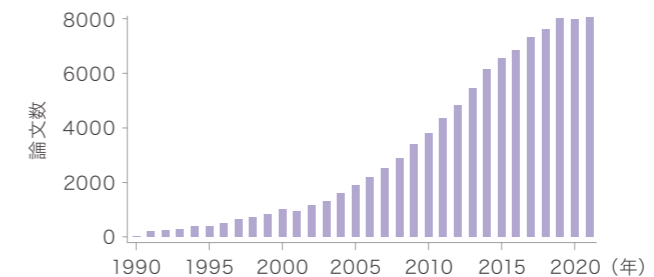
ナノフoton社以前のラマン分析機器は試料の1点を測定する機器であり、その用途も市場規模も限られていた。画像を得る装置と1点を計測する装置は測定時間が2,3桁は異なり、その用途・市場が異なる。ナノフotonのラマン顕微鏡は、新たな市場を創出し、結果としてラマン分析機器の市場は拡大を続けている。下図はSDi Global Assessment Report 2023他から推計したラマン分析機器の市場規模の推移である。ラマン分析機器の市場規模は、ナノフotonがラマン顕微鏡を発表した4年後の2009年には70百万ドルであったが、2022年には169百万ドルへと拡大した。SDiによると2027年度には223百万ドルにまで拡大すると予想されている。



ラマン分析機器の市場推移

ラマン分析機器の市場推移

市場の拡大は、学術論文数の増加にも表れている。Web of ScienceでMicro Raman + Raman imaging + Raman microscopyで検索した結果、論文数は2000年には年間1千件程度であったが、右肩上がり成長し、今ではその8倍、すなわち年間8千件に増加した。学術論文数の増加傾向は、通常は産業界では20年程度遅れて反映されるので、市場のこれからの急速なる増加が期待される。



ラマン顕微鏡の論文数推移

References

資料編

メディア掲載コレクション

冊子「はじめてのラーメン」

アプリケーションノート・コレクション

メルマガコレクション

会長室から

Table with 3 columns: 発行年月日, 媒体, タイトル. Lists media coverage from 2002/12/23 to 2014/10/7.

Table with 3 columns: 発行年月日, 媒体, タイトル. Lists media coverage from 2014/12/28 to 2022/11.

新聞記事

新聞記事の抜粋: 大阪大学の河田聡教授は写真には細胞の活動を生き生きと観察できるレーザー顕微鏡を開発した。...

2002/12/23 日本経済新聞

ナノ顕微鏡「独立自主」へ挑戦: 大阪大学の河田聡教授は、商業ベースに乗り込む「目」を「完全自主」で開発する顕微鏡を...

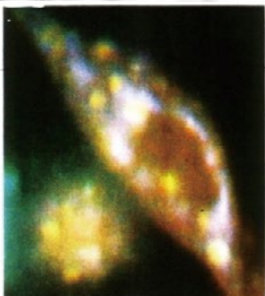
2003/1/24 朝日新聞3面

生きた細胞見る顕微鏡開発: 学者・技術者協力し起業. 吹田に設立へ. 超微細技術(ナノテクノロジー)を活用して、人間の細胞を生きたまま細かく観察できる顕微鏡を開発したと、大阪大学教授とハイテク企業出身の技術者が2月にベンチャー企業を立ち上げた。...

2003/1/24 朝日新聞1面

2005年(平成17年)9月3日 土曜日 第1418号 産経新聞

染色いらず



新型顕微鏡

細胞内のたんぱく質やDNAなどの分子の動きや構造を、生きたままの自然な姿でカラー画像化できる顕微鏡が開発された。大阪大発のベンチャー「ナノフォトン」(本社・大阪市北区)が1日、発表した。分子に影響を与える可能性のある化学物質による「染色」がいらず、医薬品と細胞との反応を、より正確に把握できるという。

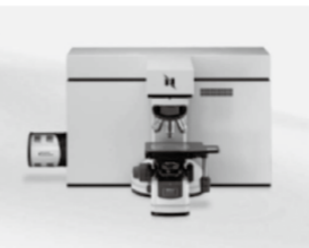
造の違いに応じて色が変化した微弱な光もわずかに混じっており、これをとらえて画像化する技術を確立した。たとえばネズミの心筋細胞を観察すると、細胞内の小さな器官がさまざまな色に光って区別できた写真、同社提供。

新顕微鏡は観察する対象にレーザーを当て、はね返ってきた光を検出する。この光には、分子の種類や構

阪大発ベンチャー 自然な姿 カラー化

2005/9/3 朝日新聞

顕微鏡、ネットで操作



振動などの影響を最小限に抑えリアルタイム測定に対応 (ラマン顕微鏡)

ナノフォトン(大阪府北区、中蔵林人社長、06・6878・9911)は、インターネット経由で遠隔操作できるラマン顕微鏡「RAMANouchi」を開発する。3500分の1の分解能を持つ。価格は2780万円から。2013年には2.5m角で測定できる機種も投入する。同社は大阪大発のベンチャー企業で、年産は約4億円。

無人環境で正確測定 ナノフォトン 温・湿度影響少なく

空圧式プレス機 品の形崩れ防ぎ 精器 加工後 状態を保持

空圧式プレス機「ストリートワン」を完成、発売した。材料の形を保ったまま加工できることで、製品の形崩れを防ぎ、加工後の状態を保持する。空圧式プレス機は初めて、実勢価格は110万円前後を想定している。従来のハンドプレス機は手動のハンドプレス機であったが、加工後の状態を保持できなかった。加工後に形が変化する樹脂

顕微鏡などの測定機は、直接ケーブルで接続したパソコンで操作、分析するのが一般的で、ネット対応は進んでいない。同社は顕微鏡からのデータを一度サーバーを経由してインターネット経由で、パソコンやタブレットの多機能端末「iPad」などで操作、表示する仕組みを採用した。振動、温度などの影響を最小限に抑えた無人環境

ラマン顕微鏡は、分子の振動による周波数変動を受けた光散乱(ラマン散乱)を測定し、組成分析を行うレーザー顕微鏡。半導体結晶の歪み検出などに採用されている。13年には実体顕微鏡技術を応用した機種も投入。部材や、薬品の錠剤など1mm程度の対象物の成分分析測定にも対応し、ラマン顕微鏡の用途を拡大する。

2012/9/6 日刊工業新聞

2014年(平成26年)12月28日(日曜日) 産経新聞



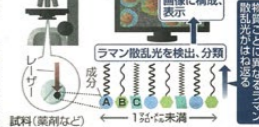
分子の「指紋」映す顕微鏡

ナノフォトン (大阪市)



最先端の光学技術を使った顕微鏡で売り上げを伸ばす河田聡・大阪大教授(大阪府吹田市で) - 守屋由子撮影

「ラマン顕微鏡」のイメージ



携帯電話などに使われる材料の成分分析に役立つ。ラマン顕微鏡は、専ら細胞や生きた細胞の分析が求められる。例えば透明な細胞は透過率が高いため、普通の顕微鏡では、染料で色を付けて観察する必要がある。ラマン顕微鏡は、物質に当てたレーザー光を吸収して発生するラマン散乱光を検出することで、物質の分子構造を解析できる。従来の顕微鏡は、1台あたり1000万円以上で、分析機器メーカーが独占していたが、同社はこれを半額程度に抑え、英国の大手メカ

じんが 人材・会社

社員半数超が博士号

大阪大は13年、優れた業績を持つ教授をたたえ、活動を支援する「特別教授」の称号を導入した。河田教授はその第1弾となった10人の中の1人。応用物理学会の会長も務める。理工系の博士課程を修了したか、これから博士を目指す人を育成する私塾「科学者種新塾」も主宰している。ナノフォトンの売上高は非公表。

2014/12/28 読売新聞

大阪大発ベンチャーのナノフォトンが装置
レーザー光で照明 顕微鏡画像くっきり
50 50
まだら模様できず
原研などに初納入

独創技術 ここに 日本カ
第18回 中小企業優秀新技術・新製品賞
りそな中小企業振興財団・日刊工業新聞社選定
中小企業庁 長官賞
ナノフォトン
ナノ材料の分析も有効

2006/4/11 日刊工業新聞

2004/2/5 日経産業新聞

新聞記事

大学教授こそ実践者たれ

大阪大学特別教授 河田 駿氏

講演2 「大学発起業が日本を救う」

日本はわずか6%。希望する職種も日本は公務員が最も多く、安定志向でリスクを避ける傾向が目立ちました。

日本が全元気になるには官から民に変わる。組織に雇用される時代から自立する時代になることが必要です。これからは個人事業者の時代だと思えます。起業家がいないれば、日本に新しいものは生まれません。私自身、03年に大学に籍を置きながら「ナノフォトン」という会社を興しました。ナノ単位を測定するレーザー顕微鏡を少量生産で売っています。

私は多くくの教授の知り合いがいますが、不思議なのは自分の専門分野なのに実践経験が乏しいこと。文学部の教授は文学を評論しながら、自分で小説を書いたことがない。経営学の教授は自分で会社経営をしていない。「今の学生は」と批判する前にまず、教授自身が変わらなければなりません。

2016/4/17 産経新聞

広い波長領域に対応

ナノフォトン 高速ラマン顕微鏡

ナノフォトン(大阪)「写真」を完成、17日 阪大発、府吹田市、河田駿氏に発売する。深紫外線(波長0.06678μm)レーザーによる極短(数901)は、深紫外線(ナノ)は10億分長領域に対応した高速(10)の表面分析装置(深紫外線)RAM顕微鏡、紫外レーザーにより半導体タッチ・ウィアラ 導体などの極微細な欠陥を可視化できる。価格は5620万円から。科学技術振興機構(JST)の先端計測分析技術・機器開発プログラムにおいて、大阪大学、理化学研究所と共同開発した要素技術を利用し、反射鏡を加工入れた新たな光学系を開発。広い波長領域の課題とれた色の収差による焦散を解決した。

深紫外・深紫外レーザーによるインテリジェントな表面分析技術により、薄層化技術における表面の結晶性や凹凸パターンの高精度な評価が可能になる。高精度・高解像度の製造管理や品質改善に役立つ。

2018/3/16 日刊工業新聞

AI顕微鏡 観察早く半額

阪大発新興、8~9割時短

大阪大学発スタートアップのナノフォトン(大阪)は、AIで試料の構造を見当をつけ効率的にレーザーをあてる顕微鏡を、2次電池や半導体向けに売り込む。価格を半分に下げ、観察時間を8割短縮した。AIで試料の構造を見当をつけ効率的にレーザーをあてる顕微鏡を、2次電池や半導体向けに売り込む。価格を半分に下げ、観察時間を8割短縮した。

AIで試料の構造を見当をつけ効率的にレーザーをあてる顕微鏡を、2次電池や半導体向けに売り込む。価格を半分に下げ、観察時間を8割短縮した。

2020/7/24 日経産業新聞

雑誌記事

ナノ産業 3-4

ナノ産業 3-4

ナノ産業 3-4

160 КОМПЕТЕНТНОЕ МНЕНИЕ

ПРИНЦИПЫ И ПРИМЕНЕНИЯ РАМАНОВСКОЙ МИКРОСКОПИИ. ЛЕКЦИЯ ДОКТОРА САТОШИ КАВАТА

PRINCIPLES AND APPLICATION PRACTICES OF RAMAN MICROSCOPY. LECTURE OF DR. SATOSHI KAWATA

Сатоши Кавата, заслуженный профессор университета Осаки, президент японского общества прикладной физики, президент спектроскопического общества Японии, почетный сотрудник Института физико-химических исследований (RIKEN), (ORCID: 0000-0003-1631-9588) / www.nanophoton.net

Satoshi Kawata, Professor Emeritus of Osaka University, President of Japan Society of Applied Physics, President of The Spectroscopical Society of Japan, Honorary Scientist of RIKEN

DOI: 10.22184/1993-8578.2019.12.3-4.160.164

Получено: 14.06.2019 г.

2019 Nanoindustry HAO (ロシアの雑誌)

President's Message

Optica continues its long-standing efforts to forge industry connections.

In the July/August OPN, I wrote that creating science is skin to creating works of art. And starting up a company, I believe, is akin to both. Just as an artist might write a unique or even strange paper no one else had thought of, an entrepreneur might start a company that offers a unique or even strange product or service no other company has attempted. This allows the newcomer to compete against established players, whether professors or companies. Scientists, artists and entrepreneurs alike must have the spirit to try new things, and to attempt what others will not. This kind of innovation often takes place in small, agile firms. According to an Optica survey, 90% of optics and photonics companies are small and medium-sized enterprises. This suggests the sector's vitality—but it also is the result of the end of many other companies, and even the occasional termination of large, well-established enterprises. While it does not happen every day, sometimes a giant company ends its role and is followed by many start-ups. This is similar to the metabolism of life, in which organisms evolve through generational change and natural selection. Optica, too, continues to evolve—and, while it is sometimes viewed as an academic society, it continues its long-standing efforts to forge connections among corporate engineers and business persons as well. It is interesting to note that, for the past three years, the society's presidents have also been entrepreneurs. The 2020 president, Stephen Fantone, founded Optikos 40 years ago. Connie founded Berxel Photonics, a VCSEL company based in Shenzhen, China. And I, the society's 2022 president, founded the Raman microscope company Nanophoton 20 years ago while a professor at Osaka University in Japan. Since retiring from the university six years ago, I have been in charge not only of Nanophoton's microscope development but also of its management.

Running a company requires mastery of many non-science subjects—finance, legal affairs, human resources—as well as building a network with people who often are not scientists. Nevertheless, it is much like running a university research laboratory, and the lessons of doing so can be useful. In addition to writing papers, applications for research funding, and patent applications, there is also the pleasure of providing the results of our work to the market, where our technologies and products are used and, hopefully, appreciated by customers. And the entrepreneur gives back to society by paying taxes and supporting the employment of fellow citizens.

As Optica continues its ongoing effort to become ever more diverse and inclusive, our hope is that scientists at universities and research institutes will work ever more closely with industry engineers and business persons. Our society is not only about providing a place for scientists to present academic papers through journals and conferences, important as that is. It is also about offering scope for members of the community to exhibit and present their scientific products, technologies and best ideas—not only to their peers, but to others in different fields and to the world at large. I would welcome your thoughts on this message or other topics at ideas@optica.org.

—Satoshi Kawata, Optica President

A Japanese translation of this message appears on the next page.

Raman microscope from Nanophoton. Courtesy of S. Kawata.

90% Small and Medium-Sized Enterprises (SMEs)

NOVEMBER 2022 OPTICS & PHOTONICS NEWS

2022/11 Optics & Photonics News 巻頭言

技術と科学で世界初を目指す

大学発のラマン顕微鏡製造販売会社

ナノフォトン株式会社

■ダイヤモンド
■ダイヤモンド(欠陥有)

図3 ラマン分光イメージングの例。分子に光をあけると光が散乱する。その散乱光には、分子振動に由来したわずかに波長が異なる光が含

2021 精密工学会誌

はじめてのラマン

ラマン分光分析市場のさらなる拡大を目指して

高性能なラマンイメージング装置の出現をきっかけに、さまざまな分野でラマン分光分析が使われるようになりました。年々、新しいアプリケーションが生まれ、新しい業界へと市場も広がりつつあります。それでもまだ、誰もが知っている分析手法と呼べるほどには、ラマン分光の認知度は高まっていません。

そこでナノフotonでは、2012年にラマン分光法に備わる多彩な特徴が伝わるように、具体的な事例を豊富に盛り込んだ冊子「はじめてのラマン」を作成しました。この冊子では、ラマン分光を知らない方にも気軽に読んでいただけるように、イラストを豊富に使って、小さなハンドブックの判型にまとめています。



冊子「はじめてのラマン」から

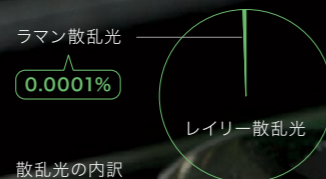
ラマン分光分析って、どんな分析？

Step1 測定部位にレーザーを照射

レーザー光を対物レンズで集光し、サンプル中の測定部位に照射します。写真のとおり、非破壊・非接触で分析を行うことができます。

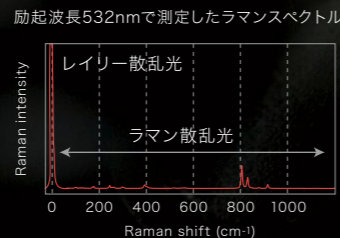
Step2 照射部位からラマン散乱光が発生

レーザー照射部位から、さまざまな散乱光が発生します。その大半は、入射光と同じ波長のレイリー散乱光。一方、極めてわずかな量ですが、入射光と波長の異なるラマン散乱光も発生します。



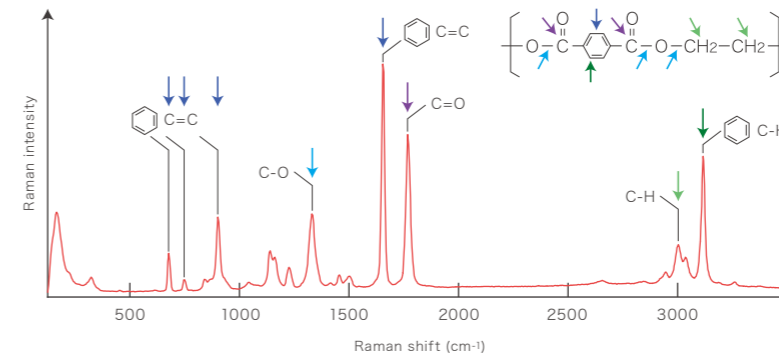
Step3 ラマン散乱光をスペクトルに分光して検出

レイリー散乱光はフィルタでカットし、ラマン散乱光は分光器でスペクトルに分光され、CCDで検出されます。ラマンスペクトルには、分子や結晶の情報が含まれます。次ページでは、ラマンスペクトルの読み解き方を説明します。



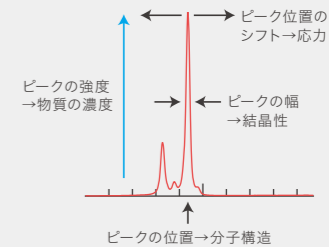
ラマンスペクトル —— それは「分子の指紋」

PETの分子構造とラマンスペクトル



ラマンスペクトルに現れるピークは、特定の分子振動や格子振動に由来します。そのため、ピーク位置から試料に含まれる官能基が分かります。同じ官能基でも周囲の影響でピーク位置は変わるため、ラマンスペクトルは物質固有の「分子の指紋」となります。

データの読み方、かんたんガイド

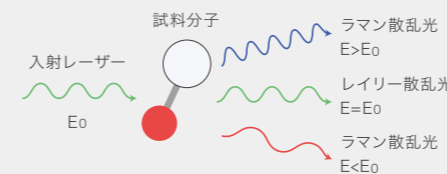


ラマンピークは、その位置だけでなく形状も重要です。一般に結晶性の良いものは、ピークの幅から読み取れます。結晶中に残留する応力は、ラマンピークのシフト量と方向から評価できます。

In detail

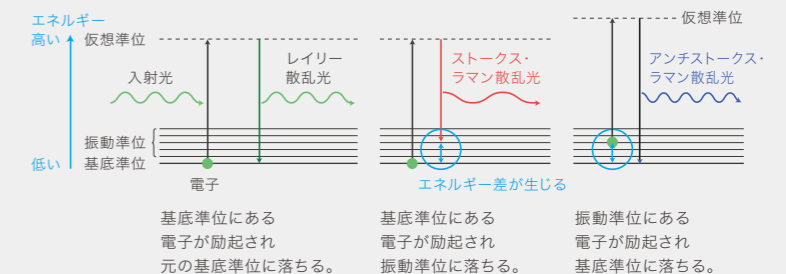
ラマン散乱をきちんと理解したいという方へ 分子内の電子の振る舞いから理解するラマン散乱

分子による光の散乱



光の波長はエネルギーと結びついています。入射光と同じ波長のレイリー散乱光は、すなわち入射光と同じエネルギーを持つ光です。一方、入射光と波長が異なるラマン散乱光は、入射光よりエネルギーの低いものと高いものの2種類に分けられます。

レイリー散乱過程およびラマン散乱過程の概念図



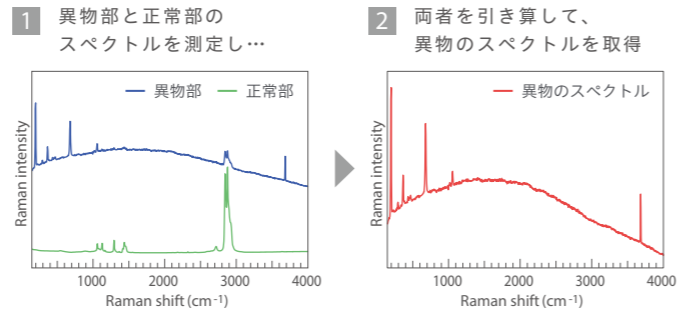
上の図は、分子内の電子の振る舞いでレイリー散乱とラマン散乱を説明した図です。入射光とラマン散乱光との間にエネルギー差が生じるのは、励起前と異なるエネルギー準位に電子が落ちるためであることが分かります。



未知物質を同定する

製品の表面や透明なフィルムの内部などに異物が見つかったときに、その異物にレーザーを集光してスペクトルを取得し、異物を同定することができます。FTIRでは測定できない1ミクロン以下の微小な異物や埋没異物が分析できる点がラマン分光の強みです。スペクトルの低波数領域にも感度があるため、無機物の同定も可能です。

ポリマーフィルム中の異物の解析



3 異物スペクトルをデータベースと照合…

異物はタルクであることが判明!!

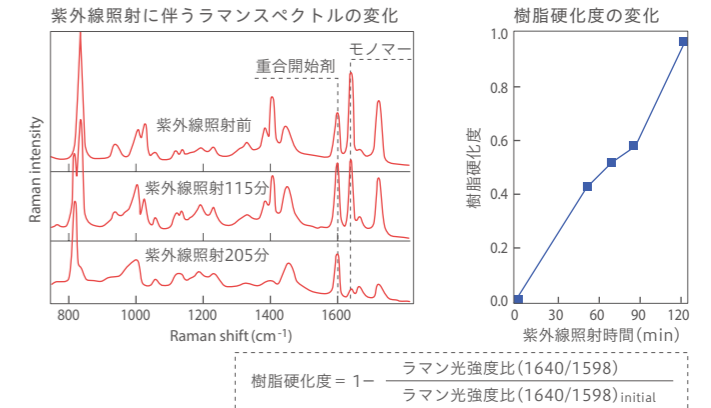
埋没異物を測定すると、異物部と正常部が混ざったスペクトルが得られます。その場合は、正常部のみとの差分を求めることで、異物単体のスペクトルが得られ、異物解析が可能となります。



分子構造の変化を追う

紫外線の照射によって、重合反応が進んだり、分子構造の一部が壊れてしまう物質があります。経時的にラマンスペクトルを測定することで、サンプルの分子構造の変化を追うことができます。たとえば、ポリマーでは紫外線の照射によってC=Cが生じることがあります。よってC=Cのピーク強度の変化に着目してみると、分子構造の経時変化が分かります。

紫外線照射に伴う樹脂の硬化度変化の分析



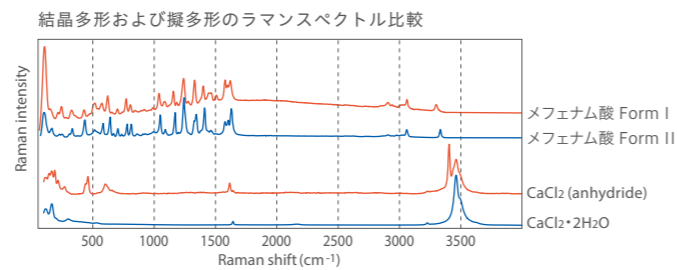
紫外硬化性樹脂は、紫外線を吸収してモノマー同士が架橋し、ポリマーになることで硬化します。紫外線照射前と照射後のラマンスペクトルを比べると、照射に伴いモノマーのピーク強度が小さくなり、硬化が進んでいることが分かります。



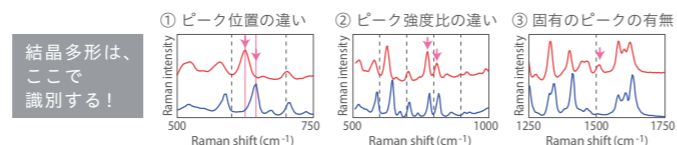
結晶多形を識別する

化学式は同じでも、結晶構造の異なる物質を結晶多形と呼びます。ラマン分光法は結晶多形の分析にも威力を発揮します。同じ化学式なので、ラマンスペクトルはよく似た波形を示しますが、特定のピークの位置や強度比にわずかな差が現れる場合があり、そこから多形を識別できます。水和物と無水物、塩と塩フリー一体なども識別できます。

結晶多形および擬多形の識別



メフェナム酸の結晶多形およびCaCl2の擬多形のラマンスペクトルを示します。よく似た波形ですが、ピーク位置や強度比の微妙な差異を読み取ることで、識別が可能です。



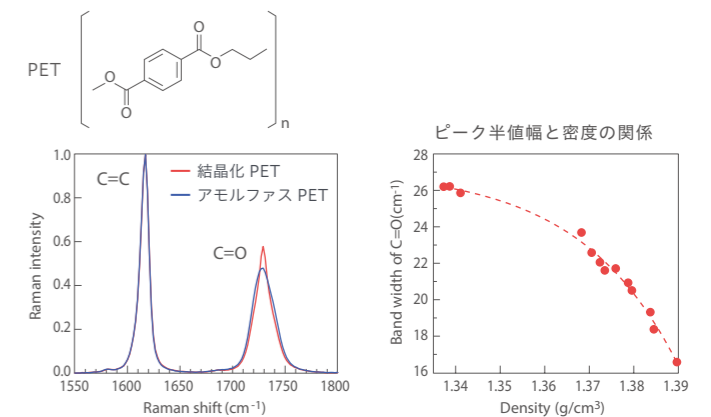
結晶多形は、ここで識別する!



結晶性の変化を追う

加熱などによって結晶性が変化することが予想される物質であれば、ラマンスペクトルに現れるピークの半値全幅 (FWHM: Full Width at Half Maximum) を解析することで、結晶性の変化を評価することが可能です。ピークフィッティングを行うことで、半値全幅を数値化することができ、定量的な分析を行うことができます。

PETのピーク半値全幅による結晶性評価



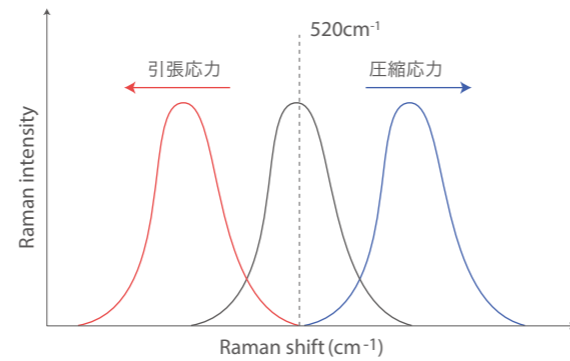
同じPETでも結晶状態が違っていると、C=Oのピークの半値全幅に差が生じます。ピークの半値全幅と密度には良好な相関関係があるため、ラマン分光によってPETの密度を評価することが可能です。



残留応力の大きさを評価する

圧力や応力の加わった物質には、結晶構造のひずみ(歪み)が生じます。物質の結晶構造・分子振動に起因するラマンピークは、引張応力に起因するひずみは低波数側に、圧縮応力に起因するひずみは高波数側にシフトします。また、ピーク波数シフト量は応力に比例するため、正確な波数シフト量を測定することで、ひずみ量も正確に測定することができます。

シリコンのラマンピークと応力の関係



シリコン応力 = $-250\text{MPa} \times \Delta \nu$ (cm⁻¹) (等方二軸応力場)

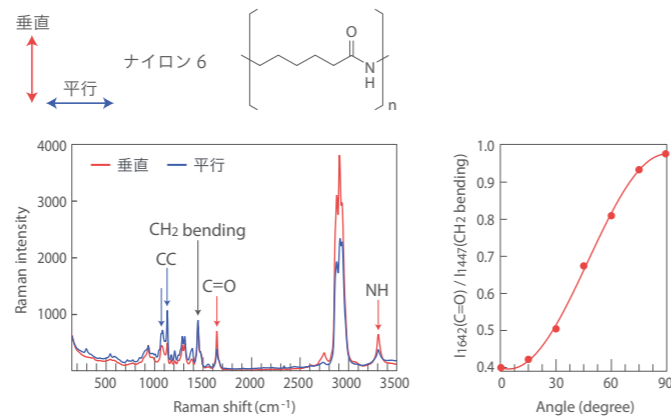
シリコンは520cm⁻¹に光学モードがあり、そのピーク位置は引張応力で低波数側に、圧縮応力で高波数側にシフトします。シフト量と応力の換算式を使うことで、残留応力の大きさを評価することができます。



分子の配向方向を評価する

フィルムを一定方向に延伸すると、その方向にポリマー鎖が配向し、割ける方向を一方にできるなどの機能向上が見られます。レーザーの偏光方向を制限した偏光ラマン測定を使えば、配向の向きとその程度を評価できます。屈折率を用いた精密な評価手法もありますが、ラマン分光法では不透明なサンプルも分析でき、簡便に配向の比率を数値として出せる利点があります。

ナイロンのピーク強度比による配向評価

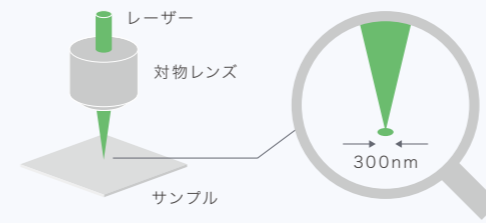


ナイロンの繊維に対して、レーザーの偏光方向を平行にしたときと、垂直にしたときのラマンスペクトルの比較です。平行時には骨格であるC-CやCH2のピークが強く出るのに対し、垂直時にはC=OやNHのピークが強く現れます。

Advantages of Raman Spectroscopy

レーザービームを絞り込み、微小物を分析できます。

1ミクロンを超える高い空間分解能

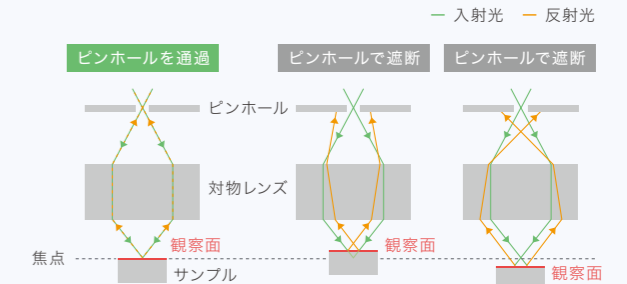


分析手法別、空間分解能比較

XRD	←	10μm
IR	←	6μm
Raman	←	0.35μm

レーザーを対物レンズで絞り込むことで、最高300nmの空間分解能を発揮します(532nm, 0.90NA)。

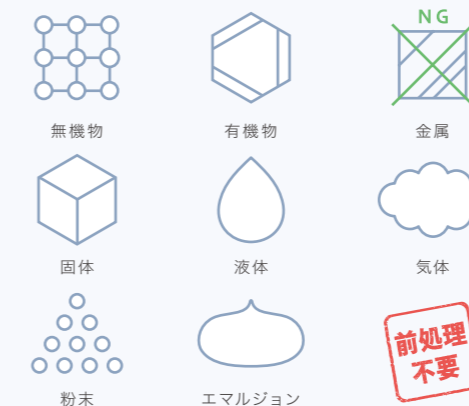
深さ分解を可能にする共焦点光学系



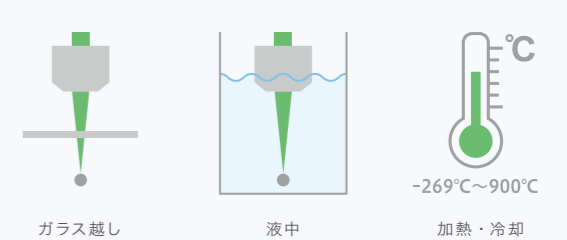
共焦点(コンフォーカル)光学系が、焦点面以外から生じた光を遮断。深さ分解能も1ミクロンを切ります。

前処理なしで、ほぼ何でも測定できます。

測れるもの、測れないもの



こんな環境でも、測定できます。



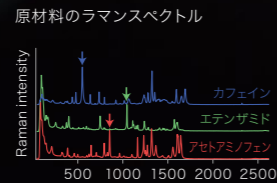
ラマン分光法はさまざまな分析シーンに対応できる点も強みです。透明な容器の中であれば、共焦点光学系により試料のみの情報が得られます。また、専用の対物レンズを使えば、ガラス越しや液中試料でも高い空間分解能で測定が可能です。

ラマンイメージングって、どんな分析？

671nmのレーザーで、錠剤表面をスキャンしている様子。密に測定するか粗く測定するかで、測定時間が変わります。

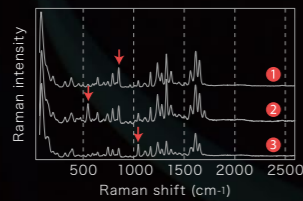
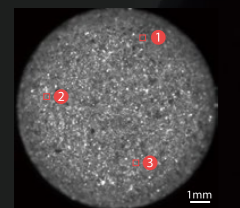
原材料を測定しておこう。

原材料のラマンスペクトルを測定して、各成分に固有のピークがどこにあるかを確認します。これらのピークを手掛かりに、イメージデータを解析していきます。



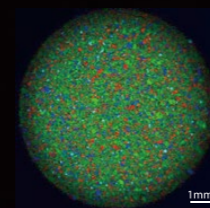
※測定の様子を分かりやすく見せるため、走査間隔を粗くして撮影しています。

ラマン散乱光の強度分布

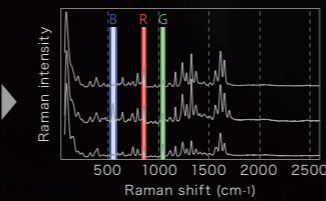


場所によって、カフェインのピークが強かったり、アセトアミノフェンのピークが強かったり…

RGBで指定した各ピークの強度分布 = 成分分布



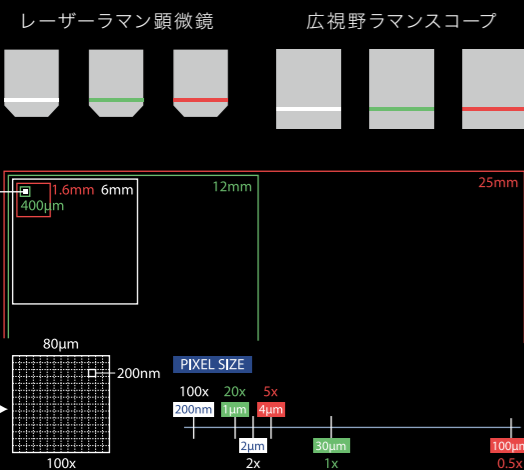
■ : アセトアミノフェン
■ : エテンザミド
■ : カフェイン



カフェインのピークが強い場所を青、アセトアミノフェンを赤と色を割り当て、ピーク強度分布を可視化

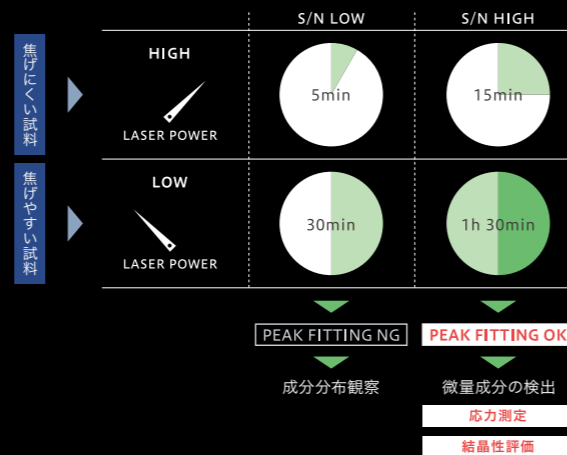
IMAGING AREA

典型的なイメージング視野サイズ



IMAGING SPEED

典型的なイメージング所要時間



※当社装置を使った分析シーンにおける典型値をご紹介します。

ラマンイメージングで分かる6つのこと

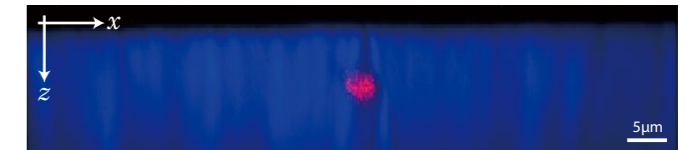


埋没異物の種類と場所を特定する

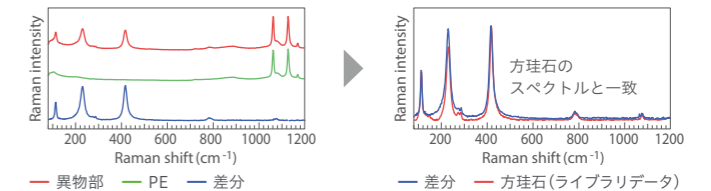
異物の同定には、一般に赤外分光法が用いられます。しかし、試料内部に存在している埋没異物の場合は、切片作成などの前処理が必要で、非破壊での分析はできません。一方、ラマン分光法であれば、共焦点性能を生かして非破壊で埋没異物のスペクトルを取得できます。さらに、断層ラマンイメージングを行えば、異物がどの位置に埋まっているかを明らかにできます。

埋没異物のラマンイメージング分析

ポリエチレン(PE)フィルム中の埋没異物



異物のスペクトル解析



埋没異物を断層ラマンイメージングすることで、異物の埋没位置とサイズを可視化。異物部のスペクトルとPEのスペクトルの差分を求め、ライブラリサーチを行った結果、異物は方晶石であることがわかりました。

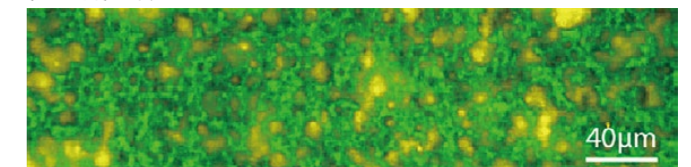


成分の分散状態の違いを観察する

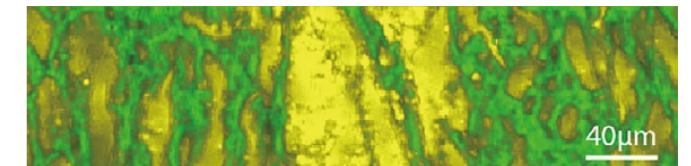
チーズに含まれている成分の比率や相構造は、食感や味の印象に影響を与えるといわれています。しかし、現在一般的に用いられている手法では、タンパク質の固定化や染色などの前処理、低真空下での観察が必要となるため、チーズそのままの姿を観察するのは困難です。一方、ラマンイメージングなら、前処理や真空環境などが不要であるため、成分分布をそのまま観察できます。

チーズに含まれる成分の分散状態の比較

プロセスチーズ



モッツアレラチーズ

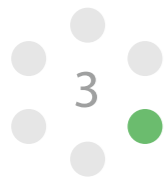


■ : タンパク質 ■ : 脂肪 532 nm / 20x, 0.45NA / 400 x 100 μm / 8 min

プロセスチーズではタンパク質が基材となって1μmから10μmの小さな脂肪球が分散しているの比べ、モッツアレラチーズは両者が筋状に分布しています。この筋状の構造が、繊維質のような食感を生み出している可能性が示唆されました。

※このサンプルは、不二製油株式会社様よりご提供いただきました。

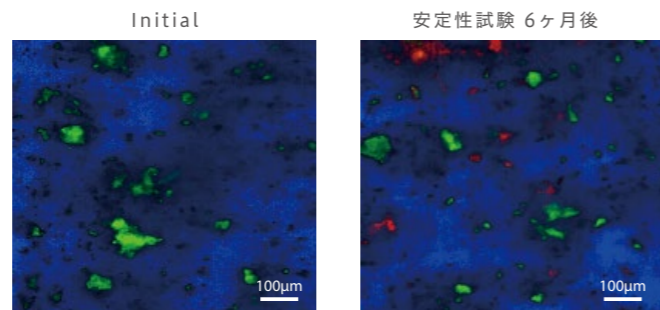
ラマンイメージングで分かる6つのこと



安定性試験による 変化の有無を調べる

製剤に含まれる原薬の結晶形は、溶出率を大きく左右します。したがって、安定性試験に伴う結晶多形の分析は、製剤開発における重要な課題です。しかし多くの場合において、製剤中のどこで転移が起こるかは予想が付きません。ラマンイメージングなら、原薬の結晶多形を広い範囲にわたって一度に調べられるため、製剤中のごく一部で生じた転移も逃さず捉えることができます。

安定性試験前後における錠剤成分の可視化



■: 原薬 ■: 原薬(転移) ■: 添加剤

532 nm / 10x, 0.30NA / 800 x 715 µm / 10 min

※安定性試験……温度 40°C、湿度 75%の保存条件における品質安定性推定試験

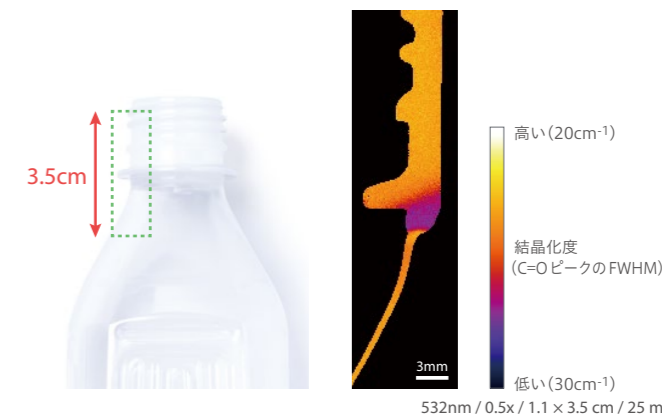
Initialの錠剤と6ヶ月の安定性試験後の錠剤とで原薬の結晶形に変化がないか、ラマンイメージングを使って分析した事例です。安定性試験後の錠剤では、所々で原薬の転移が生じていることがわかりました。



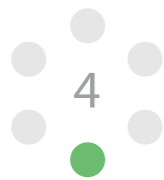
場所による結晶性の差を 可視化する

結晶性プラスチックには、非晶状態の部位が含まれていることがあります。非晶状態は結晶化している部位に比べ物理的強度が弱く、クラックなどの原因となることがあります。ラマンイメージングを用いると非晶状態の部位を可視化できるため、局所的な結晶性の差の有無の確認や、不良個所の結晶性の評価を行うことができます。

PETのピーク半値全幅による結晶性評価



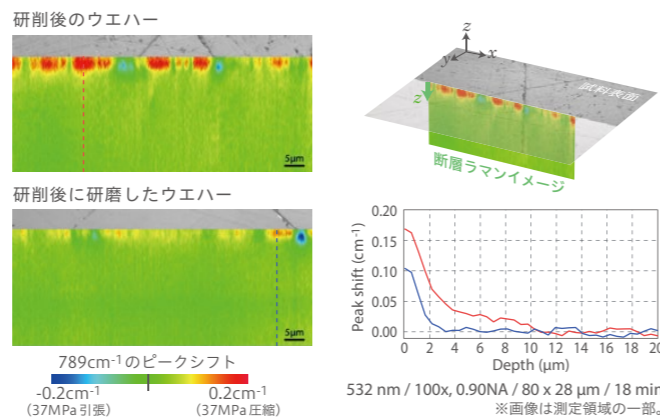
ペットボトルの白い飲み口部分は、加熱によりPETを結晶化させて作られます。飲み口部分を切断して、その断面をラマンイメージングで分析することで、結晶化度にムラがあることがわかりました。



残留応力の分布を 可視化する

半導体の品質を劣化させる要因の一つに、ウエハーに発生した欠陥があります。欠陥の周りには局所的な応力や歪みが生じ、この応力が新たな欠陥を生み出したり、半導体の性能を変化させたりします。ラマンイメージングを行えば、応力の大きさを調べるだけでなく、その空間分布も可視化できます。SiCやGaNのように透明な試料であれば、深さ方向の応力分布も観察できます。

SiCウエハーの応力の深さ分布イメージング



光学顕微鏡で黒ずんで見られる欠陥部分では引張応力が生じ、その周囲では圧縮応力が生じていることがわかりました。また、ウエハー研削加工時に生じた欠陥が、研磨によって除去されたことがわかりました。

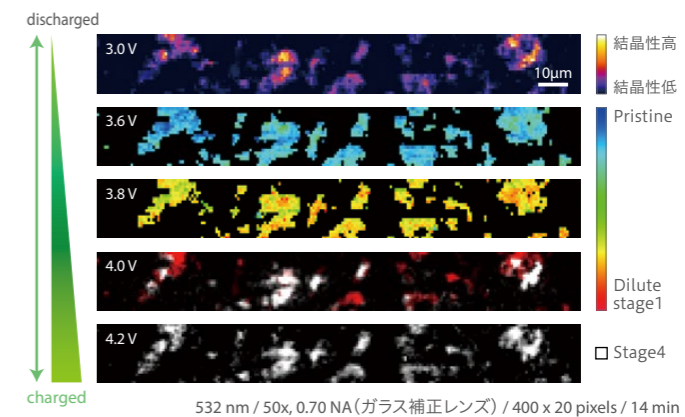
※このサンプルは、エルシード株式会社様よりご提供いただきました。



経時変化を その場観察する

リチウムイオン電池電極において、充放電に伴う活物質へのリチウムイオンの脱挿入をその場 (In-situ) 観察することは、性能向上への重要な指針となります。ラマン分光法は、ガラス越しに試料を測定することができ、レーザービーム走査方式であれば、試料やセルを固定した状態でもイメージング分析ができます。こういった特徴は、さまざまな試料のその場観察を可能とします。

リチウムイオン電池黒鉛負極のIn-situイメージング



充放電セルに封入した黒鉛負極のIn-situラマンイメージングを行い、充電に伴いステージ変化する様子を観察した事例です。放電状態で高い結晶性を示していた部分から、充電反応が進行することがわかりました。

Application Notes Collection

ナノフotonはこれまでに40を超えるアプリケーション・ノートを製作し、パンフレットとホームページで紹介している。そのいくつかを抜粋する。

nano photon Application note レーザラマン顕微鏡 RAMANtouch

プラスチック中フィラーの3Dラマンイメージング分析

ナノフoton社製レーザラマン顕微鏡 RAMANtouch シリーズは、共焦点光学系を搭載しており、平面方向はもちろん、深さ方向も高い空間分解能を持っています。プラスチック材料に含まれているフィラーの、微小な材料の分布を、平面および3Dで、ラマンイメージングした事例をご紹介します。

プラスチック中フィラーの高分解能ラマンイメージング

プラスチック材料の多くは、単一材料だけではなく、様々な種類のフィラー（充填材）が混ざり合っています。添加するフィラーの種類や形状、サイズ、量なども調整することにより、プラスチックの物性を細かく調整したり、元のプラスチックに性質や機能を付加することができます。ここでは、プラスチックに熱機物フィラーを多く含ませることにより、土壌で微生物により生分解が進むことを目的とした、2種類の素材について、ラマンイメージングを行います。

素材Aは、ラマンイメージングから、ポリプロピレンの中に数μmサイズの結晶バリウム硫酸の混入が、サブミクロンサイズの酸化チタンが、それぞれほぼ均等に分布していることがわかりました。素材Bでは、ポリエチレン中に、数μmサイズの炭酸カルシウムと酸化チタンが分布していました。酸化チタンは均一に分布しています。

① 酸化チタン ② 炭酸カルシウム ③ 酸化チタン ④ ポリプロピレン

① 酸化チタン ② 炭酸カルシウム ③ 酸化チタン ④ ポリエチレン

① 素材A、Bのラマンイメージングと光学顕微鏡画像

励起光源長	532nm
対物レンズ	100倍 (NA=0.9)
ステージ移動	60.000 (400 X 150)
測定時間	13分20秒

No.2308AJ Polymer | 2023.07

nano photon Application note レーザラマン顕微鏡 RAMANtouch

ヨーグルトカップ蓋材のラマンイメージング分析

ナノフoton社製レーザラマン顕微鏡 RAMANtouch シリーズは、独自のライン照明を用いた超高速ラマンイメージングが可能です。ここで紹介するヨーグルトカップの蓋材の内側は、ヨーグルトが付着しにくい構造となっており、食品ロス低減にもつながっています。この構造をラマンイメージングで分析した事例をご紹介します。

ラマンイメージングで観察した「ヨーグルトの蓋」

最近、一部のヨーグルトカップの蓋の内側には、「ロータス（薄）効果」を生み出す加工が施された、撥水性包装材が使用されています。ロータス効果とは、蓮の葉が、表面に数μmの放射状突起を作り、水をはじくことをヒントにした、撥水構造のことです。ヨーグルトの蓋の表面に微小な凹凸を設けることで、水分をはじく構造となっているため、蓋を開けた時にヨーグルトが付きにくくなっています。

実際の構造を分析するために、ヨーグルトが付きやすい面 (a) と付きにくい面 (b) を用意しました。まず、それぞれの光学顕微鏡画像を比較すると、(a) では蓋の凹凸が凸立っているのに対し、(b) の表面には数μm～20μm程度の突起の凸が凸立っていることがわかります。それぞれの異なる色の部分において、ラマンイメージングを行い、化学組成の比較を行いました。(a) はポリエチレン（略称 PE）のみで凹凸が構成されていました。(b) では、基材はポリエチレンテレフタレート（略称 PET）で、凹凸は PET とポリタタリウムメチル硫酸（略称 PMMA）の2種類の樹脂で構成されていることがわかりました。(b) では、この PE と PMMA 粒子で構成された凹凸の凸が、ロータス効果を生み出していることが観察できます。このように、ラマンイメージングでは、光学顕微鏡画像ではわからない微細な構造を観察することができます。

これらのラマンイメージングは、ライン照明を用いて、X方向400本のラマンスペクトルをわずか3秒間で同時取得しています。Y方向に300ステップ測定することで、合計12万本のラマンスペクトルを約16分で取得することができました。従来の1点ずつラマンイメージングする手法では、凹凸1点を0.1秒で取得したとしても、3時間以上測定する必要があります。観測効率があり、ライン照明を用いた超高速ラマンイメージングを行うことで、2種類の蓋の構造の違いを短時間で比較することができました。

蓋の凹凸のように高径深がある試料では、より高分解能に観察するために対物レンズの倍率を大きくすると、焦点面から外れた場所では信号が弱くなります。(b) は表面の凹凸に追従してステップ上下させる ZTrack 機能を用いて測定した例です。高倍率でも1度の測定で、基材、凹凸方向の明確なイメージを得ることができました。

(a) ヨーグルトが付きやすい面 (b) ヨーグルトが付きにくい面

① ZTrack 機能 (対物レンズ 50倍 (NA=0.8))

励起光源長	532nm
対物レンズ	20倍 (NA=0.45)
ステージ移動	120.000 (400 X 300)
測定時間	16分20秒

■ PE ■ PMMA ■ PET

▲ ① (a) ヨーグルトが付きやすい面、(b) ヨーグルトが付きにくい面の光学顕微鏡画像 (L) とラマンイメージ (F)

No.2307AJ Polymer | 2023.07

nano photon

全固体電池とラマン分光イメージング分析

ラマン分光法は、全固体電池の分野において、組成や結晶状態などの評価に利用されています。ラマンイメージングでは、1μm以下の空間分解能で電池の構成成分の分布や状態を可視化することができ、ユニークな情報が得られる手法として注目されています。

全固体電池とは

全固体電池とは、動作原理はリチウムイオン電池 (LiB) に似ていますが、電解質が固体であり、また正極・負極の組織を防ぐ役割を担うセパレータが不要、という特徴を持ちます。LiBと比較した全固体電池のメリットとしては、①電解質の揮発（発火源）と、電解質として使用される有機溶剤（引火）の問題がないため、安全性が高い②リチウムイオン電池の劣化の原因の一つである、Li⁺が電解液を移動させる際に生じる副反応が起きにくいため劣化しにくい③電解質での電解液の分解及び一酸化炭素発生材料であるセパレータの劣化がなく稼働温度範囲が広い④過充電でも正極の酸化、電解質の分解が起きないため、急速充電が可能である⑤パンドリングがよい、などが上げられます。その一方で、固体電解質中の Li⁺の移動抵抗が大きいため、固体であるため液体よりも電解質と電極の界面抵抗が大きくなることなどが課題となりました。しかしここ数年の様々なナノスケールにより、次世代電池として実用化の具体的なスケジュールが発表されるなど、特に電気自動車分野で期待が高まっています。

ラマン分光測定のメリット

結晶性や結晶状態の評価で有用なラマン分光法は、電池については、正極の活性物質や負極に用いられる炭素材料等によって異なります。ラマン分光法は可視光を使うため、結晶状態を一般的に用いられる X線回折法 (XRD) よりも2桁小さい、1μm程度までスポットサイズを絞ることが可能で、また、ラマンピークが鋭く、わずかな変化も鋭敏に許さず、更にイメージングと組み合わせると空間的情報も得られるという利点があります。

硫化物系全固体電池の評価事例

図2は、硫化物系全固体電池 (Li₂S-P₂S₅) を用いた全固体電池の正極で検出されたラマンスペクトルの一例です。正極物質には、コバルト酸リチウム (LiCoO₂) が用いられていて全固体電池も LiB と同様、充電電圧が Li⁺ が正極活性物質の分野で期待が高まっています。

▼ 図2 全固体電池の正極で検出されたラマンスペクトル

全固体電池

Intensity

Raman shift (cm⁻¹)

(A) イオンミリングで加工した正極材料の SEM 像、(B) ラマンスペクトルの例、(C) LiCoO₂ の充放電、(D) 変化した Co₂L₂ を含むスペクトル、(E) 固体電解質中の P₂S₅

No.1803AJ Lithium-ion Battery | 2018.07

nano photon

SiC ウェハー全面の結晶多形ラマンイメージング

SiCには様々な結晶多形があり、ラマン分光分析にて種類が特定できます。ウェハー対応ステージ搭載 RAMANdrive を用いれば、ウェハー全面の結晶多形ラマンイメージングが可能です。RAMANdrive はウェハー上の任意の座標へステージを移動し、ウェハー内部の結晶多形の分布を、明確に 3D で可視化することができます。

SiC ウェハー全面の高精度ラマンイメージング

SiC や GaN などのワイドギャップ半導体は、Si 半導体と比較して、高圧力、高温で動作できるなど様々なメリットがあり、その需要が高まっています。これらの半導体デバイスには過酷な環境で使用されることが多く、高い信頼性が求められます。そのためには、高品質なウェハーが必要ですが、結晶成長時に結晶欠陥が発生しやすいため、ウェハーの欠陥の種類や分布を正確に評価する必要があります。

ウェハーの欠陥分布の観察には、X線トポグラフィや顕微鏡などが用いられます。図1は、結晶内部観察装置 CSI (セラムックフォーラム社製) で取得した4インチ SiC ウェハーの断面像です。ウェハーに残留する欠陥や応力によって引き起こされる結晶歪みの分布状態を、目のコントラストにより、簡単に観察することができます。このウェハーでは、全面に多数の歪みが生じていることがわかります。

図2は、結晶欠陥から由来すると推察されますが、その欠陥の種類は、ラマンイメージングにより容易に判別することができます。SiCには、化学組成は同じでも、原子配列が異なる結晶多形 (ポリタイプ) が多数存在します。ポリタイプによりラマンスペクトルが異なるため [1]、ラマンイメージングにより結晶多形の種類や分布が可視化できます。

図2は、ウェハーステージ搭載ラマン顕微鏡 RAMANdrive でラマンイメージングした、ウェハー全面の結晶多形の分布画像です。このウェハーのポリタイプは 4H ですが、ウェハーの左上から右下を縦向きに、15R/6H の2種類の異なるポリタイプが分布していることがわかります (ラマンスペクトルは図3に示します)。歪み画像と比較することで、異なるポリタイプの周辺には、不整合に由来する歪みが存在することがわかります。また、歪み画像の中央部や左下部の歪み画像中では、ラマンイメージングから異なるポリタイプは見られず、主に不整合結晶の歪みによる歪みが発生していることも読み取れます。

▲ 図1 結晶内部観察装置にて取得した SiC ウェハーの断面像

▲ 図2 RAMANdrive で取得した SiC 結晶多形ラマンイメージ

図1に示したものを、■ 4H ■ 6H ■ 15R

No.1702AJ Semiconductor | 2017.09

Application Notes Collection



ラマンイメージングを用いた錠剤成分均一性の定量評価

ラマンイメージングを定量的に評価する手法として、CLSなどの多変量解析や微細解析などが利用されています。一方で、成分の分散性を定量的に評価する手法はあまり知られていません。そこで当社は、区画分析を用いた解析と、エッジ検出を用いた解析の二つの定量評価手法を考案しました。

錠剤中における薬液、添加物の分布の偏りや粒子径の解析は、製剤設計や製造工程における条件の最適化において重要です。また、製品において不良が生じた場合の原因解析につながることもあります。ケミカルイメージング技術を用いることで錠剤中成分の可視化が可能ですが、その中でもラマン分光イメージングは、製剤成分の測定ができるほか、結晶形の異相性や結晶性の評価ができるため、重要な結晶形転移やアモルファス転移における薬液の再結晶化の検出にも有効です。また、解析においても、ラマンスペクトルはピーク形状がシャープであるため、成分特有のピークが顕著しやすく高解像性の高いイメージングの作成が可能です。

このアプリケーションノートでは、ナノフォトン社製視野ラマンスコープ RAMANView を用いて、錠剤成分均一性の定量評価手法の検討を行いました。

ラマンイメージングを用いた解析

ラマンイメージングから二重化イメージングを作成することで、以下のような情報を数値化することができます。

錠剤成分均一性についての定量評価の試み

一般的に薬液や添加物の分散性は、二重化イメージングの処理を行って得られた粒子径数、個々の粒子径、粒子径中心距離などのばらつきで評価されます。しかし、錠剤のように

ラマンイメージングと二重化イメージングの比較結果

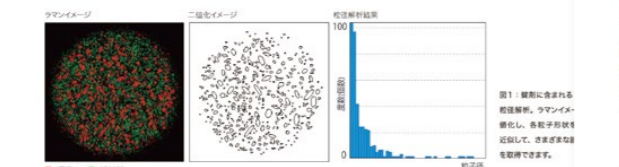


図1：錠剤に含まれる成分を可視化し、ラマンイメージングを用いて、各成分の分布を定量的に評価することができます。

No.1602CJ | Pharmaceutical | 2016.09



食品におけるラマン分析アプリケーション

ラマン分光法を食品に適用する際は、少しづつ試みることが重要です。特に成分分析では測定領域のばらつきが多いため、高い空間分解能を必要とする条件下でラマン分光法が有効です。ここでは、チョコレート、チーズ、バターといった成分と水分の空間的分布の違いが、食品に与える影響を評価する手法としてラマン分光法を提案しています。

食品分野における新しいラマン分析アプリケーションをぜひご覧ください。

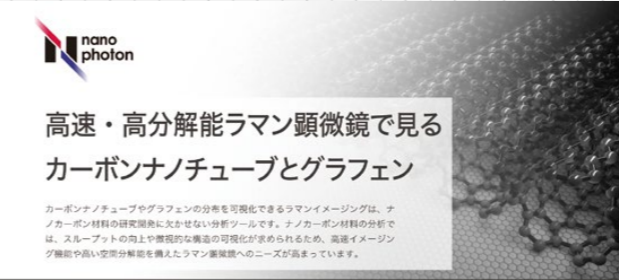
バターの高速ラマンイメージング

下の画像は、スライドガラスに挟んだバターを、脂肪分と水分に色分けして画像化したラマンイメージです。水分の分散サイズは小さいものでは1μmを下回っていますが、高い空間分解能と感度をもち RAMANTouch であれば、はっきりと水分の存在箇所を確認することができます。イメージ中の任意の領域を選択すれば、その領域の平均ラマンスペクトルを取り出して、比較したり差分を取ったりすることが可能です。

組織構造から見たチーズの特徴

下の画像はプロセスチーズとモzzarellaチーズをラマンイメージングしました。乳糖結晶とタンパク質をそれぞれ黄色と緑で表しています。プロセスチーズではタンパク質が基材となっており、1μm ~ 10μm の小さな脂肪球が分散しているのに対し、モzzarellaチーズは両者が密に分布しています。プロセスチーズは、ナチュラルチーズを細かく断んで加熱・再成形して作られるため、一時的にナチュラルチーズよりも組織構造が粗くなります。一方、モzzarellaチーズは pH5.2-5.4、温度 60℃のお湯に入れて、練って引っ張る操作を繰り返す製法で作られており、その練伸工程によって脂肪の分布が均一になると考えられます。モzzarellaチーズの組織質のような独特の食感も、この脂肪の構造に由来しているのでしょうか。

No.1911CJ | Foods | 2019.11



高速・高分解能ラマン顕微鏡で見るカーボンナノチューブとグラフェン

カーボンナノチューブやグラフェンの分布を可視化できるラマンイメージングは、ナノカーボン材料の研究開発に欠かせない分析ツールです。ナノカーボン材料の分析では、スループットの向上や無損的な測定の実現が求められるため、高速イメージング機能や高い空間分解能を備えたラマン顕微鏡へのニーズが高まっています。

カーボンナノチューブ (CNT) やグラフェンに代表されるナノカーボン材料の研究開発において、ラマン分光は欠かせない分析ツールです。ナノカーボン材料のラマンスペクトルには、物質中の欠陥の量や CNT の直径、グラフェンの層数など、極めて多くの情報が含まれているためです。ナノフォトン社製レーザーラマン顕微鏡 RAMANTouch は、ラインアップによる超高速イメージング機能と、超解像に迫る 350nm の空間分解能を備えており、ナノカーボン材料の超微細構造や不均一な分布のイメージング分析に最適な装置です。ここでは、CNT やグラフェンを RAMANTouch で観察した事例を紹介します。

図1：CNT-FETのRBM分布のラマンイメージ

ラマンイメージングは、元のラマンイメージの一部です。
 ※1：上のラマンイメージは、元のラマンイメージの一部です。
 ※2：このサンプルは、東京大学の山田先生からご提供いただきました。

図2：カーボンナノチューブのラマンスペクトル

Gバンド、Dバンド、2Dバンドの強度比からCNTの構造を評価します。

RBM (Radial Breathing Mode) SWNT の直径は、RBMの波数から算出されます。

No.1607CJ | Nano-Carbon | 2016.09



ラマンイメージングを用いた製剤中の結晶多形の分析

製剤中の結晶多形の評価方法として、高速ラマンイメージングの期待が高まっています。ここでは、安定性試験後に溶出率が低下した製剤をラマンイメージングすることで、原薬の一部が転移していることや、原薬粒子の周辺部から転移が進行していることが確認できました。

製剤の溶出特性が変わる原因の一つに、結晶形の転移があります。原薬の一部の添加物は同一の物質でありながら複数の結晶形 (結晶多形) を有し、それぞれ溶解性や安定性などの物理化学的性質が異なります。また水和物や溶媒分子を含む結晶多形は、溶解性や安定性に違いが生じるという特徴があります。結晶多形は、溶解性や安定性に違いが生じるという特徴があります。結晶多形は、溶解性や安定性に違いが生じるという特徴があります。

ラマン分光法を用いて結晶多形を解析する際には、どの成分のラマン分光法を用いて結晶多形を解析するかが重要です。ここでは、メフェナム酸の結晶多形および酸化カルシウム結晶多形のラマン分光法による解析方法を紹介します。

No.1601CJ | Pharmaceutical | 2016.09

Mail Magazine Collection

ナノフotonは、2020年5月13日からメールマガジンの発刊を開始。そのいくつかを紹介する。

01

2021年1月6日

新オフィスに移転 ようこそ大阪ショールームへ

ナノフotonは、大阪オフィスを大阪府箕面市に移転し、新たに大阪ショールームを開設しました。約18年間を過ごした大阪大学吹田キャンパス（大阪府吹田市）から離れ、すでに新天地で活動しています。新オフィスを訪問し、社員の方々にお話をうかがいました。
(メルマガ編集長/フリーライター・根本毅)



大阪ショールームの入り口です。ぜひ、お越しください
＜新オフィス（大阪ショールーム、R&Dセンター）の連絡先＞
住所：〒562-0036 大阪府箕面市船場西3丁目1番7号 ICCビル1F
電話：072-736-9181（代）

新オフィスは、4月にオープンする大阪大学箕面新キャンパスのすぐ近く。周辺では校舎の新築工事のほか、新幹線の新大阪駅に直通で行ける北大阪急行線の延伸工事が進められています。2023年度に新駅が開業する頃には、さらに活気にあふれたまちに発展しているでしょう。新オフィスの東側はガラス張り。外の歩道からラマン顕微鏡が見えます。ショールームの入り口や、オフィスとの仕切りも透明なガラスです。オフィスも広くなり、社員に好評のようです。



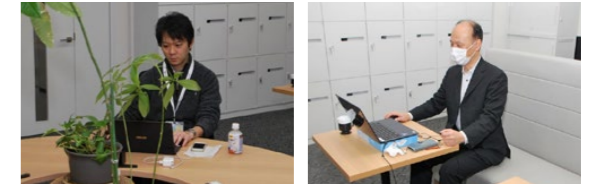
ラマン顕微鏡が並ぶショールーム

レイアウトや内装にこだわったという河田聡会長は「ナノフotonの製品のイメージに合うショールームにしたいと、黒と白とガラスだけにしました」と説明してくださいました。経理担当の中村直子さんは「外もよく見えて開放感がある。明るくてきれいなオフィスに移れてうれしいですね」と笑顔です。営業GMの箕浦浩昭さんは「ショールームを開設するというのが、移転の主な理由の一つ。東京ショールームと同様、大阪にもお客様にとって便利な場所に広げて立派なショールームができました。ぜひお越しください」とアピール。サービスエンジニアの島端要典さんは「ショールームには、ナノフotonの全ての装置が並べられ、さまざまな分野における当社の強みを見ていただけます。同じくサービスエンジニアの森藤直人さんも「ショールームとオフィスの仕切りが透明なガラスになっているため、技術的に不明な点があればすぐに説明に行けます」と話していました。



ショールームで打ち合わせをする島端さん（左）と森藤さん。
(撮影時、一時的にマスクを外していただきました)

ショールームを抜けると、オフィスがあります。移転に合わせて、フリーアドレスを導入しました。さらに奥の扉を進むと、別室にR&Dセンターの部屋があります。研究開発担当の齋藤広大さんは「R&Dセンターで、研究や開発、設計、製作の全てを行います。阪大とは離れましたが、大学の先生とのつながりは保ち、ミーティングも継続しています」。



円形のテーブルでパソコンに向かう齋藤さん

フリーアドレスのオフィスで勤務する箕浦さん

会長室や役員室は道路側の窓に面しています。



河田聡会長

役員室で執務する藤原取締役専務

藤原健吾・取締役専務は「この場所が世界のラマンの中心となるべく、心機一転、ビジネスを加速させていきます」と抱負を語ってくださいました。ぜひ、新オフィスに足を運んでみてください。

2021年6月23日

02 篠原監査役に聞く 数々の大学発ベンチャーの起業を支援

ナノフotonの篠原祥哲（よしのり）監査役（86）は、2003年2月のナノフoton設立時からのメンバーです。大阪大学大学院経済学研究科修士課程を修了後、1963年に公認会計士登録し、朝日監査法人（現あずさ監査法人）の副理事長や代表社員相談役などを歴任しました。退任後の2002年11月、NPO法人おおさか大学起業支援機構を設立して代表理事に就任し、ナノフotonなどさまざまなベンチャーの起業支援を手掛けています。大学発ベンチャーへの思いなどをお聞きしました。
(メルマガ編集長/フリーライター・根本毅)



—なぜ公認会計士になろうと考えたのですか？

阪大の経済学部にて在学中、中西寅雄教授という先生がいました。日本の原価計算制度や公認会計士制度の創始者とも言うべき方です。人格的にも尊敬できる方で、ゼミに入れてもらいました。その中西先生が「日本の公認会計士制度がこれからものすごく大切になる」と教えてくれたので、公認会計士になることにしました。私は新しいことが好きですからね。

試験を通過したのは1959年。それから60年以上やっています。公認会計士の草分けみたいなものです。

最初は登録番号12番のえらい先生に弟子入りし、何社かの監査証明の責任者をやりました。日本の産業が起きてくる非常にいい時期に関与しましたね。当時は全体が右肩上がりだったので、期ごとに収支に波があってもぜんぜん心配はしませんでした。

—朝日監査法人（現あずさ監査法人）は門外漢の私でも名前を知っている大手です。合併してきた時に、専務理事に就任されていますね。

最初は監査法人大和会計事務所所属しました。大阪で学者が集まって作った監査法人です。それから合併を繰り返し、ど真ん中に入っちゃいました。

—退職されて、大学発ベンチャーに関わるようになったのはなぜですか？

日本の産業をずっと見てきましたが、技術をちゃんと社会に生かしていく会社が大きく成長し、日本の産業を支えてきました。だから、日本の産業のことを考えるなら、ベンチャーを育てないといけない、という発想です。当時は大学、特に国立大学の先生が金もうけをするのはおかしい、という時代でした。さらに、大学の技術と商品化の間には深い谷があり、なかなか越えられませんが、それを橋渡ししよう、大阪大学の技術を社会で生かそう、と考え、おおさか大学起業支援機構というNPOを作りました。

—具体的にはどんな支援ですか？

会社を作ってあげることから、資金調達や知財の問題とか。特に、技術をいかに商品化するか、という手伝いですね。

—NPOを立ち上げて間もなく、ナノフォンの創業に関わりました。どのような経緯ですか？

河田さん（ナノフォン会長、大阪大学名誉教授）と知り合い、起業したいと言うから「応援するよ」と始めました。河田さんは国際学会でも著名な人で、素晴らしい技術を持っています。さら

に、この十数年で経営者としてもだいぶ成長しました。実務がだいぶ分かってきました。河田さんのように実務もできる人は珍しいですね。

—ナノフォンの技術を理解するのは相当難しいと思います。

難しいけど、面白い。今、顕微鏡と言ったら、ラマン顕微鏡という時代です。

—経済学を学んで公認会計士になれましたが、技術のことも好きなんですか？

好きですね。高校では数学と物理が得意中の得意でした。論理的に考えることが好きです。もともと工学部に進もうと考えていましたが、京都大法学部に行っていた親戚に相談すると「文系の方がいいに決まっている」と言うので、受験直前に志望を変えました。経済学も数学ですからね。だから、技術に関しては何の抵抗もありません。

—大学発ベンチャーの重要性は増えていますか？

そうですね。企業は短期間で利益を出すように求められるので、10年もかかるような長期的な基礎研究ができなくなっています。一方、大学にはものすごくたくさんの技術がある。だから、大学との共同研究やコンソーシアムを組むことがものすごく重要になっています。今、共創という言葉がはやっていますね。もっと大学にある技術を生かさないといけないと思います。

—おおさか大学起業支援機構は株式会社の起業だけでなく、社会事業も手掛けてますね。

はい。社会起業支援として、「劇団昴一般社団法人」や「堺シティオペラ一般社団法人」、「公益社団法人子どもの発達科学研究所」などの設立に携わっています。

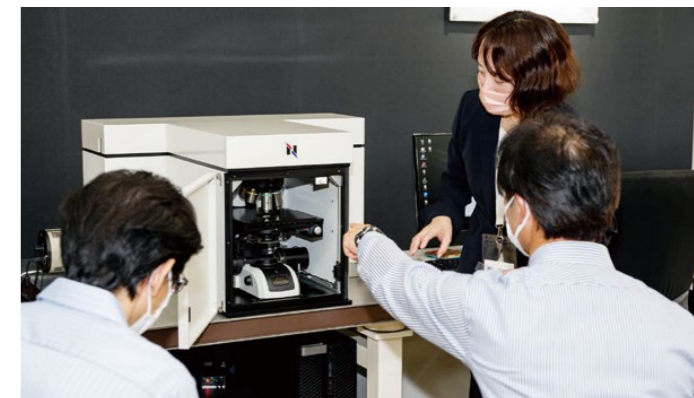
—社会貢献には以前から関心があったのですか？

お金もうけも大切ですが、お金だけ追いかけていたら仕事になりません。やっぱり、社会をよくすることができないと。これからも、できる範囲で社会をよくするために活動しようと思います。

03 2022年6月29日 レーザーラマン顕微鏡の実演セミナーを実施

ナノフォンは6月17日（金）、大阪ショールーム（大阪府箕面市）で「2022年度第1回実演セミナー」を開きました。新型コロナウイルスの感染拡大の影響で、2019年以来3年ぶり、新設の大阪ショールームでは初の対面開催です。製菓など4社の担当者にラマン顕微鏡4機種のパフォーマンスを実際に見ていただきました。参加者は説明に熱心に耳を傾け、たくさんの質問もしていただきましたため、セミナーを担当したナノフォンの社員は確かな手応えを感じていました。実演セミナーは今後も開催します。約4時間に及んだこの日のセミナーをレポートします。

（メルマガ編集長／サイエンスライター・根本毅）



レーザーラマン顕微鏡RAMANtouchの機能について質問するセミナー参加者（右）

「超高速イメージングで仕事改革！」

セミナーのテーマは「超高速イメージングで仕事改革！なぜみんながナノフォンを選ぶのか？」。講演や実演は、ナノフォンセールス&アプリケーションズの足立真理子・シニアエンジニアが担当しました。

まずはパワーポイントを使い、ナノフォンの会社説明やレーザーラマン顕微鏡の基礎知識などの講義です。しばらくは座学に耐えていただきました。

さらに、ナノフォンの製品群と「何が測定できるのか」の説明です。たくさんの測定例を示して解説していたため、分かりやすかったのではないのでしょうか。

例えば、「レーザーラマン顕微鏡を一言で言うと、『ケミカルイメージが見られる光学顕微鏡』」と説明した上で、ある社員の口腔粘膜のラマン画像を示しました。ラマン顕微鏡を使えば、タンパク質や脂質を分子構造の違いなどで判別し、コンピューターの画面上に色分けして表示できます。足立シニアエンジニアは「試料は光学顕微鏡で見られる大きさであれば、そのままOK。前処理不要です」と話しました。

このほか、紹介された測定例は

「超高速グラフェンの層数分布イメージング」
 「太陽光にさらされたポリ塩化ビニルの黄変部位のラマンスペクトル」
 「リチウムイオン電池充電前後での高分解能ラマンイメージング」
 「ペットボトルのネジ口部分周辺の結晶性分布のイメージング」
 「シリコンカーバイド基盤の表面応力イメージ」
 「ティーバッグの繊維の配向分布のイメージング評価」
 など盛りだくさん。こうした測定例を通じて、「ラマン分光分析で何が分かるか」を伝えました。その後、「ラマン分光分析で分かる5つのこと」や「ナノフォンが選ばれる理由」「ラマン顕微鏡を選ぶポイント」などを詳しく説明して、座学は終わり。いよいよ実演です。



<ラマン分光分析で分かる5つのこと>

1. 物質の同定（異物分析、分布分析）
2. 分子構造の変化
3. 結晶性
4. 応力
5. 配向性

<ナノフォトンが選ばれる理由>

1. レーザービームスキャン ～高い操作性～
2. 高い空間分解能
3. 超高速イメージング ライン照明
4. 分光性能が高く、わずかな応力を測定できる
5. 最高の検出感度
6. さまざまなニーズに対応する多彩な測定モード
7. メンテナンスフリーの高安定システム

4機種で実演

実演では、大阪ショールームに常設された「ランダム走査コンフォーカル・ラマン顕微鏡RAMANwalk」「レーザーラマン顕微鏡RAMANtouch」「ウエハーステージ搭載ラマン顕微鏡RAMANdrive」「広視野ラマンSCOPE RAMANview」の4機種を使い、さまざまなサンプルを測定しました。

最初にRAMANwalkです。遮光カバーを下げると、正面だけでなく左右からもステージにアクセスできます。凹凸があるサンプルのZTrack機能を用いた表面イメージングや、レーザー波長を変えることで蛍光を抑えた測定ができることなどを実際に示しました。

次はRAMANtouchです。搭載された「ライン照明」は、レーザービームを線状に引き伸ばして試料に照射し、400点からのラマン散乱光を同時に検出して、高速測定を実現しています。また、ライン照明を利用するエリアフラッシュという機能の便利さも実感してもらいました。



RAMANwalkを説明する様子

RAMANtouchの説明

RAMANdriveは、最大30cmのウエハーのラマンイメージが短時間で得られます。実際に、30cmのウエハーをステージにセットし、その場で全体像を観測しました。座標ナビゲーション機能を用いた異物分析も実演しました。

最後に、RAMANview。錠剤のように大きな試料でも全体像を観察でき、表面に高低差がある試料の測定も得意です。



RAMANdrive

RAMANview

プログラムになかった実演も

非常に密度の濃い実演セミナーだったと感じました。それも、ナノフォトンのラマン顕微鏡は高速に測定できるため、待ち時間が短くてすむためでしょう。参加者のリクエストで、応力イメージングや特殊対物レンズなどプログラムになかった実演も行いました。

参加者の1人は「会社では13年前に購入した他社製品を使っています。今回、実演を見て、きれいなマッピングなど性能の良さに衝撃を受けました。少人数のセミナーだったので、知りたいことを自由に質問することができ、満足しました」と話していました。

今後も開催

実演セミナーは今後も開催する予定です。ナノフォトンのラマン顕微鏡に関心のある方は、ぜひご参加ください。

2022年6月29日
04 ナノフォトン 코리아
社員3人が日本で研修

ナノフォトンの韓国法人「Nanophoton Korea」から今年6月、社員3人が来日しました。日本と韓国の社員は日頃からメールや電話でやりとりをしていますが、新型コロナウイルス感染症が流行してからは対面する機会をなかなか設けられずにいました。3人は営業やサービスなどの研修を受け、日本の社員との結びつきをさらに強くしていました。

(メルマガ編集長/サイエンスライター・根本毅)



左から、キム・テヒョンさん、シン・ヘギョンさん、イ・キョンファンさん（ナノフォトンの大阪ショールームで）

Nanophoton Koreaは2016年7月に設立され、ソウルショールームを運営しています。今回、来日したのは、アプリケーションとマーケティングを担当するシン・ヘギョンさん、サービスとアプリケーションが担当のキム・テヒョンさん、営業担当のイ・キョンファンさんの3人です。5日間にわたる研修期間中、日本のメンバーと交流し、さまざまなトレーニングを受けました。

シン・ヘギョンさん

シンさんは、Nanophoton Koreaがスタートした時からの社員。ナノフォトンについて「最先端のラマンテクノロジーを持っているため、お客様に非常に満足してもらえます。誇りに思っています」と話しています。今回は、測定のノウハウなどを学びました。



シン・ヘギョンさん（左）

キム・テヒョンさん

キム・テヒョンさんは2年前に入社したサービスエンジニアです。研修を終え、「日本の技術メンバーは非常にクオリティーが高い。今回初めて直接顔を合わせることができて、本当に良い時間を過ごせました。私たちは一つのチームなのだ」と改めて実感しました」と話しました。



キム・テヒョンさん（左）

2022年9月30日

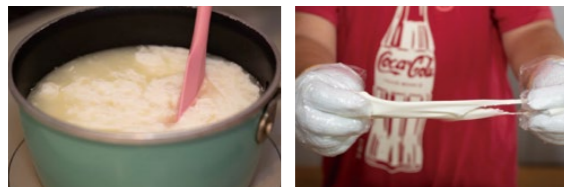
05 熟練への道 さけるチーズの測定に挑戦

今回は、チーズの測定に挑戦しました。「ラマン分光によるチーズの成分分布観察」がナノフォンのホームページに掲載されているので、「これをお手本にすれば楽勝」と軽い気持ちで始めたのですが……。ナノフォンのセールス&アプリケーションズ・シニアエンジニア、足立真理子さんによると、「難易度が高い」挑戦だったようです。とにかく、1人で試行錯誤しながら測定しました。最後に足立さんにデータを見てもらい、ノイズ除去などをしてもらった結果、それなりのラマン画像が得られたのではないかと満足しています。
(メルマガ編集長/サイエンスライター・根本毅)



チーズって、自宅でも作れるそうです。中学生の三男と妻がモッツァレラチーズ作り挑戦するというので、私もラマン顕微鏡 RAMANtouch でチーズを測定することにしました。

ちなみに、チーズは本来、生乳に乳酸菌や「レンネット」という酵素を加えて作ります。今回は、ネット情報を参考に、ノンホモ牛乳(脂肪を均一化しない牛乳)を鍋で63度前後まで加熱し、酢を加えてかき混ぜて作りました。ノンホモ牛乳は近所のスーパーでは売ってなかったため、自然食品店で入手しました。



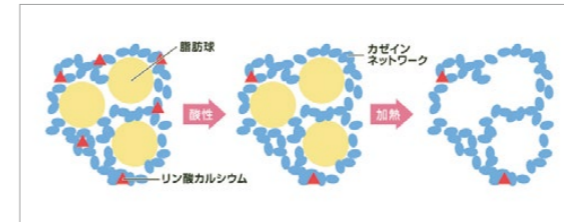
熱したノンホモ牛乳に酢を入れると、チーズの塊が現れます

できあがったチーズ。ちゃんと伸びます。

ちゃんとチーズの塊ができました。その後、熱いまま伸ばして置いて、という作業を何度も繰り返すと、チーズが繊維状になった「さけるチーズ」のできあがり。ただ、我が家の自家製チーズは伸びがあまりよくなくて、「太くさけるチーズ」になってしまいました。

さて、チーズはなぜ伸びるのでしょうか。今年7月に放映されたNHKの「チコちゃんに叱られる!」によると、「チーズがビヨーンと伸びるのは、ストッキングが伸びるようなものだから」。チーズは主にタンパク質と脂肪、水分からなり、固まっている時は「カゼイン」というタンパク質でできた網目構造の中に脂肪や水分が入っています。これに熱が加わるとカゼインが柔らかく変化し、その状態で引っ張られると網目構造の中に脂肪分などを含んだまま伸びるのだそうです。番組では、この様子をストッキングに例えていました。

雪印メグミルクのホームページに、この図がありました。



雪印メグミルクのホームページ (https://www.meg-snow.com/cheeseclub/magazine/article/1903_melty.html) より

当初は、自家製のモッツァレラチーズやさけるチーズをラマン顕微鏡で見るつもりだったのですが、この時のチーズはすべて、ピザの具となり私たち家族の胃の中に入ってしまった。いずれ改めて、自家製チーズの測定にチャレンジしてみようと思います。というわけで、RAMANtouchでの測定です。プロセスチーズとさけるチーズをスーパーで購入し、薄く切ってスライドガラスに載せました。



測定したチーズ片



測定に使用したラマン顕微鏡 RAMANtouch

対物レンズの倍率やレーザーパワー、露光時間などを変えて、いろいろ試してみました。結局、対物レンズ20倍、露光時間10秒、レーザーパワー最大で測定。開始から12～13分で終了です。

測定後、脂肪は2854cm⁻¹、タンパク質は3060cm⁻¹のピーク強度から分布のイメージングをしました。詳しくは、お手本の「ラマン分光によるチーズの成分分布観察」をご覧ください。

ではラマン画像をお見せしましょう。まず、プロセスチーズ。



タンパク質

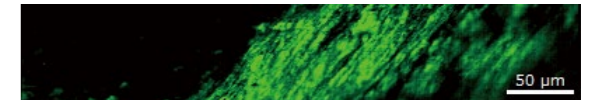


脂肪



タンパク質+脂肪

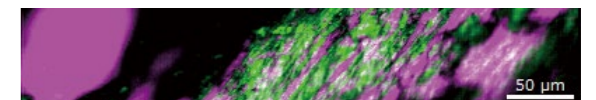
次にさけるチーズ。



タンパク質



脂肪



タンパク質+脂肪

さけるチーズは筋が分かります。さける方向と一致していました。よりきれいな画像を得るためには、切断の際に工夫が必要なのでしょう。お手本では凍結切片処理をしたそうです。今回は包丁で切っただけです。

わずか数時間で、ほぼ素人の私でもラマン画像が得られました。いやあ、楽しいです。



「会長室から」コレクション

河田聡会長が大学教授時代には、学会誌や商業誌にしばしば巻頭言やコラム記事を依頼され執筆していました。また、本人のホームページにも、2002年から2017年まで「今月のメッセージ」を掲載し、Optica (formerly OSA) の会長時代 (2022年) には毎月機関誌Optics & Photonics Newsに巻頭言「President's Message」が掲載されていました。ナノフotonでも、ホームページに「会長室から」と言うニュースを掲載しています。そのコレクションの一部をここに転記します。

- 17年10月 「琥珀の夢」
- 18年1月 「Google Mapsの正しい使い方」
- 18年9月 「ニュートンに消された男」
- 18年12月 「Genovaの橋」
- 19年6月 「学会発表」
- 21年1月 「実と虚」
- 23年5月 「科学エントロピー」
- 23年7月 「いつも学生が活躍する会社」



『琥珀の夢』

今年、7月1日から9月5日まで、日経新聞で伊集院静さんの「琥珀の夢」という小説が掲載されました。サントリー創業者の鳥井信治郎さんの物語です。そのとき私は、たまたま北康利さんの「最強のふたり」という長編小説を読んでいました。これは信治郎さんの次男の佐治敬三さんと芥川賞受賞者の開高健さんの物語です。鳥井家は阪急宝塚線の雲雀丘に住み、雲雀丘学園を創立され、ご長男の鳥井吉太郎さんは阪急電鉄創業者の小林一三さんの娘さんとお結婚されています。私が子供の頃は、宝塚側から雲雀丘駅の次が花屋敷駅その次が能勢口駅そして池田駅でした。小林家は池田にありました。佐治敬三さんは池田師範学校の附属小学校 (今の教育大付属池田) に通い、池田駅の次の石橋駅にあった旧制の府立浪速高等学校に尋常科から通われました。そして当時の大阪帝国大学に入学されます。長々とこの説明するのは私の父が佐治敬三さんと同じ世代で浪高尋常科・浪高・阪大と同窓であり、私は池田に生まれて学芸大付属池田 (今の教育大付属) から阪大に進んだので、少なからぬ縁を感じるからです。

さて、私が鳥井信治郎氏を特にすばらしいと感じるのは、何百年もの間もっぱら清酒を嗜んできた日本人に、テイストも風味もまるで異なるウイスキーなる飲み物を教えて普及させ、そしてビジネス化に成功されたからです。当時、だれもウイスキーを欲してはいなかったはずで、それが、都会から場末まで日本中にトリス・バーが並び、若者から年寄りまで角瓶とオールドで巷の夜を楽しむという文化を創ったのです。

ラマン顕微鏡も、こんな風に普及すればいいなと憧れます。光学顕微鏡、顕微赤外装置、そして電子顕微鏡に満足していた世界の人たちにはじめてラマン顕微鏡を発表して、12年が経ちました。「ラマン顕微鏡のマーケットは大きくない。ニッチ産業だ。値段が高すぎる」と、言われ



続けてきました。いまでこそライバルに脅かされてるようになってきましたが、まだまだ広く普及しているとはとても言えません。X線CTが発明された1980年頃、CTメーカーの人たちはお医者さんたちに「断層写真など要らない。これまでのX線撮影装置で十分だ」と言われました。しかしその後CTスキャナーはあっという間に世界中の病院に普及しました。普及に至るまでのメーカーや商社の営業と宣伝の努力・能力とそのための資金も大きかったのだらうと思います。ラマン顕微鏡もCTスキャナーやサントリー・ウイスキーのようにになりたいものです。サントリーのビールへのこだわりにも圧倒されます。何十年、何世代かかっても諦めることなくついに業界の中で確固たる地位を占めるまでに至ったのは、個性と品質への強いこだわりと思入れの結果なのでしょう。そしてこれを実現することができたのは、50年のビール・ビジネスへの思いと支える経営能力と経営努力があったからなのだらうと思います。たった14年の歴史のナノフoton社が、この二つの小説から学ぶことはとても大きいと思います。

2017年10月1日

『Google Mapsの正しい使い方』

Google Mapによれば、ナノフォトン大阪にあるR&Dセンターからナノフォトン東京ショールームまで、今なら所要時間が3時間44分です。ルートは、阪大本部前まで歩いてそこからバスでJR茨木駅。京都まで快速に乗って、新幹線で品川駅下車。品川からは山手線で新橋。そこから10分歩いて、東京ショールームに着きます。時刻表も要らず、ルートに悩む必要もありません。最短時間、最短距離です。もっとゆっくりと旅がしたいときは、「ゆっくり」と「旅」をGoogleに打ち込むと、たくさんのページがヒットします。このときもGoogleが答えを見つけてくれます。自由が足りない気がします。私の生きる道筋がGoogleに管理されているかのようです。便利ですが、自らの力で発見や発明を生みだすことができないのです。思考や思索に欠如して、工夫や努力をする力がなくなってしまいました。そういえば、最近、漢字もすぐに出てこなくなってきました。暗算も下手になりました。平成と西暦の換算もできません。

私は、Google Mapsに従わずにあえて遠回りしたり、裏通りを歩きます。iPhoneの画面ばかりを見て歩いていると、街並みや人々の表情や季節の変化を見逃します。もっと、気まぐれに街を歩きたいのです。そうしたら、

日々新しい発見があります。これまで人通りのなかった路地が混雑していたら、人気のお店がオープンしたのかもしれない。あるいは、何か事件が起きたのかもしれない。雨が降ると、人の流れが変わります。雨に濡れないルートがあるのでしょうか。Google Mapsから解放されると、いろんな発見や経験ができます。横道にそれたり遠回りをしましょう。それでも最後には、Google Mapsが目的地へ案内してくれます。安心して経路の選択に失敗しましょう。これが私の正しいGoogle Mapsの使い方です。

Google ScholarやWeb of Scienceは引用件数の多い順に論文を教えてください。それらに従って論文を読んでいたら他の研究者と同じ道を歩いていることになり。あなただけのお気に入りの論文を発見することができます。わざと引用件数の少ない論文を読みましよう。引用件数の少ない論文は、他の人がその論文の魅力に気づいていないからかもしれません。本当に優れた科学者の研究は、一般の科学者にははるか先進的過ぎて、すぐに評価されないことがあります。引用件数やインパクトファクターに頼って雑誌を選んだり論文を選んでいると、画期的な発見のチャンスを逃します。10年、20年経つうちに引用件数が増えて、その論文も著者も有名になるかもしれません。引用件数や雑誌名で最新の論文を読むことは、Google Mapsの指示通りに道を歩くようなことです。最短距離を教えてくださいではなく、自分の気の向くまま遠回りをして失敗したり間違えたりして進むことは、「ひと」が生きているということの証です。ナノフォトンの経営でも失敗や間違いや遠回りを経験します。でも、そのことが新しい発見や発明を生むのです。失敗や間違いや遠回りは、ひとの成長にとって必要なプロセスなんです。失敗はまさに成功の母です。会社も「ひと」と同じです。生きて成長を続けます。

2018年1月9日

『ロバート・フック:ニュートンに消された男』

中学の理科の教科書に、「フックの法則」というのが出てきます。バネを引っ張る力とバネの伸びる長さが比例するという法則です。この発見で有名なロバート・フックは、このほかにも、気圧を測定したり真空ポンプを作製しています。しかし彼のもっと重要な力学や光学における貢献を、私たちは学校で学びませんでした。それは遙か昔からのことのように。フックが考案したり発明した様々な装置はおろか、彼自身の肖像画すらこの世に残っていないのです。どうして？

中島秀人さんは、ニュートンがフックを歴史から消したのかもしれないと言います(『ロバートフック:ニュートンに消された男』朝日新聞社、1996)。ニュートンは他人との関係で極めて難しい人であつたらしく、年上で有名だったフックには対しては特に攻撃的(お互いですが)であつたそうです。ダンブ라운の『ダ・ヴィンチ・コード』(2003)では、ニュートンはフリーメーソンの中心メンバーであり、秘密結社シオン修道会の総長でした。ニュートンは学問にだけ熱中していると思いがちですが、そのイメージとはまるで違っていたようです。

虫や鉱物や雪の結晶などを顕微鏡で観察して精密にスケッチしたことで有名なフックは、このフックと同一人物です。『ミクログラフィア』(1665年)の著者です。この本の中で、彼は顕微鏡でコルクのハニカム構造の要素を『cell』と呼んでいます。フックは細胞(植物)をcellと名付けた人でもあります。この本では、毛細管現象や気圧の測定や、さらには『引力』の法則についても述べています。フックより7歳年下であったニュートンは、学生の時にこの本を読んで学んだとのこと。そうです、ニュートンよりも先にフックが万有引力を発表しているのです。有名な「ニュートン・リング」についても、『ミクログラフィア』に2枚のガラスの隙間が虹を生み出すことが示されています。光の粒子性をとったニュートンに対して、フックは光は波動であるとの立場でした。白雲母の薄膜の虹などを観

察しており、波の干渉効果を理解していたのでしょうか。

ニュートンが考案したとされる反射望遠鏡に対して、フックは批判的だったとのこと。彼はガラスレンズからなる屈折望遠鏡の方が反射望遠鏡より優れていると考えていました。反射望遠鏡には色収差と球面収差はないのですが、金属に曇りが生じます。屈折率分散の異なる材料を2種類を使えば屈折系(透過型)でも色収差は補正できるので、透過型の方が優れているのです。実際、顕微鏡対物のほとんどすべては多数のレンズ群から成る屈折光学系です。一方、望遠鏡では鏡筒長が短い反射型が多く使われます。

私たち光科学者のパイブルとも言える『光学』をニュートンが出版したのは、ロバート・フックが亡くなった翌年のことです。それまで待ったのでしょうか。メンデルも同世代に活躍したダーウインの「進化論」の陰に隠れて「遺伝の法則」が評価されることはありませんでした。評価されたのは、本人が亡くなってずっと先のこと(たしか、渡辺政隆『一粒の柿の種』岩波書店、2008)。

さて、ナノフォトン社の話です。このたびナノフォトン社は深紫外・紫外用の顕微鏡対物レンズ「sumilé」を設計製作し、販売を始めました。この対物レンズは深紫外のみならず近赤外までの広い帯域をカバーします。高NAで高い透過率を持つ深紫外対物レンズはこれまで世の中に在していなかったため、お客様に好評です。ただ値段が高くてごめんなさい。そして、この対物は反射対物です。ニュートン式ではなくカセグラン式です。もしフックが生きていたら、ナノフォトンのこの反射対物を褒めてくれたでしょうか？

2018年9月29日

註:この原稿の元となった中島秀人氏の本『ロバートフック:ニュートンに消された男』は、お薦めです。ダビンチ・コードについては、私自身が2004年6月の今月のメッセージに「ダ・ビンチ」というタイトルで書いています。



『Genovaの橋』

今年最後の海外出張は、北イタリアのジェノバでのラマン顕微鏡の講演でした。ジェノバはイタリアの国立研究所がある町ですが、それよりもアメリカ大陸発見のコロンブスが生まれた町として知られています。ジェノバ港はイタリア最大の貿易港です。地中海に面した崖っぷちの山岩を削って何世紀も掛けてできあがった立体的な街並みは美しく、私の最も好きな街の一つです。歩くには急ぎすぎる坂道や建物の上を通る陸橋やトンネルが複雑に交差し、道路の途中にはエレベーターまであります。しかも、観光客が少ないのがいいですね。

そのジェノバで今年の8月、高さ50メートルのつり橋が崩壊しました。フランスとイタリアをつなぐ高速道路の途中の高架橋で、私がジェノバに来たときにはいつも通る道です。山の中腹のトンネルから出ると、いきなりこの橋からの絶景が現れます。それが突然に崩れ落ちて、数十台の車が落下して43人が亡くなりました。日本でもテレビで大きなニュースになりました。国立研究所の友人によれば、潮風にさらされてコンクリート鋼材の腐食が進んでいたそうです。優れたデザインだけでも構造は脆弱だとも言われていたそうです。危険性が指摘されていたにもかかわらず、イタリアは財政危機で予算が足りず、政権は不安定で、鉄橋の下に住む人たちは補強工事の騒音を嫌い、補強工事が間に合わないままに崩壊してしまいました。その後は政治化してしまって、復旧工事は始まっていません。

橋やビル、トンネル、堤防などに突然に崩壊が起きることは、完璧には防ぎ得ないことです。そのとき大切なことは、トラブルから逃げ出したり責任を押しつけあったり非難の応酬をするのではなく、立場の違う人々が互いに補い合い協力しあって問題を解決することだと思います。



ナノフoton社は今年になって売上げが急増し、営業も製造もサービスも限界を超える忙しさです。そうすると、売上げ台数の増加に応じて出荷前・出荷時のトラブルも増えます。仮にトラブルが起きたとしても、ナノフoton社では社員みんなが互いに補い合って協力しあって、問題解決をしていきたいと思っています。

ナノフotonの近くにある大阪・箕面の瀧道が、先日ようやく復旧しました。昨年の秋の台風21号で土砂崩れなどの大きな被害を受け、さらに今年の秋の大地震とその後の台風による被害を受けて1年以上不通でした。滝道から見る渓谷や瀧安寺の堂宇には今も災害の傷跡が深く残されており、災害当時の木々と野生の動物と人々の恐怖を覚えます。

今年一年は、世界中で記録的な災害や多くの紛争がありました。人の知恵とはこんな時にこそ問題解決に向けて発揮されるべきだろうと思います。今年も一年、ナノフotonをご支援いただきありがとうございました。

2018年12月27日

『学会発表』

春の応物学会の講演会の一般講演のセッションで、新しい研究成果を発表しました。「モンテカルロ顕微鏡」というタイトルです。プログラムを見た方々に「定年退職されたのに、まだ学会発表されるのですか？」と驚かされていました。科学に定年も年齢は関係ない、と思っています。若い人には体力があり、年長者は過去の成功体験、失敗体験に囚われがちだといわれます。でも、私はひとそれぞれだろうと思っています。若くても古い概念に囚われるひともいれば、年長でも柔軟な発想を持つひともいます。若手に研究支援をするべきだとか、65歳になると後進に道を譲るべきだという考えは、偏見から来る差別ではないかと思っています。人それぞれで生き方が違って構わないのではないでしょうか？黒人は犯罪を犯すから白人と同じ電車に乗ってはいけない、男は痴漢をするから女性専用車両に乗ってはいけない、有名な科学者は無名人よりも優れた成果を発表する、そんなことはありません。

ん。学会とは、年齢や地位に関係なくそれぞれが新しい発見や発明、成果を発表して、みんなと共有する場だと思います。国の競争的研究費の助成も、応募者の年齢や所属、出身、性別、地位とは関係なく、純粋に科学的見地からのみ審査されてほしいと願います。チャールズ・ベダーセンさんのノーベル化学賞受賞となったクラウンエーテルの発見は若い頃の成果ではなく、彼が57歳の頃の成果（63歳の時に論文発表）です。さらに彼は博士号を持たない科学者でした。かつ日系人（母親が日本人）でした。

私も年齢とは関係なくこれからも科学を楽しみ、会社では独創的な製品を開発したいと思っています。ナノフotonは国際的知名度も資金も歴史も足りない弱小会社ですが、これからも世界初、世界唯一のラマン顕微鏡製品の開発を続けて、市場に評価、信頼していただけるよう努力していきます。ご支援をよろしく願います。

2019年5月

『実と虚』

新年明けましておめでとうございます。

いま、世界は「オンライン」と「バーチャル」の時代に突入したと言われます。人々は、デパートやショッピングモールに買い物に行かなくなりました。オンラインでバーチャルにショッピングをします。仕事も、オフィスに出社することなく自宅リモートワークします。打ち合わせも画面越しにzoomで行い、セミナーも講演会もwebinarでオンライン参加します。年末のサザンのカウントダウンも、観客ゼロの横浜アリーナからのオンライン・ライブでした。夜の集まりはオンライン飲み会、友達との会話もLINE、社内打ち合わせもSlack、友達作りもネットアプリを使い、まるでSF映画です。バーチャル（仮想）空間とリアル（実）空間の境目が定かなくなりつつあるようです。

でも、騙されてはいけません。バーチャル空間での食事はお腹一杯にはなりません。リアルに、ご馳走を食べましょう。バー

チャル空間ではトイレもできません。バーチャル空間から子供が生まれることもありません。バーチャルに慣れすぎではいけません。人の営みはリアルな実空間で行われるものです。Uber EatsもAmazonでの買い物も、配達された現物（リアル）の商品はしっかりと見て触って嗅いでみましょう。パンフレットやアプリでみる写真は本物（リアル）ではないのです。レーザーラマン顕微鏡も、本物の現物を見てください。リアルなサンプルをリアルなラマン顕微鏡でもってリアルに測定してみてください。それを体験していただくために、ナノフoton社は2020年12月22日に、ショールームを大阪に新設いたしました。そこには、ナノフoton社のすべての製品とデバイスが用意されています。是非新しいショールームで本物（リアル）をお楽しみください。バーチャルな時代にこそリアルな製品作りをするナノフoton、今年もご支援をお願い申し上げます。

2021年1月1日

『科学エントロピー』

最近、都会にも地方にも空き家が急増しています。主のいない家の中は荒廃し、庭は樹木が生い茂り雑草が生え、まさにゴミ屋敷です。このような「乱雑な状態」の量を示す値は熱・統計力学の世界でエントロピーで定義されます。家も庭も放っておけばエントロピーは増大します。エントロピーを減少させるためには、外部エネルギー（管理人と修繕業者や植木屋さん）が必要です。私たちの住む地球はジャングルから砂漠、海、河、山、平地まで多彩・多様な生態系があり、多種多様なバクテリア、昆虫、魚、哺乳類、草花、樹木などの生命体が共生しています。すなわちエントロピーが非常に大きいと言えます。それでも、地球は決して乱雑ではなく、秩序を持った青く美しい惑星として生き続けています。何が秩序をもたらしたエントロピーを制御されているのでしょうか。それは太陽から降り注ぐ光エネルギーなのか、それとも神が与えるエネルギーなのでしょう？

ところで私は、最近、科学の世界に多様性が失われてきて、エントロピーが減少してきたように感じています。科学者が互いに似通ったキーワードで似た研究を始めたように見えます。これは日本だけではなく、グローバルな傾向だと思います。Walter Issacsonの最新作「Code Breaker」はバイオテクノロジーの最近10-20年のトレンドである遺伝子工学における、科学者達の嘘と騙し合いと競争によるサイエンスとビジネスの優先権争いの物語です。私が憧れた世界とは違う方向に科学が移り始めたことを示唆しています。私も30年以上前に同様の状況に巻き込まれていたように思います。もし科学者達が個性と多様性を失って同じ研究テーマで競争を始めたなら、科学エントロピーは減少します。遺伝子の構造を解明し遺伝子操作機能を手に入れることができたのは素晴らしいことですが、独創性を産むべき科学エントロピーは増加していないような気がするのです。

今年1月5日のネイチャー誌に、1945年から2010年の間に発表された全論文と特許を調べたところ、disruptive（破壊的と言うより不連続と訳す方がいいと思います）な発明・発見は1945年と比べて91%以上減少したと報告されています。その一因として分野の細分化が指摘されていますが、細分化が

disruptivenessを減少させるとは限りません。むしろ細分化は逆にエントロピーを増大させてくれるかもしれません。私はその主因は、インターネットとインパクトファクター至上主義にあると考えます [Kawata, President's Message, Optics & Photonics News, 2022年3月号巻頭言]。それらは特にここ10-20年に科学界を激変させてきた外部エネルギーです。インターネットのお陰で世界中どこにいても同時に同じ情報を得ることができるようになりました。その情報源はインパクトファクター（研究成果が2年以内に他の論文に引用された率）の高い雑誌とテーマに集中します。その結果、世界中の研究者のほとんどの人が一瞬に同じ情報の洪水に溺れてしまい、科学エントロピーが減少します。この状況を打破するには、ひとり流行に背を向けて妄説を唱える科学者の存在が必要です。彼らはいつの時代も一定の少数しかおらず、その時代の科学者の総数には比例しません。産業の世界でも流行に背を向けて新たなビジネスを生み出す人達、ベンチャー起業家、アントレプレナー達が必要です。世の中がベンチャーブームになってスタートアップの数が増えても、真のアントレプレナーの人数は少ないだろうと思います。科学者の会社「ナノフoton」は、常にアントレプレナーでありたいと思います。そのためには既に発明してきた技術や製品に満足することなく、常にdisruptive に、市場が予測できないような変な製品、不思議なデバイス、サービスを開発し続けたいと思います。それがナノフotonが社会に貢献するための存在意義であり、ナノフotonの個性だと思います。

2023年5月15日

注：この小論で使った「科学エントロピー」という用語は私の造語です。エントロピーとはもともと熱・統計力学において定義されていた値であり、情報理論においても使われてきました。私自身、1980年代にスペクトルや画像データのエントロピーを最小化したり最大化することによって回折限界を超えた超解像法や未知成分を発見する分析原理を提案して、論文を書いてきました (Applied Optics 1983, J. Opt. Soc. A 1989など)。そして、ナノフotonの最新の製品「RAMANwalk」の基本原理解にも、エントロピーの概念を活用しました。(精密工学会誌 2021, Proc. SPIE 11098, 2019など)

『いつも学生が活躍する会社』

6月16日にナノフotonで働くアルバイト・インターン学生向けに「起業と株式会社とナノフoton」の勉強会を本社ショールームで行いました。私が話題提供をし、学生たちからはたくさんの質問がありました。

ナノフotonではいま、8人の学生インターン・アルバイト生が働いています。これまでも大勢の学生がナノフotonで働いてくれました。分野は応用物理学、精密工学、ビジネス・エンジニアリング、情報科学、外国語学、かつては機械工学や電気電子、マテリアル、生命機能などまさにdiverseしています。卒業後あるいは博士取得後もそのまま残って、ナノフotonに就職した学生も大勢います。なぜ彼らは大企業に行かずこんな弱小企業に入ってくれたのでしょうか？大企業では新入社員はそれぞれ社内の各部署に配属されて、そこで歯車のひとつになります。ナノフotonでは社員はとりあえずどこかの部署に属するものの、その部署は自分ひとりだけであることが多く、責任重大です。指示通り動くことやチームプレーが苦手で、自ら考えて企画して行動することを好む人には、中小企業やスタートアップは能力を発揮しやすいだろうと思います。社員数が少ないので、経営陣や他部門の人とも日常的に議論できるので、会社全体が見渡せます。博士（あるいは博士中退）はいま大企業にはあまり歓迎

されていないようですが、ナノフotonのような最先端科学を駆使するスタートアップには向いていると思います。ナノフotonは2年半前に阪大の吹田キャンパスから箕面船場の街に出ましたが、その場所は新しくオープンした箕面キャンパスの向かいで吹田キャンパスからも自転車で通える距離です。スタートアップはいつまでも学生や研究者との交流が大切です。シリコンバレーのベンチャー企業も大学発と言うよりは、大学の学生や出身者と一緒に街と文化を育てていると言えます。だから巨大グローバル企業になってもシリコンバレーから離れません。私達もシリコンバレーならぬフォトニクスヒルズの1号企業として、この地に根を下ろしていきたいと思っています。

ベンチャーが世界を支えるこれからの時代には、就職とは自分で会社を興すことになるだろうと思います。そのためには学生はまず、ベンチャー企業の事業はもちろん、経営、財務、HRなどを学ぶことが必要です。学生アルバイト・インターンとの交流会ではこのようなことをお話ししていこうと思っています。次回は8月30日です。これまでナノフotonに來られたことのない学生やポストドク、若手教員の方々の参加も歓迎します。

2023年7月23日



Employees and Executives

社員・役員紹介

社員メッセージ

取締役 藤原健吾×小林実 インタビュー

取締役 キム・ヒョジン インタビュー



足立 真理子 Adachi, Mariko 2014年入社

ナノフotonは20歳、大人のスタートを切ったところです。
私が出会った頃のナノフotonは小学生でした。全員がマネージャーで、プレイヤーで、体も心も忙しすぎて大変だったけど、やる気に満ち溢れていて、やればやるだけ実を結んで、世界が広がって、これがベンチャー企業の魅力だと感じました。
今、ナノフotonは次のステージに立っています。自由な子供時代と違い、大人の責任や事情があり、大きな取捨選択も必要です。その分、可能性は無限大です。これから切り開いていく未来と一緒に駆け上がっていきたいと思います。



01

井口 真二 Iguchi, Shinji 2022年入社

築城10年落成1日、危機感のないところに緊張感は生まれないといわれます。まして緊張感のないところに企業のリズム感、成長は生まれません。
私の使命は、環境変化の激しい時代に生きているのだと認識し、次世代に誇れる我が社を創造する一翼を担うことだと思っています。企業の平均寿命が20年と言われる中で、今後さらに30年、40年と続く会社となる為に、より一層、新しい技術の開発、品質の高い製品の販売、お客様に喜んでもらえるサービスを提供する事が出来るよう、思いを新たにしています。



03

02



青木 克仁 Aoki, Katsuyoshi 2019年入社

ナノフotonのラマン顕微鏡は、高性能な分値段も高いですが、様々な試料を測定すると面白い結果を色々見せてくれます。最高性能の製品では、製品やサービスの「品質」も最高である必要があります。いくら高性能でも、すぐに壊れてしまえば信頼を失います。今のナノフotonには、更に高品質を目指す余地が十分にあると思います。
私がナノフotonに入社して最も印象に残っていることは、ある代理店の営業担当者が「お客さんをたくさん喜ばせないと！」と常に言っていたことです。これは、企業で働く人や商売をする人の最も基本的な心構えではないかと思います。私は、これまで以上にお客様を喜ばせることができるように努力したいと思います。

04



井上 理恵 Inoue, Rie 2021年入社

創立20周年おめでとうございます!!
この大きな節目の年に、ナノフotonの社員の一人であることを誇りに思います。私は、ちょうど阪大のフォトニクスセンターから箕面船場への移転時期に入社しました。皆が移転準備に奮闘していた光景が、ついこの間のように感じられます。
あれからもうすぐ3年、まだまだ至らない点多々あるとは存じますが、次の10年に繋がるようサポートしていきますので、今後とも宜しくお願い致します。



Kim, Taehyun 2020年入社

For two years after joining, I could not meet the Nanophoton members due to COVID-19. I was finally able to visit the headquarters in June last year, and it was new to meet each member who had only interacted online. There will be many meetings in the future, but the first meeting, the first company dinner, will be memorable for a long time. I have sometimes heard or seen Japanese artisan spirit. I think I'm realizing what the artisan spirit is while working at Nanophoton. I'm proud of our Raman equipment, and I think I can tell anyone that it's the best technology in the world. Because I'm feeling it myself. Our technology and our members are saying that. I have no doubt that with this spirit in the future, we will be able to be together for 50 years and 100 years.



05

源 泰寛 Minamoto, Taikan 2022年入社

ナノフotonとのお付き合いはリーマンショック後、私が競合外資系企業のゼネラルマネージャーを務めていたころに遡ります。母校発のベンチャー企業ということもあり社員の方々とは意見交換等を積極的に行っていました。

それから約10年、ナノフotonに直接関わることとなり、驚きの連続でした。何よりも想像していた以上に技術力が圧倒的であり、それを支える超個性的な技術陣には開発したいテーマがあふれていて、熱く語る姿は業務が細分化された大企業ではあまり見られない光景でした。よし、この創造力を市場のシーズ・ニーズと繋げよう！



07

06



画:中村 直子

神津 知己 Kozu, Tomomi 2020年入社

20年前、自分は何をしていたのだろう。

社会人として仕事はしていたのだろうが、具体的に何をしていたかは直ぐには思い出せない。

それ程に長い時間です。

20年、継続、生き抜く事はすごいことです。

20周年おめでとうございます。

08



中村 直子 Nakamura, Naoko 2004年入社

ナノフotonと19年間をともに過ごしてまいりました。

入社の際は1台売れるたびに「嫁入りのお祝い」と称して納品後に祝杯をあげていました。製造メンバーもほかのスタッフも一丸となって製作にあたり、全員がやり切った感を隠せないほど喜んでいて、生み出す製品への愛着を強く感じました。

そんなナノフotonですが、何度もピンチがあり、もう終わりかなと感じることも多々ありました。そんな時に限って神風が吹き、会社は持ちこたえるのです。それどころか、数々の逆境をものともせずさらに進化を遂げ、海外にも拠点を置くほどの会社になりました。今思えば、会長にはこの未来が見えていたのかもしれないね。



奥谷 顕 Okutani, Akira 2022年入社

私はサービスエンジニアとしてナノフotonに入社しました。取り扱う装置はコンパクトでありながらも各要素が絡み合って注意すべき点が多く、これをお客様の元で整備するのは大変な仕事になるぞ、という印象を持ちました。実際やってみると確かに大変ですが、装置に精通している人たちの助けもあり何とか仕事をこなせています。

ナノフotonが次の20年を生き残るためにも、会社としてさらに発展し、お客様に喜んでもらえるような製品を世に生み出し続けなければなりません。その実現に少しでも役に立てるよう今後も精進していく所存です。



09

齋藤 広大 Saitoh, Kohta 2018年入社

「このプロジェクトの目的は製品化で、すごい論文を書くことではないんだ。だから任期後は企業に行くことになるかもしれない。それでも良いかい？」2014年に大阪大学の研究員の面接で、河田先生から言われた言葉です。その企業がナノフotonになるとは思いませんでしたが、3年間の共同研究を経て入社し、5年半になります。その間、製造の外部委託やオフィス移転もありましたが、当社の強みはこうした変化に社員が柔軟に対応できることだと感じています。これは大学発企業として、挑戦を恐れないマインドが根付いているからに他なりません。20年は節目ですが、このマインドは忘れず、より良い企業に成長するよう尽力したいと思います。



11

10



織田 祐真 Orita, Yuma 2020年入社

私は技術メンバーの一員として従事していますが、その中で強く思うことがあります。それはナノフotonの技術メンバーは、各々の専門を越えて、ものづくりがとても好きだということです。

私はソフトウェア開発に従事していますが、ソフトウェアに関する事柄をソフトウェア以外の人に相談しても、いつも有用な回答をいただけます。

また、私が興味をもって、ハードウェアやエレクトロニクスに関わっている人に質問しても、丁寧に答えていただけます。私は、製品を作るうえで専門以外の部分の知識を持つことが大切だと考えているので、この風潮が続いていけばいいなと思っています。

12



下出 愛 Shimode, Ai 2020年入社

ナノフotonが誕生した2003年、私は河田教授の秘書でした。その頃の河田先生は阪大応物に大所帯の研究室を持ち熱い学生指導をこなし、更には理研にも研究室を構え、毎週大阪と和光のラボ移動をこなされていました。

この頃、阪大に情報科学研究科と生命機能研究科が発足されて両科の教授も兼任、加えてフロンティア研究機構の機構長の肩書きもありました。既にご立派に5人分くらいの職を抱えておられたのですが、ある時「会社をつくる」とおっしゃいました。その会社が現在のナノフotonです。

会社も会長も私ともに20年の歴史を刻みました。この先10年、また20年、足並みを揃えて歩んで参りたいと思います。

Shin, Hyekyung 2016年入社

Since 2016, when the Nanopoton Korea branch was established and I was able to join Nanophoton, we have been trying to promote to make many people know us. We have been inviting customers to the showroom and holding offline & online seminars despite COVID-19. In the Raman analysis market, people have been interested in our unique functions and we're known for the convenience and superior performance. In addition, I'm confident that good teamwork is the most valuable asset in Nanophoton. Good internal communication with each other is helpful in finding solutions more easily and popping up many ideas. Nanophoton members have been exchanging their thinking and developing the system with creative methods. These strong points of Nanophoton will make a great future in the rapidly changing global business.



13

鳥羽 信根 Toba, Nobune 2019年入社

大阪大学工学研究科で研究科長秘書として勤務していた頃に会長とご縁があり、2019年よりナノフotonに迎え入れていただきました。

入社後は、これまでの秘書業務の他、管理部門として総務関係や経理関係全般の多岐に渡る業務に携わらせていただいております。今後も様々な業務にチャレンジして、幅広い知識を身につけたいと思います。

先人の方々のご尽力への感謝を忘れず、世界に羽ばたくナノフotonが更にパワーアップして次のステージに進めるよう、これからも微力ながら貢献したいと思います。



15

14



塩崎 祐介 Shiozaki, Yusuke 2014年入社

ナノフotonに入社してから10年間で様々な業務に携わり多くのことを経験しました。アプリケーションではラマン分光法の測定・解析方法を学び、営業では1台1台の販売の重みを知りました。製造を通じて装置全体を理解し、サービスではユーザーの期待や不満にも触れました。現在は製造の責任者という立場ですが、ソフトウェア(測定・解析機能)の開発にも取り組んでいます。5,6年前にソフトウェア開発を行っていた頃には解決できなかった課題が、現在では解決できそうとすることがいくつかあります。これまでの経験が生きているのかもしれませんが、これからは、新しい機能や製品を作り、少しでもラマン分光分析の常識を変えていきたいと思っています。

16



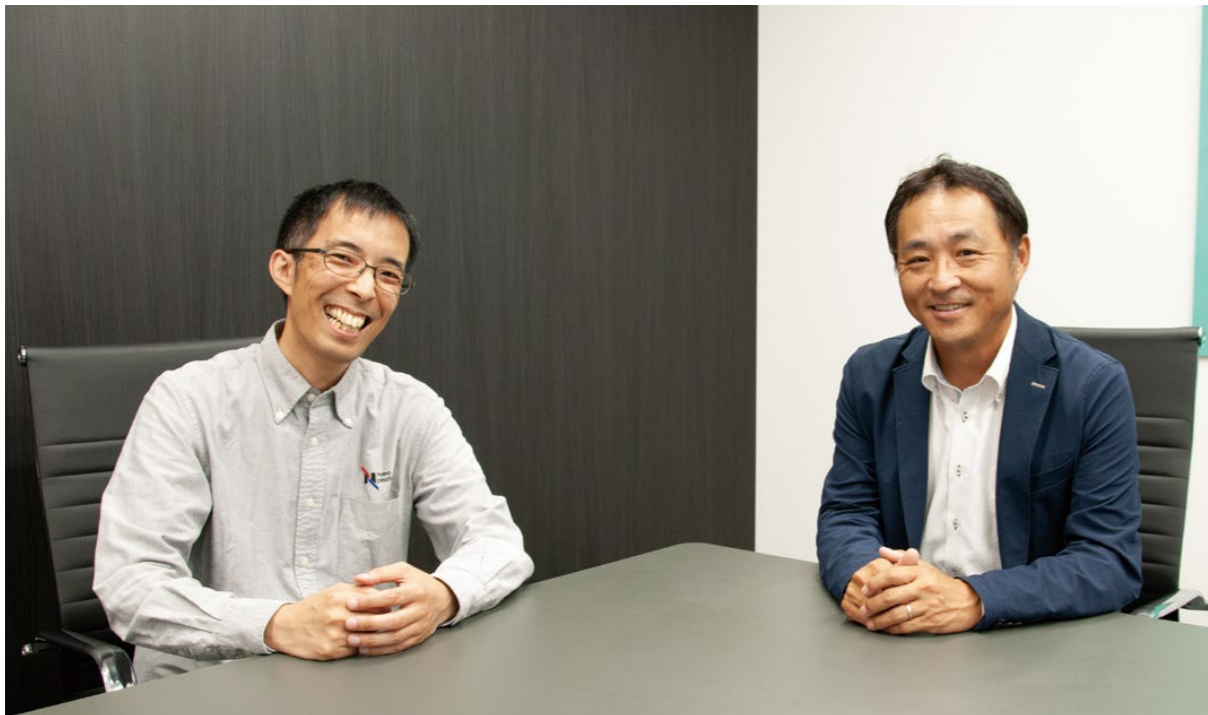
渡邊 裕幸 Watanabe, Hiroyuki 2023年入社

ナノフotonが産声を上げた2003年、私は河田研究室の社会人博士コースでした。“最先端の分光機器を世の中に”という設立時の熱い思いを感じていたことを強く思い出します。

昨年より再びナノフotonと関わることになり、その間、材料やバイオの研究者にナノフotonのブランドが浸透してきたことを実感します。一方で、分析を専門としない品質評価や工程管理の現場に広げていくにはまだ道半ばだと感じます。そのためには、壊れにくくより使いやすく、そして安定した性能を出す、言わば当たり前前の機器を提供していくことが肝心です。もちろん、ディープテックとして最先端の機器をという唯一無二の精神を尊重することはいうまでもありません。

取締役 藤原 健吾 × 小林 実 インタビュー

理系集団、ナノフォトンで生きる



取締役 小林 実

取締役専務 藤原 健吾

取締役の二人に、インタビューをしました。藤原取締役は2011年に途中入社、経済学部卒でMBA、小林取締役は阪大応用物理で学位を取り、ナノフォトンにポスドクとして入社し、社員を経て取締役にられました。ナノフォトンという会社についてどう感じているか尋ねました。

— 藤原さん、ナノフォトン入社以前は別の会社にいましたよね。

(藤原) ナノフォトンに入って違いを一番感じたのは、他と同じことをしない、ということです。普通は、うまくいっている会社があれば、そこを真似すると思うん

ですけれども、ナノフォンは違う。むしろ、「真似はするな、違うやり方を考えろ」と言われる。自分たちでないとできないことに集中しなさい、と叩き込まれました。

— 小林さんは、最初の会社がナノフォトンですね。入社した時、どう感じましたか？

(小林) レベルの高い人が集まっていると感じますね。自分で動機付けができていない人が集まっていると思います。それは、今でも変わっていないですね。

(藤原) 私もそう思います。それぞれがすごいレベルのことをやっているんですが、それをみな普通だと思って、そしておごらない。できて当然、みたいな雰囲気がありますね。だからこんな少ない人数でも成り立っているのかなって思います。

— ナノフォンは社員も役員ほとんどが理系出身で、エンジニア系で、しかも博士保有者の集団ですね。これは普通ではない。藤原さんはただ一人の文系でおられたわけですよね？

(藤原) 正直、怖いと感じましたね(笑)。自分は、技術の知識を全くもっていないド文系の人間。その人間がどうやってこの会社で生き抜いていくのか、色々考えましたよね。

— 入る時からそのことを覚悟していましたか？

(藤原) いや、当時の中原社長(東大・航空宇宙出身、博士)と話をして、徐々に覚悟を決めていった感じで



す。みなが最先端の技術を分かっている会社ですから、私がそっちに追いつくのは無理。逆振りで自分しかできないことをやってみよう、と考えました。

— 小林さんはほかの多くと同じ理系博士ですね。

(小林) 営業に行ったり、お客様からのリクエストを直接聞いたり、展示会に行ったりして、大企業の研究開発の人には経験できないことをさせてもらいました。それはナノフォトンにいたからできたことで、楽しいと思いました。もともと大企業に入らなかった理由は、いろんなことができる環境で働きたいという思いからでした。一方、理系の人ばかりの会社だったので、立ち上げの時期などで営業について知らなくて、ちょっと遠回りしたかなと思います。

それから、技術者、特に博士は同じものばかりをたくさん作ることは楽しくない。みな、特注好きです。



— 取締役として会社の経営、たとえばキャッシュをどう回すか、銀行から借りるか投資を受けるかなどは、技術系としても見えていたのですか、あるいは学んでいったのでしょうか？

(小林) 決算書の読み方や、帳簿の付け方などの基本的ことは教えてもらいました。

(藤原) 経営や管理などの文系人数が圧倒的に少ないです。ただ、技術の人も会社の状況に触れることができる規模ですから、自分の開発や製造にだけ専念すればいいという状況になりません。

月に1回、会長主催の「ナノフォンの夕べ」という社員と役員による意見交換会をやっています。また、dropbox上で定期会議や緊急会議の議事録を共有し、また「会長アップデート」という社内レターをslack上でアップしています。自分のいる会社がどういう状況かということ、詳細まで常に知ることができます。そんな会社は多分珍しいんじゃないでしょうか。

— これからの20年について。今のこの会社の仕組みをどう変えていきたいと思っておられますか。

(藤原) もう少し全体の人数が増える形であったとしても、今の形態（研究開発型）は維持していくべきと考えます。ナノフォトンが存在し続けている理由は、新しいものを発案して製品化し、そこから市場を創出して、競争していくという形をとっているからです。それが変わると、どの会社でも作れるものを作る会社になってしまい、もうそれはナノフォトンではない。

ただ、次の20年、世界で戦っていくステージに上がっていくためには、管理のあり方や、仕組み、ルールなどをもっとブラッシュアップしないとイケない。

(小林) 私も会社の形態は変わらないと思います。製造を外部に委託し、販売は代理店との協業を進め、ナノフォンは企画、研究開発、品質管理、アプリ開発を中心に進める。自然と理系の人が多い会社が維持されます。

— 資本政策はこれからの20年で変わっていく？

(小林) 私は、どこかで投資が必要になると思っています。特に海外に進出するためには必要です。2016年に海外進出のための投資を受けましたが、全く足りなかった。アメリカに進出するためには、代理店だけではうまくいきません。現地に拠点があって、サービス体制が整っていて…とかを考えると相当規模の資金が必要。そのためには投資を受ける必要があるように思います。

(藤原) 私も同じ意見です。また次のステップに行く時に人材への投資も必要と思います。

— 最後に、ナノフォトンに参画するにあたって、ご家族の方はどう感じられていたのでしょうか？

(藤原) 最初、妻はやっぱり知らない会社ということに不安があったと思います。本当に大丈夫なのか、と。ただ、私が次のステージとしてやりたいと説明する中で、お陰様で今は理解してもらっているはず（笑）。先日、20周年の話をしたんですけれども、すごく喜んでくれました。20周年記念パーティーで今のナノフォトンを見てもらえることが、ひとつ恩返しになるのかな、と私は思っています。

(小林) 両親からずっと、自分で道を選びなさいと言われてきました。自分で選んだ道でないと、頑張れないとも言われました。ベンチャーだからどうこうとは言われたことがないですね。妻とはそのような話をしたことがないんですが、もともと大学院生の収入のない人と結婚してくれるような人なので、むしろ何かあったら私が食べさせるわと言って、しっかりとサポートしてもらい感謝しています（笑）。

— とてもいい話でまとまりました。ありがとうございました。

Profile

藤原 健吾 Kengo Fujiwara

取締役専務

1996年にダイワボウ情報システム株式会社に入社し、法人営業や仕入業務に従事。2002年に経営企画室に配属され、中期経営計画策定、IR業務などを手掛ける。2011年ナノフォトンに参画。取締役就任。財務・総務・法務・人事等、バックオフィス業務全般を担当する。2017年からは営業・国際業務を担当し、海外展開を推進する。2020年6月取締役専務就任。信条は「事上磨練」。趣味は野球。少年野球チームに携わり、子ども達の成長や可能性の発掘、地域社会への貢献に寄与すべく取り組んでいる。1974年生まれ。グロービス経営大学院経営研究科経営専攻修了。MBA。

小林 実 Minoru Kobayashi

取締役

1978年生まれ。少年時代は電化製品など何でも分解するのが趣味だった。NHKの電子立国日本の自叙伝を見てエンジニアの道に進むことを決める。大阪大学工学研究科の修士課程在学中に取り組んだ第二高調波顕微鏡がナノフォンの第1号製品となる。学位を取得後、成長する企業で中心的な役割を果たしたいとの思いから、ナノフォトン株式会社に入社。その後一貫して製品開発に携わる。2017年より取締役技術担当に就任し、研究・開発・製造・サービスを管掌する。

取締役 キム・ヒョジン インタビュー

From Science to Business with Raman Microscopy



取締役・韓国法人代表 キム・ヒョジン

もう一人の取締役、キム・ヒョジンについては、メールでインタビューしました。

— キムさん、まずは自己紹介をお願いします。

I studied at College of Pharmacy, Seoul National University but, I became interested in analytical instruments such as spectrometers and chromatography to study the quality of drugs and went on to graduate school in the field of drug formulation analysis. To further expand my knowledge in this field, I went on to Oregon State University in the U.S., where I earned a PhD in chemistry. Changing my major from pharmacy to chemistry was not an easy task.

I returned to Korea after completing my Ph. D. program in developing new analytical instruments, I founded a portable NIR (Near Infrared) spectrometer venture in 1999. The company received investment from Hyundai (Hyundai) and the Korean government, and several projects were successful. However, there was a challenging aspect of expanding the company's business: it needed to go global.

At that time, a company that was considering setting up a sales office in Korea for global expansion approached me with the idea of establishing a local subsidiary in Korea. After much deliberation, I made the decision to hand over the venture to a friend, and there began my career with a globally expanding analytical instruments company. I then had the good fortune to become the General Manager of Nanophoton's Korean subsidiary. I saw Nanophoton as a potential business development opportunity with my network and technical experience.

— ナノフォトン20周年を迎えて、一言お願いします。

I would like to extend my sincere congratulations on the 20th anniversary of Nanophoton Co, and I am most excited to be able to participate in this long journey as a member. It has been said that the three most important choices in the long journey of life are to be born, to get married, and finally to choose a job. It is said that work is so important that it occupies one of the two things we can choose in life. I consider myself very lucky in that aspect. Seven years ago, the decision to move to Nanophoton co. was not a rational one, but rather a shared and fulfilling my vision. My goal in life is to become an expert in spectroscopy. The dictionary definition of an expert is "a person who has studied or engaged in a certain field and has considerable knowledge and experience in that field." From that point of view, I can consider

myself an expert, but I don't think it's a perfect representation. In a more philosophical sense, experts are more sympathetic to "Experts expect unexpected". In the future, I would like to share with the professional vision of the founder of Nanophoton 20 years ago, when there was no concept of "nano".

Profile

キム・ヒョジン Kim Hyo Jin

取締役・韓国法人代表

During Dr. Kim's PhD course in USA, he co-developed the glow discharge Atomic absorption spectrometer with Analyte Co. and this instrument is still commercially available in the market. After return back to Korea, he founded the Spectrontech Co and developed the various analytical instruments such as Liquid discharge, DC/ RF glow discharge, Portable NIR spectrometer and Skin moisture analyzer. To expand his business experience to a global market, he joined the Bruker Optics (Germany) and establish the first local branch office at Korea in 2005. He also worked as a regional manager in SEA including five local office in Hong Kong, Taiwan, Singapore, Thailand and Malaysia as well as local distributors (Indonesia, Philippines and Vietnam). After joined the Nanophoton Korea in 2016, he successfully established the local office in Korea and distributor channels in SG, MY and TH. In April 2020, he appointed as representative director of Nanophoton Korea and also appointed as a board member of Nanophoton Coporation in June 2020.

ABOUT COMPANY / 会社概要

企業名 ナノフoton株式会社

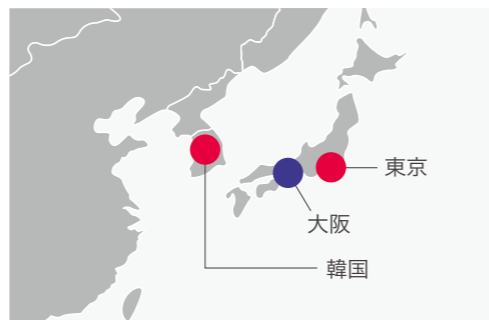
大阪本社 大阪府箕面市船場西3-1-7
 東京オフィス 東京都港区西新橋3-6-10
 韓国ナノフoton 韓国京畿道城南市盆唐区板橋路228-15-3

創業 2003年2月
 資本金 1億円
 社員数 23人
 事業内容 最先端理化学機器の製造販売

代表取締役 河田 聡
 取締役 藤原 健吾
 小林 実
 Kim Hyo Jin

監査役 篠原 祥哲
 林 紀美代

中国語社名 诺福通



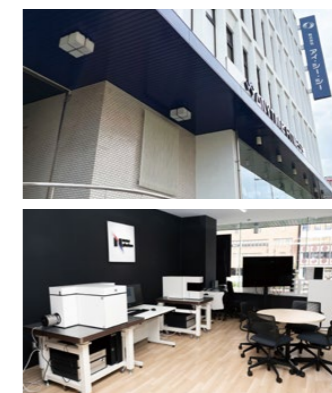
Company Name Nanophoton

Osaka Headquarters 3-1-7 Semba-nishi, Minoh, Osaka, Japan
 Tokyo Office 3-6-10, Nishi-Shinbashi, Minato-ku, Tokyo
 Nanophoton Korea 15, Pangyo-ro 228, Seongnam-si, Gyeonggi-do, Korea
 Founded February 2003
 Capital JPY 100 Million
 Number of employees 23
 Business outline Research, development and sales of laser microscopes and their related products

Chairman and Representative Director Satoshi Kawata
 Directors Kengo Fujiwara
 Minoru Kobayashi
 Kim Hyo Jin

Auditors Yoshinori Shinohara
 Kimiyo Hayashi

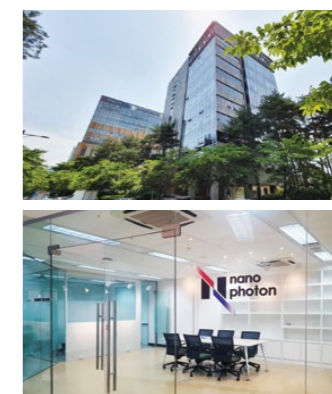
■ 大阪 Headquarters



■ 東京 Office



■ Nanophoton Korea



編集後記

この20周年記念誌は、ナノフォトンの契約ライターの根本毅氏によって提案され企画されました。途中で彼が業務を続けることができなくなり、それからは社内で作業をしました。20年間、今日・明日の開発・製造、受注と納品に走り回っていたので、会社には写真も記録も、そして記憶もあまり残っていませんでした。昔の社員などを訪ねてその頃の思い出を聞き、写真を探していただきました。驚くことにそれぞれの記憶はかなり違っていました。ひたすら駆け抜けた20年を振り返ることは、これからナノフォトンの将来を考えるにあたって大きな価値があります。

結びに、取材に協力していただいた多くの皆さん、そして途中から編集に参加していただいた原田亮氏に厚く感謝します。



20周年記念社内パーティーの写真（2023年2月3日）

ナノフoton株式会社 創立20周年記念誌 2003-2023

発行日 2023年11月2日

発行 ナノフoton株式会社

TEL : (072) 736-9181 Email : info@nanophoton.jp

大阪本社 : 大阪府箕面市船場西 3-1-7

東京オフィス : 東京都港区西新橋 3-6-10

韓国ナノフoton : 韓国京畿道城南市益唐区板橋路 228-15

編集 ナノフoton 20周年記念誌編集委員会

Nanophoton Corporation 20 Years Anniversary Book 2003-2023

Date of issue : November 2, 2023

Published by Nanophoton Corporation

TEL : +81-72-736-9181 Email : info@nanophoton.jp

Osaka Headquarters : 3-1-7, Semba-nishi, Minoh, Osaka

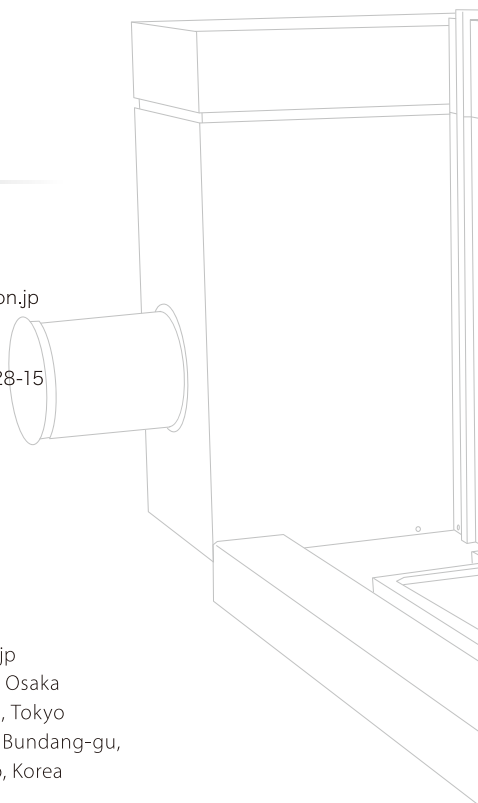
Tokyo Office : 3-6-10, Nishi-Shinbashi, Minato-ku, Tokyo

Nanophoton Korea : 15, Pangyo-ro 228 beon-gil, Bundang-gu,
Seong nam-si, Gyeonggi-do, Korea

Edited by Nanophoton 20 Years Anniversary Book Editorial Board

Cover design by Serina Hada

© 2023 Nanophoton Corporation





ナノフoton株式会社
www.nanophoton.jp