

# samco NOW

100号記念号

2018.JAN. Quarterly VOL.100

<b>I</b> nformation	2
●ご挨拶 ー第100号発行にあたってー	
●SEMICON Japan 2017 報告	
<b>S</b> amco-Interview	3
100号記念特別インタビュー	
東京工業大学 前学長・名誉教授 伊賀 健一 先生	
<b>A</b> la carte 京の銘菓・老舗12 京菓子司『金谷正廣』	7
<b>T</b> echnical-Report	8
Aqua Plasma®による マイクロ流体チップの常温接合	





## 第100号発行にあたって

サムコ 株式会社  
代表取締役会長兼社長 辻 理

新年明けましておめでとうございます。

おかげさまで弊社広報誌『samco NOW』は、このたび第100号の発行となりました。これもひとえにユーザーの皆様をはじめとする読者の方々の温かいご支援の賜と厚く感謝申しあげます。

『samco NOW』は、半導体、薄膜分野の「技術者、研究者と産業界との知識共有」をコンセプトとして1988年6月に創刊いたしました。弊社の最新ニュースや技術レポートとともに弊社製品のユーザーであり、日頃よりご指導を賜っている大学、研究機関等の先生方へのインタビュー記事などをお届けしてまいりました。取材でご協力賜りました先生方へも厚くお礼申しあげます。

このたびの第100号は、記念号として光エレクトロニクス分野の世界的権威である東京工業大学 前学長・名誉教授の伊賀健一先生への特別インタビュー記事を掲載しております。

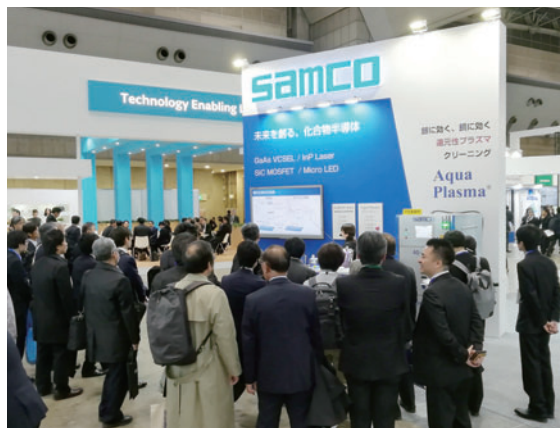
さらなる誌面の充実を目指し、新しい試みにも積極的に挑戦し、産業界と研究者の皆様とのよき橋渡しとしてお役に立てるよう一層努力してまいりたいと思っております。今後とも皆様方のご支援とご鞭撻を賜りますようお願い申しあげます。

## SEMICON Japan 2017 報告

世界最大級のエレクトロニクス製造サプライチェーン総合展示会である『SEMICON Japan 2017』が12月13日から15日までの3日間、東京ビッグサイトで開催されました。本年は半導体業界の好調を背景に、752社が出展いたしました。

当社は、『Beyond the Border.』をテーマに、本格生産用低温成膜CVD装置やICPエッチング装置などを最新の技術データとともに紹介しました。また、洗浄・表面改質用装置『AQ-2000』による銅の還元の実演やCOP樹脂基板の親水化処理などバイオデバイス分野への応用の紹介、化合物半導体のプレゼンテーションを行い、多くの引合いを賜りました。

ご来場賜りました多くのお客様には、厚くお礼申しあげます。



**SEMICON®  
JAPAN**

### 表紙写真 ● 新春と100号記念を『神歌』の翁で祝う(各能楽会館、神社)

伝統芸能の一つに観阿弥、世阿弥の能楽が有る。その演目の中でも特別に神聖な儀式に用いられる『神歌』。「天下泰平、国家安穩」を祝い朗々と謡い晴れやかに舞い、能の原型を留める貴重な演目といわれる。揚幕のなかの鏡の間で出演者は神酒、塩、洗米で身を清め、幕を出るときに後見が「切り火」を切る。お正月や祝賀能の一番最初に舞われる格式の高い神事である。翁は白式尉はくしきじょうの面をつけて神となって舞い、狂言師が三番三で舞い、更に黒式尉くろしきじょうの面をつけて舞う。多くの神社で演じられるのを見れば、きっと良い年になります。

# 100号記念特別インタビュー

『samco NOW』は1988年6月の創刊以来、「研究者の皆様と産業界の橋渡し」をコンセプトに、最先端の研究、開発に取り組んでおられる大学、研究機関の先生方へのインタビューを重ねてまいりました。今回、サムコナウ創刊100号を記念して弊社代表取締役会長兼社長の辻理が、垂直共振器面発光レーザー (VCSEL) の発明者でもある、東京工業大学・前学長 伊賀健一名誉教授にお話を伺いました。



弊社代表取締役会長兼社長 辻理(左) 東京工業大学 前学長・名誉教授 伊賀健一先生(右)

## 東京工業大学 前学長・名誉教授

## 伊賀 健一 先生

### プロフィール

#### 略歴

1963年 東京工業大学理工学部 電気工学課程卒  
 1968年 東京工業大学大学院博士課程修了(工学博士)  
 1968年 東京工業大学精密工学研究所助手  
 1973年 東京工業大学精密工学研究所助教授  
 1984年 東京工業大学精密工学研究所教授  
 1979～ 米国ベル研究所客員研究員を兼務  
 1980年  
 1995～ 東京工業大学精密工学研究所長  
 1998年  
 2001年 東京工業大学名誉教授  
 4月～  
 (現在に至る)  
 2007～ 東京工業大学 学長  
 2012年

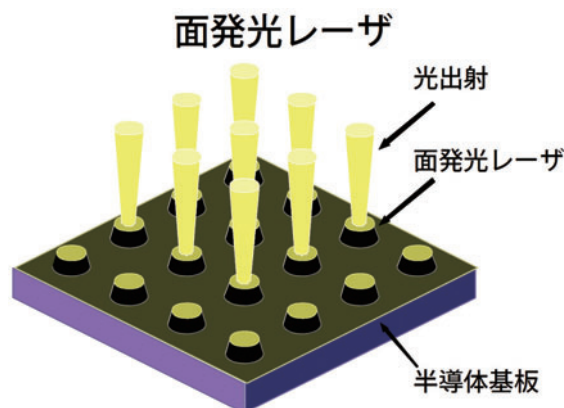
#### 主な表彰・受賞

紫綬褒章、東京都功労者表彰、町田市文化功労表彰、町田市市民栄誉彰、朝日賞、藤原賞、東レ科学技術賞、市村学術賞、電子情報通信学会功績賞、応用物理学会業績賞、IEEE/LEOS William Streifer Award、IEEE+OSA John Tyndall Award、IEEE Daniel E. Noble Award、IEEE The 3rd Millennium Medal(2000)、英国The Rank Prize、NEC財団C&C賞、NHK放送文化賞、2013ベンジャミン・フランクリン賞(The Bower Award) など多数。

## 垂直共振器面発光レーザー (VCSEL) とは

半導体レーザーは、光を増幅する層と基板面に対して垂直に取り付けられた光を反射する鏡とで構成される。通常の半導体レーザーは、光が水平方向に共振するため、半導体の基板面と平行してレーザー光が発生する。それに対して「面発光レーザー (Surface-Emitting Laser)」では、光の共振方向を90度変え、半導体基板に対して垂直方向に共振させることにより、半導体表面からレーザー光を垂直に放射する。面発光レーザーはへき開が不要で、素子を平面上に並べて作れるアレイ構造が可能なため、低コストでの大量生産に適している。

従来型の基板に水平な出力光を、45度の反射鏡などで垂直に取り出す構造が現れたが、これと区別するため、「垂直共振器 (Vertical-Cavity)」という言葉が付加され、Vertical-Cavity Surface-Emitting Laser (VCSEL) と呼ばれるようになった。



面発光レーザーアレイのアイデア (伊賀先生HP資料より)



**辻** このたびは、弊社広報誌サムコナウ100号記念のインタビューをお受けいただきありがとうございます。

サムコは、創業当時より末松先生の時代から、伊賀先生には大変お世話になってきました。日本の光エレクトロニクス、とりわけVCSELの発明者として広く知られております伊賀先生ですが、半導体レーザの研究に進まれた経緯をお聞かせください。

## ■VCSELの誕生から40年

**伊賀** 100号記念とはおめでとうございます。2017年は私にとっても、VCSELを思いついた1977年から40年と節目の年になります。また、サムコナウが創刊した1988年は、VCSELの室温での発振が初めて確認できた年になり、そちらも何かご縁を感じます。

私が学部在籍していた1960年に、ヒューズ社のメイマン(Theodore Harold Maiman)が、ルビーによって初めてレーザを作りました。以降、ガスレーザ、半導体レーザが1962年までに相次いで発表されました。当時「何か新しいことがやりたい」と考えていた私は、助教授になられたばかりであった末松安晴先生から「レーザを使った光通信をやりよう」と言っておられたのを知り、末松研究室の門を叩きました。それがレーザを始めたきっかけです。

とはいうものの、最初は何もないところからのスタートでした。そこで、まずはメイマンのルビーレーザを再現すると

ころから始めました。どんな研究であっても最初は真似をするところから始まります。トレーニングを積んである程度のところまで来たら、新しいアイデアが出てくるのだと思います。後に学長になられた田中郁三助教授(当時)がルビーの結晶をお持ちだということで、末松先生と訪ねました。そこで、1/4にカットされたルビーの結晶を頂いて、本格的にルビーレーザ製作が始まりました。頂いたルビーの結晶を、銀座にある宝石店で研磨してもらい、それを大田区にあった専門の工場に持っていき反射膜を蒸着してもらいました。レーザまわりの筐体も全て自作であったのですが、これらの装置設計・製作には、中学生の頃の鉱石ラジオ製作の経験が役立ちました。そして、1962年の秋に東工大で初めてルビーレーザが赤い光を放ちました。この時の感激は、以後レーザ研究を続けていく強い動機となりました。

**辻** 優秀な科学者・エンジニアの共通点としてかつての鉱石ラジオ作りがあるかもしれませんね。子供の頃作っていたという話をよく伺います。ルビーレーザの発振から15年後に、VCSELを着想されることになるとはと思いますが、そのいきさつについてお聞かせください。

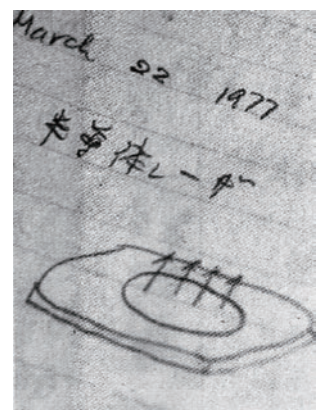
## ■不満は発明の父

**伊賀** 私は博士課程では光伝送について研究することになり、レーザから一度離れることになります。その後、東工大・

精密工学研究所で助手をしていた1970年に、ベル研究所の林巖雄、モートン・パニッシュの両博士によって半導体レーザの室温連続動作が達成されました。その年の秋に、林博士が末松先生の招きによって東工大を訪れ、講演されました。その講演に大いに触発され、レーザの研究へ戻ることになりました。

1974年頃になると長波長帯の半導体レーザを作るためにGaInAsP系の研究が世の中では盛んになりました。私たちの研究室はちょうどその頃、長津田へ引っ越してきて、ヒーターを手で巻くなど、液相成長装置を自作して半導体レーザを作っていました。それから何年か研究を続けるのですが、結晶成長とデバイス研究をしながら、半導体レーザに対する不満を抱くようになります。それは大きく3つあり、1つ目は結晶をへき開すること、2つ目は波長が単一でないこと、最後が同じものを繰り返し作れないことです。

へき開を必要としない、分布帰還型(DFB)レーザやファブリ・ペローの共振器をエッチングの技術を使って作るレーザが提案され研究もしていましたが、私の不満は解消していませんでした。何か根本的に解決する、新しい方法はないものかと、四六時中考えに考えた挙げ句、真夜中の夢うつつで思いついたのが「面発光レーザ」です。枕元にいつも置いている研究ノートに急いで書き付けました。



研究ノートの手書きスケッチ  
(伊賀先生HP資料より)

## ■新規と珍奇は紙一重

**伊賀** 面発光レーザのアイデアを思いついたのはよかったのですが、翌日学生たちにアイデアを説明すると「先生、それは無理ですよ」と言われました。私にとっては新規なアイデアでも、学生から見ると、教授の珍奇なアイデアに思えた





のかもしれませんが。とにかく、このアイデアを実現しようと研究を始めました。その頃の悩みは、面発光レーザに勝算があるかどうかわからなかったことです。実験がうまくいかなかった時に、いったい原理が悪いのか、腕が悪いのか、判別が付きません。

**辻** それは、新しいことを始める研究者の必ず通る道と言えるかもしれません。原理も技術も解明されていないから、発明と言えるのですが、そのために「生みの苦しみ」を乗り越えなければなりません。

**伊賀** おっしゃる通りです。その後、1979年4月から1年半ほど、文部省の在外研究員として研究の舞台を米国ベル研究所に移すことになります。この間は、面発光レーザではなく、主にエッチングで半導体レーザを作ることを研究の主題としていました。帰国後は、再び、面発光レーザの研究に戻ったのですが、ベル研究所での経験を活かし、選択エッチングによりエピタキシャル層のみを残す面発光レーザの製作に取り組みました。1982年に、こうして製作した共振器長6 $\mu$ mの面発光レーザが液体窒素温度ながら、縦、横方向ともに単一モードで連続発振するようになりました。ここで初めて、「原理は正しい、問題は技術だ」と確信が持てるようになり、以後面発光レーザの研究に邁進していくことになります。

その後、小山二三夫君(現 東京工業大学 未来産業技術研究所 所長)が、そ

れまでの液相成長法ではなく、有機金属気相成長(MOCVD)法を用いて、活性層膜2 $\mu$ mくらいの2重ヘテロ構造を成長させ、面発光レーザのしきい値を次第に下げていきました。室温連続動作の根底は、低いしきい値、小さい電気抵抗、優れた熱放散の3つになります。それらを改善していった結果、最初に申しあげました1988年8月末に、面発光レーザの初めての室温連続発振に成功しました。末松安晴教授が何よりも喜んでくれたのを今でも覚えています。

**辻** VCSELは、室温発振が成功したことにより世界的に研究開発が拡大していくことになりました。1990年代の終わりに、イーサネットに投入されて量産が始まりました。2001年になって、マウスやレーザプリンターといった身近なデバイスが商用化されていきました。最近では、スマートフォンの顔認証機能などに広く採用されていますが、今後のVCSELのさらなる可能性についてお聞かせください。

### ■1年に10億個VCSELは生産される

**伊賀** 2017年11月19日から、MOC 2017 (22nd Micro Optics Conference) が東京大学で開催され、私の友人でもある、ドイツのウルム大学の前学長Karl Joachim Ebeling教授がVCSELについて発表してくれました。1年ほど前より、NokiaやLGといったメーカーのスマー

トフォンにオートフォーカス用の距離測定に用いるVCSELが搭載され、欧州ではVCSELが大量に生産され始めたそうです。そして、今回Apple社が発表したiPhone Xでは3D顔認証用にVCSELが使われています。彼は、1年に10億個のVCSELの需要があると言っていました。

**辻** これからのキーワードは「顔認証」になると思います。というのも、中国などでは電子決済が進んでいます。本人確認のために現在は指紋や虹彩で認証していますが、3Dの顔認証はセキュリティ面でより安全だと言えると思います。スマートフォン以外にも通関時の顔認証などVCSELの需要はますます大きくなっていくことになります。



講演中の伊賀先生(2017.12.15 面発光レーザ40周年記念シンポジウム。撮影:八木秀樹)

### ■教育について

**辻** さて、テーマを少し変えさせてください。伊賀先生は、研究者の顔のほかにも、教育者の顔もお持ちだと思います。教員として、学長としてこれまで教育されてきた考え方についてお聞かせください。

**伊賀** まず大学教員として考えてきたことは、「講義」は「授業」とは違うということです。義を講ずるものであって、良い悪いは学生自身が判断していかないといいけないと考えています。今風にいうと、イン



タラクティブな授業というのでしょうか。一方的に教えるのではなく、お互いに学んでいくような方法が求められているのだと思います。

学長としては、コミュニケーションを重視していました。どんなつまらないことでも不都合な情報は必ず報告するよう徹底しました。そのようにしないと組織の透明性が確保できません。また、学長に報告がある場合は、部門の長だけでなく必ず担当も呼ぶようにしました。そうすることで、各個人が責任感を持つよう促していました。



東工大学長時代の伊賀先生  
(卒業式における式辞。撮影:東工大広報課)

**辻** 今後の世界の中で、日本が科学技術立国として進むべき指針を、さまざまな大学・研究機関での経験からお聞かせください。

**伊賀** 基礎研究が何より大事なと考えています。これは、ノーベル賞を受賞した天野浩教授や大隅良典教授もおっしゃっていることです。昨今、大学の財務は厳しいものになり、公費は年々減ってきています。実用化が重視され、選択と集中の名の下に、大型予算が振り分けられる研究と、そうでない研究に選別されています。批判を恐れずに言えば「ばらまき」も大切で、将来どうということにつながるかわからない研究に投資しないと、日本の科学技術は先細っていくのではないかと危惧しています。

**辻** 公費が減ることで、研究に「余裕」がなくなってしまっていると思います。例えば、日本では任期付きの研究员が増えています。アメリカのように流動性のある社会であれば、任期付きでもキャリアを形成していけるかもしれませんが、日本であれば、任期が終わる前に次の職を探さないとはいけません。研究は早めに切り上げることになり、腰を据えて研究ができません。日本社会全体で、研究を長い目で見る余裕が必要だと思います。

### ■コントラバスの効能

**辻** 最後に伊賀先生は、永年コントラバス奏者としてもご活躍されていますが、科学の世界での音楽の効用についてお話しいただけますか。

**伊賀** コントラバスを弾いていると多くの刺激があります。まず右手と左手の指先を使うので、脳に良い刺激があります。そして、楽譜というのは、シナリオであり、時間軸が決まっています、いわば数学で、また、音階というのは周波数特性と似ていて私の研究と共通点が多くおもしろい。オーケストラでは指揮者というすばらしい芸術家に接することができます



伊賀先生 コントラバスと共に  
(2017.12.17 コンサートを終えて。撮影:松原)

同時に、絶対権力者の言うことを聞くという忍耐力も必要です。そうすると、演奏をすることで、リズムをカウントする論理脳と情緒脳の両方を働かさないといけない。コントラバスは大きいので、全身も使わないといけません。これらはトータルして私の健康に効いていると思います。

以上、今後とも先生には世界の光エレクトロニクスの先達としてご活躍・ご指導をお願いいたします。本日は、お忙しいところ貴重なお時間を頂きましてありがとうございました。





# 京の銘菓・老舗 12

天台真盛宗の開祖である聖僧真盛上人に由来する茶人通人好みの銘菓「真盛豆」<sup>しんせいまめ</sup>。その極上の美味を160余年の時を越えて守り継ぐ京菓子司「金谷正廣」<sup>かなやまさひろ</sup>。京都の歴史が深く息づく伝統の地、下長者町通黒門東に位置する和菓子、京菓子の老舗を訪ね、5代目当主金谷正夫さんに京の菓子職人のこだわりの心技をお聞きした。



豊臣秀吉が「茶味に適す」と讃え  
細川幽斎も「苔のむす豆」と例える

「真盛豆」という名の由来は、室町時代に遡ります。天台真盛宗の開祖である聖僧真盛上人が京の都で辻説法をしていた時に、これを人々に振る舞ったと語り伝えられています。それは塩豆に菜の干葉をかけたものであったとか。その後、真盛の仏弟子で、京都北野の西方尼寺の開祖である盛久・盛春両尼に伝授され、以来この尼寺で代々継承されてきました。当時は大根の青葉を寒中に陰干した後、青粉にしたものを煎った黒豆にまぶしていたそうです。「真盛豆」が広く知られる契機になったのは、天正15(1587)年に豊臣秀吉が催した北野大茶会でした。秀吉は「茶味に適す」と絶賛し、細川幽斎も「苔のむす豆」と称賛したのです。時を経て、幕末の安政3(1856)年に石川県加賀の菓子職人であった金屋庄七(後に金谷正廣と改名)が京都に出て菓子業の暖簾を掲げ、裏千家ともゆか

りの深い西方尼寺に出入りを許され、明治元(1867)年に「真盛豆」に出会います。その伝統の美味に感銘した初代金谷正廣は、心技を尽くして創意工夫を重ね、今日に受け継がれる「真盛豆」を創り出し、茶人や通人からも際立つ評価を得るようになりました。

煎った丹波黒豆に大豆粉を幾重にも重ね、青海苔をまぶして仕上げる

中世に生まれ、戦国時代から江戸時代を越えて極みの美味として結実した金谷正廣の銘菓「真盛豆」は、典雅にして素朴な趣。煎った丹波黒豆に大豆粉を幾重にも重ね、これに青海苔をまぶして仕上げられています。口に入れた瞬間に青海苔の風味がふわっと広がり、しっとりとした柔らかい食感も心を和ませてくれます。ほどよい甘みも申し分なく、後味も抜群です。明治初期の当時は、山のものである黒豆と海のものである青海苔の組み合わせも珍しくたちまち巷で話題となりました。創業以来、160余年に及ぶ手づくりの伝統を守り継ぐのは5代目当主金谷正夫さん。「初代からの食材にこだわっています。極上の丹波産黒豆と和歌山や三重でとれる貴重な青海苔です。しかし、いずれも次第に稀少のものとなり、入手するのに苦労しています。たと

えば、丹波では黒枝豆の増産が続き、青海苔も冬場に寒風の中で海に出てとらなければならないので後継者が激減し、価格も沸騰しています。製法で何よりも重視しているのは季節ごとの温度と湿度の変化です。その変化を的確に把握して極上の美味を保つようにしています。ちなみに、糖度は人間の舌では朝夕や食事の前後でも味覚が微妙に異なってくるために糖度計を用いるようにしています。

迎春の「おせち」を彩る縁起物の黒豆に準ずる目出度い菓子「真盛豆」は、初春の寿ぎのお席にもふさわしい銘菓であり、京都西陣登録商標で京都ブランド認定商品となっています。風雅な和紙風袋入りの他に、利休井筒入、竹皮製網笠入など高雅な趣に満ちたものも取り揃えられています。明智光秀のお墓のある天台



真盛宗総本山・西教寺でも買い求めることができ、山縣有朋の元別荘地として名高い「無鄰菴」で賞味できます。

## 京菓子司『金谷正廣』

京都市上京区下長者町通黒門東入吉野町712  
TEL 075-441-6357  
営業時間 9:00～18:00  
定休日 水曜日(正月1/1～1/3休み)  
<http://shinseimame.com/>



## ★スペシャルプレゼント★

締切:2018年1月31日

『samco NOW』創刊100号を記念し、今回取材させていただきました金谷正廣様の「真盛豆」を10名様にプレゼントいたします。ご応募は、当社のホームページ(以下のURL)をご覧ください。なお、当選は発送をもって替えさせていただきます。

<https://www.samco.co.jp/contact/other/>

# Aqua Plasma<sup>®</sup>によるマイクロ流体チップの常温接合

【サムコ(株) 製品技術部、ヘルスケア事業部】

## ■はじめに

高齢化や長寿命化が進む社会で、健康面で質の高い生活を維持するためには、病気の兆候を早い段階でとらえることが最も重要とされている<sup>[1]</sup>。これに応える有望な手段として体液中に存在し各種疾患に関連する特定のタンパク質や核酸などのバイオマーカーを日常的に個人レベルで取得、分析、診断することが挙げられ、“その場検査”が近年注目を集めている。これは診察室や家庭など患者の身边でリアルタイムに検査を行うことを意味する。これにより検査結果に応じた迅速な処置が可能となるため、治療方針や薬物使用量の適正化といった医療の質の向上に役立つと考えられている。しかしながら、一般に既存のバイオマーカー分析方法は大掛かりで専門機関で行われるため時間も費用も要す。また血液検査の場合、1項目あたり数ml単位の血液が必要で患者に大きなストレスを与える。安価かつ簡便であることに加え、高い感度と精度、そして少量の体液でその場検査を実現する新技術として期待されているのがマイクロ流体チップである。

チップ材料はガラスとシリコン樹脂がこれまでの主流であるが、シクロオレフィンポリマー(COP)は光学レンズ系に用いられるほど優れた光学的性質を有す。特に自家蛍光が樹脂でありながらガラスに匹敵するほど低く、また金型などでパターン形成も可能なことから、蛍光検出系のマイクロ流体チップへの応用が期待されている。しかしながら、疎水性表面をもつCOPは濡れ性や接着性が低く、このことがCOP製マイクロ流体チップを製造する際の障害となっている。エキシマランプなどを用いてVUV(真空紫外線)をCOP表面に照射すると、表面改質層が形成されて接着剤を使わずにCOP同士が接合されることが報告されているが、加熱と加圧を必要とするので流路パターンが変形する、あるいはVUV照射によりCOPが変質して自家蛍光が増大する問題があった。

今回報告<sup>[2]</sup>する水蒸気を原料に用いた減圧水蒸気プラズマ処理法(Aqua Plasma<sup>®</sup>)は、優れた表面改質効果があり、プラズマ処理だけでCOP同士が常温自重で接合されることを発見した。

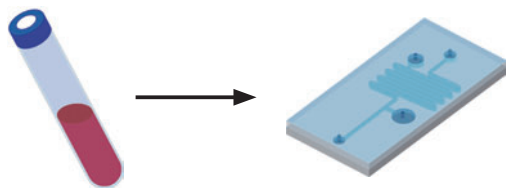


図1. (左)従来のバイオマーカー分析と(右)マイクロ流体チップ

## ■実験

COPサンプルは日本ゼオン製ZEONORの板(8mm×30mm、厚み0.5mm)を使用した。処理装置はサムコ製AQ-2000を用い、真空チャンバーに流す水蒸気流量は20sccm、RFパワー(13.56MHz)を100Wに固定し、処理時間は40秒を基準に変化させた。処理後にサンプルを2枚重ね合わせて常温自重で接合後、曲げ接着強さ試験(JIS K 6856)に準じて接合強度を測定した。純水の接触角測定を協和界面科学製CA-Dで行った。評価はVUV(波長172nm 照度10mW/cm<sup>2</sup>)を大気中にて距離2mmで10分間照射したサンプルと酸素プラズマで処理したサンプルと比較した。また、処理によるCOPの表層5nm程度の化学的結合状態の変化を調べるためにXPS(X線光電子分光分析法、アルバック・ファイ製 PHI 5000 Versa Probe II)で分析した。

## 結果1. COP同士が常温自重で接合

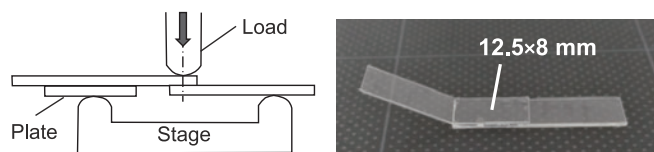


図2. (左)接合強度試験法と(右)試験で母材破壊したサンプル

- ✓ VUVと酸素プラズマ処理は常温では接合されなかった
- ✓ Aqua PlasmaではCOP同士が常温自重で接合され、試験時に1N/cm<sup>2</sup>以上の接合強度で母材が破壊された。

## 結果2. COPが超親水化

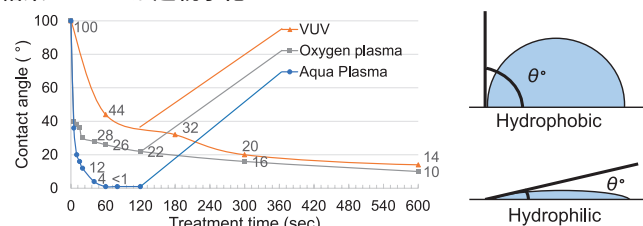


図3. 水接触角測定結果

液体流動性を得るために流路の水接触角は低いほど良い。

- ✓ VUVや酸素プラズマではCOPは10°以上で飽和した。
- ✓ 接触角が5°を下回ると超親水性と呼ばれるが、Aqua Plasmaでは60秒処理で1°未満に超親水化された。

## 結果3. カルボキシル基が酸素プラズマ処理の3倍

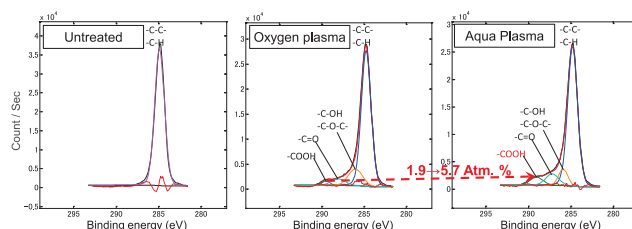


図4. COPのC1s XPS分析結果

- ✓ Aqua Plasma後のCOP表面からは官能基が検出されたが、-COOHの割合が酸素プラズマ処理の3倍であり、常温接合や超親水化には-COOHが特に寄与すると推察している。

## ■まとめ

COPはAqua Plasmaの処理だけで常温自重で接合し強度試験時に母材破壊に至った。また表面は超親水化され、VUVや酸素プラズマに対する優位性が示された。Aqua Plasma後のCOP表面は特に-COOHが高い割合で検出された。Aqua PlasmaではOH、H、Oのラジカルがプラズマ中で生成されることが分かっており、これらの活性種による反応でCOP表面に-COOHなどの官能基が生成され、常温接合や超親水化に至ることが推定される。

## ■参考文献

- [1] 石原量・長谷川和貴・細川和生・前田瑞夫, “自律駆動マイクロ流体チップと層流樹状増幅法によるタンパク質と核酸の検出,” *Bunseki Kagaku*, vol. 64, no. 5, pp. 319–328, May 2015.
- [2] 寺井弘和・船橋理佐・角田正也, “Aqua Plasma(水蒸気プラズマ)によるCOPの常温接合,” 化学とマイクロ・ナノシステム学会研究会講演要旨集, vol. 35th, p. 47, 2017.

※ Aqua Plasma<sup>®</sup> 商標登録番号 第5899818号

※※ 日本及び海外特許5件出願中