

特別寄稿：シリーズ 先端科学技術爽やか対談 (17)

口腔粘膜から腸粘膜まで：健康のカギは粘膜とそこに住む細菌が握っている

島根大学医学部薬理学講座教授

和田孝一郎

島根県産業技術センター特別顧問，大阪大学名誉教授

吉野 勝美

(平成30年5月7日 記)

(対談日：平成30年2月2日)

(吉野) 今日は大変お忙しい中ご講演を頂くことになり本当に有難うございます。

(和田) いえ，こちらこそお呼び頂いて大変光栄です。大阪大学の元歯学部教授だった和田健教授から“島根県産業技術センターに吉野さんと云う方が所長でおられ，素晴らしい方だからぜひ連携をとられたらいいでしょう”，と云われていましたので，私こそ素晴らしい機会を作って頂いて光栄です。

(吉野) いえ，私の方も和田先生から，“今度，島根大学に和田孝一郎先生が来られたけど，この方は口内細菌の研究など非常にユニークな仕事をされているから吉野君と考え方が一致すると思うよ。ぜひ一度会われたらいいと思ってあるんだ”，と云ってくれたんでこの前お邪魔して講演をお願いしたと云うわけです。この間，出雲で先生にお会いしてお話を伺いして，非常に面白いし随分展開が有るように思ったんですね，それで一度，分からないいまでも何とかもう少し詳細をお聞きしたいと思って今日来て頂いたと云う次第です。

実は，我々島根県産業技術センターでは様々な研究，技術開発，技術支援を行っていますが，この頃我々の持っている力を何らかの形で生かして，いわゆる医工連携，すなわち医学，医療，健康，福祉などに貢献する必要があると云うことで，この間から勉強を始めています。会の名称は医療健康福祉－工連携可能性懇話会と云う名前で，これまで4，5回開催していますが対象はセンター内のメンバーです。我々のセンターのメンバー各自は自分の持っている技術，経験，知見を活かして色々なことができる筈であると思っています。大学などでしばしば行われるスケールの大きな医工連携もありますが，スケールは小さくとも我々が手掛けることができる重要な課題が一杯ある筈とっております。そんな話を第一回の講演会で私自身の経験や日頃思っていることを例として話しました。既に我々のセンターと島根大学医学部内尾祐司教授とは骨関係の仕事で少し協力しています。また，磯部威教授とは呼吸器関係のセンサーのことで，橋本道男教授とは認知症関係の仕事で，高橋哲也教授とは匂いセンサーの関係で一緒に仕事を進めています。

さらに，医学，医療，看護，福祉などに直接関与し，臨床の現場やそれに携わる人々のことを熟知した経験豊かな専門家から広く直接お話を伺うことが非常に重要であると考えております。そこで，私の方からお願いできる方にぜひ来て頂いてご講演をお願いすることとしたわけです。今回は口腔粘膜や腸粘膜などとそこに住む細菌との関係のお話を先生からお伺いしたいと思った次第です。

(和田) はい，分かりました。島根県産業技術センターはかなり分野が異なると思いますので，できるだけ分かりやすいお話をしようと思っています。よろしくお願いします。

(吉野) そうなんですね，うちのセンターでバイオテクノロジーの分かっているメンバーは数名いる程度なので，どの程度理解できるか分かりませんが，今日お話を聞くのを楽しみにしています。

この間伺ったお話からすると，口内の細菌を調べると体内の様々な病歴と関係が有ることが分かることと云うことでしたね。たとえば口内細菌と肝臓病，腎臓，心疾患，脳卒中など様々な繋がりがあって，逆に口内の細菌を調べると内臓の悪い所が分かることと云う話だった様に思います。云わば口臭から人の体内の臓器の状態を知ることができると云うことでしょうか。



写真：和田孝一郎教授（右）と吉野勝美特別顧問（左）

－島根県産業技術センター所長室にて－

(和田) まさにお話になったような点が、私が関わってきている内容になると思います。

(吉野) 実は、大阪大学歯学部教授だった和田健君は私と高校の同期ですが、彼から聞いたところでは確か和田孝一郎先生は非常にユニークな経歴を持たれているそうですが、ご卒業は大阪大学薬学研究科と云うことでしたね。

(和田) その通りです、いろいろ紆余曲折があって、阪大歯学部の准教授になって、この度島根大学医学部薬理学講座の教授になったと云うわけです。

具体的にもう少し詳しくお話ししますと、大阪大学薬学研究科を修了した後、医学的な研究を行うために浜松医科大学大学院博士課程で医学博士を取得しました。すぐに鳥取大学医学部助手(今の助教)を暫く勤めたのち、米国に留学しました。米国ではテキサス大学、ハーバード大学、ボストン大学の医学部で3年近く研究を行っていましたが、2000年に大阪大学歯学部(のちに大学院歯学研究科)に職を得て帰国しました。大阪大学では13年ほど研究していましたが、2014年に島根大学医学部薬理学講座に赴任しました。口腔細菌の研究は大阪大学歯学部時代に始めた研究がもとになっています。

(吉野) 実は私自身野次馬みたいところがあって何にでも関わって来ていて、今日お話を頂く内容とは全く次元が違う話ですが、口内細菌と全く関係が無かったと云う訳ではないんです。私がまだ若くて大阪大学電子工学の教授で現役の頃、大阪歯科大学の永目誠吾先生と云う方が虫歯菌の処理の関係で来られたことがありました。要するに酸化チタンの光触媒作用を使って、虫歯菌を殺そうと考えられたんですね。それで私、目的を聞くなり、すぐに云いました。“その研究を上手く進めるためには虫歯菌の電子状態がどうなっているかを知る必要が有ります。そのためには電気化学的な方法を使えばいいと思います。それですとここで実験ができることになります”。永目先生はすぐに虫歯菌をたくさん研究室に持って来て実験を始められたんです。ミュータンス(*Streptococcus Mutans*)の入った溶液の中に電極を入れて、具体的にはITO(酸化インジウムスズ、Indium Tin Oxide: In_2O_3 と SnO_2 の混合物)の透明電極を入れて実験を始められたんです。

すると先生は“吉野先生おかしんです。信号が何にも出てきません。まるで虫歯菌がいないようなんです”。それで何度か繰り返し測定してもらったがやはり何にも出ないんですね。そこで私ハッと気が付いたんです。“もしかしたら永目先生、虫歯菌はITOに捕まってしまったのではないですか。ITOを含めて金属の酸化物など幾つかのものは虫歯菌が大好きで取り付いてしまうのではないですかね”。それで色々な金属の酸化物を虫歯菌の溶液の中に放り込みますとなんと虫歯菌がいなくなってしまうんですね。これは凄いことになると思ったんですね。この効果を使えば凄いことができるかもしれないと思いました。金属

の酸化物の粉末なんかをチューインガムの中に混ぜてこれを噛んでパッと吐き出せば、虫歯菌はいなくなるかも知れません。もしかしたら昔のお歯黒なんかもこれを使っているのかもしれないね。金属の酸化物だけではなく、何か虫歯菌が好むものを混ぜておけばいいんでしょう。

(和田) なるほど、面白いですね。辻褄は合っていると思いますね。先生はミュータンスのこともおやりだったんですね。私の場合は口臭の中には体の内部の異常を反映したものが出てくると云うことなんですね。何か組み合わせると面白いことができるかもしれませんね。

今日お話しする内容は大体次のようなことになります。要するに口腔内細菌を調べると全身疾患になりやすいかどうか分かることなんです。少し大げさですが、口腔内細菌は100~700種類、1000~3000億個以上存在しております。数的には腸内細菌が1000~3000種、100~600兆個も有りますので、圧倒的に腸内細菌の数が多い。腸内細菌が産生する様々な物質が腸粘膜から門脈をへて肝臓に入り、物質によっては全身を巡って我々の健康に影響を与えている物が有ります。その意味で腸内細菌は我々の体質を規定したり、健康を維持する上で非常に重要です。

一方で口腔細菌が産生する物質が我々の体質や健康維持に関与する度合は、腸内細菌よりはるかに少ないかもしれません。しかしながら腸内細菌と異なり、口腔細菌は菌自体が容易に循環血中に入り易いという特徴が有ります。特に注目されているのが歯周病原性細菌、いわゆる歯周病菌です。歯周病は簡単にいいますと、歯ぐきや歯の根元の部分の慢性的な炎症のことです。

歯周病菌が全身疾患に様々な影響を及ぼします。歯周病菌が血液に乗って全身を巡るわけです。例えば歯周病菌が動脈硬化に影響を与えることが知られています。

(吉野) 歯周病菌と動脈硬化は一体どう関わってくるんですか。

(和田) これは我々が十数年前に始めた研究ですが、患者さんの動脈硬化や動脈瘤を起こした血管組織から歯周病菌、特にジンジバリス菌の遺伝子や菌自体を検出しています。これらの検出された菌は患者さんの口腔内にも確認されています。さらに実際にこれらの菌を血管を傷つけたマウスに投与してやると、動脈硬化や血管肥厚が起こることが確認されています。

この作用機序をごく簡単に述べますと、循環血中に侵入した歯周病菌自体、あるいは歯周病菌が作り出すエンドトキシンによって傷がついた血管の部位に炎症のようなものが起こり、その結果、血管が腫れて厚くなってしまわないかと云われています。日本よりも歯周病の患者が多いと云われているアメリカでは、2009年に心臓病学会と歯周病学会が共同で「歯周病と心血管病変との関連性」について声明を発表しているほどです。

(吉野) なるほどよく分かりました。私は動脈硬化が少し

進みかけていて、その原因の一つが血糖値が高いと云うことのように。血糖値が高いと云うことであれば、それこそ糖尿病予備軍であるわけですし、歯周病と糖尿病との間には多少関係が有るんじゃないか。

(和田) 歯周病と糖尿病の関係ですが、昔から糖尿病患者さんには歯周病の人が多くと云われていました。糖尿病で免疫力が落ちて歯周病になりやすくなっている、と以前は云われていました。これはこれで正しいのですが、これまでの研究から、歯周病菌に感染した組織からTNF α (腫瘍壊死因子) などの炎症に関わる物質 (いわゆる炎症性サイトカイン) が多量に作られることが分かってきました。

これらの物質は炎症にも関与するのですが、同時に血糖値を下げるインスリンの働きを悪くする作用があることも分かってきました。すなわち歯周病による慢性炎症が口腔内にあると、炎症性サイトカインが血液中に入り、インスリンの働きを悪くし、糖尿病を引き起こす一因になる可能性が有ることが分かってきました。もちろん、あくまで要因の一つでしか有りませんが、いちど糖尿病が発症すると、先ほど述べたように免疫力が低下しますので、余計に歯周病になりやすくなり、口腔内の慢性炎症が治りにくくなるという負のスパイラルに入ることになります。

(吉野) 私の友人に元京大教授の山邊時雄先生と云う方がおられますが、この方はプレドニン (副腎皮質ホルモン) 系の薬を飲み続けて体中の真菌 (大腸菌、歯槽膿漏菌) に対する抵抗力がかなり弱まり、これを何度も繰り返すと体中の炎症性疾患に対して抗生物質が効かなくなる、と云われていたことがありましたが、今の先生のお話と多少関係はあるんじゃないか。

(和田) 多少は関係が有るかもしれませんが、それは少し違う側面に関わっていることかも知れませんね。いずれにしても歯周病菌が重大な役割を担っていることであると思います。

(吉野) それから歯周病と脂肪肝が関係していると云うお話がこの前ありましたね。

(和田) 脂肪肝にはアルコール性脂肪肝と非アルコール性脂肪肝が有ります。特に、歯周病菌が非アルコール性脂肪肝 (NASH) に関係することがわかってきました。

(吉野) NASHと云うのは何の略ですか。

(和田) non-alcoholic steatohepatitis の略です。アルコールを殆ど飲まないのに、アルコールを多量に飲んだ時に起こるような脂肪蓄積を起こす状態を非アルコール性脂肪肝 (non-alcoholic fatty liver) と云いますが、この中には脂肪を蓄積するだけでなく、炎症、線維化が顕著であり、肝硬変などに進展するグループが有ります。これをNASHと総称しています。

実はNASH患者さんでは、歯周病の代表菌であるジンジバリス菌の保菌率が健常者に比べて有意に高いことが我々の研究から明らかになっています。さらにジンジバリス菌

を高脂肪食を食べさせたマウスに投与すると、NASHを発症することも確認しています。実際にNASH患者のうち軽度の人は歯周病治療をすると肝機能の回復が見られることも明らかになりました。ですので、歯周病はNASH発症の危険因子の一つと考えられます。

それから虫歯菌が関係する全身の病気について述べます。正式には虫歯菌はう蝕病原性細菌と云います。色々複雑ですが、この菌が関係する病気には感染性心内膜炎などが有ります。

これは心臓弁にもともと何らかの問題がある方が歯科治療などを受けた後、菌が血液中に入り弁に付着し、弁の閉鎖不全や菌血症などを引き起こす疾患です。もちろん原因菌はう蝕病原性細菌だけではなく、感染性心内膜炎の重要な原因菌であることは間違いありません。感染性心内膜炎と虫歯菌の関連性は以前から指摘されていたのですが、我々はこれ以外にも脳出血に関わっている可能性のある特殊な虫歯菌を発見しました。

(吉野) 私、実は血圧も高いし脳出血を起こしやすい体質のような気がしますが、口内細菌と脳出血は関係が有りませうでしょうか。

(和田) 脳卒中とは脳出血、脳梗塞、くも膜下出血に代表される急激に発症した脳血管障害なんですけど、この発症に口腔内細菌が関与する可能性が有ります。これまでの研究から、くも膜下出血の患者から特殊なう蝕病原性細菌、いわゆる虫歯菌が単離されています。この特殊な虫歯菌は健康な人では8%程度の人が保菌していますが、脳卒中を起こした患者さんの約30%に保菌が認められました。さらに脳卒中を起こした患者さんで虫歯菌を持っていた人に限定して調べたところ、患者さんの持っていた虫歯菌の実に50%近くがこの特殊な虫歯菌でした。さらにこの特殊な虫歯菌を脳血管障害モデルマウスや高血圧ラットに投与すると、投与しないグループに比べて脳出血をおこす率が有意に高く、しかも全身麻痺などを起こす重篤な脳出血を起こすことが分かりました。患者さんから取ってきた特殊な虫歯菌を投与すると、動物で全く同じような脳出血を起こすことも確認しています。

(吉野) これはどこで誰が見つけたんですか。

(和田) 実は、私自身がこれに関わる研究を行ったんです。この成果はNature Communication などにも掲載されました。誤解のないよう付け加えさせていただきますが、この菌を持っているだけで必ず脳出血を起こすわけでは決して有りません。高血圧や動脈硬化、喫煙など、我々の側のリスクと相まって脳出血を発症すると考えられますので、この様な菌を持っていることを知ったうえで、ご自分の側のリスクファクターを減らすとともに口腔ケアに努めて頂くのが大切だと思います。

これに加えて気を付けて頂かなければならないのが母子感染です。実は虫歯菌の殆どは3歳までにお母さんから貰っ

ています。もちろんその他の方から貰っている可能性も有ります。場合によっては、おじいちゃん、おばあちゃんの可能性も有りますが、重要なことは自分が脳内出血を起こす特殊な虫菌を保菌しているかどうかを知ることが大切です。妊娠した場合、妊娠時高血圧症など血圧が高くなる場合が有ります。もし妊婦さんがこの特殊な虫菌を保菌しているとすると、脳出血のリスクは高くなると考えられます。また、ご自分の菌を子供さんに感染させてしまう場合も有ります。これらのリスクを減らすためには、やはり自分がどの様な菌を持っているかを知ったうえで、母子感染のリスクを減らし、生活習慣の改善、口腔ケアを行ってもらうのが重要ではないかと思えます。

(吉野) 口腔細菌以外に我々の健康に影響を及ぼすものとしては、どの様なものがありますでしょうか。

(和田) やはり腸内細菌が重要であると考えられます。昨今の健康ブームから、腸内細菌やヨーグルトなどのプロバイオティクスに関する関心が高まっています。これまでの研究から腸内細菌は我々の免疫系に大きな影響を与えるだけでなく、腸内細菌が作り出す様々な物質が代謝をはじめとする我々の健康維持に非常に重要であることが分かってきました。様々な病気との関係も指摘されていますが、まだまだ不明な点が多いのも事実です。そのなかであって、やはり直接的に影響が有るとされているのが潰瘍性大腸炎やクローン病といった難治性の炎症性腸疾患です。TVなどでは健康な人の腸内細菌を糞便移植によって患者さんの腸内に入れてやると、病気が改善した、などと取り上げられています。ただ実際は糞便移植が効果を示す人はそれほど多くありませんが。

(吉野) 潰瘍性大腸炎と云うのは安倍総理大臣が発症したことでも有名ですね。

(和田) はい。潰瘍性大腸炎は発熱・下痢・下血などの炎症状態と、炎症が治まっている「寛解」状態を繰り返す疾患で、根本的な原因は不明であり、以前は薬によるコントロールが非常に難しい疾患でした。現在は5-アミノサリチル酸（メサラジン）という薬によって寛解状態を維持できる患者さんが多くなり、仕事に復帰される方も増えてきました。しかし一方で、潰瘍性大腸炎の患者数は年々増え続けています。おそらく食生活の欧米化などが影響している可能性が有ります。先ほどの糞便移植の話と関係しますが、潰瘍性大腸炎など炎症性腸疾患の発症に腸内細菌が関わっていると云う話は以前から云われています。我々は腸内細菌に加えて、腸粘膜の透過性も重要ではないかと考えています。要するに腸内細菌叢と、透過性の維持と云う腸粘膜機能との関連性が様々な全身疾患発症を考えるうえでカギになるのではないかと考えています。

(吉野) 具体的にはどんな関係ですか。

(和田) 実は腸内細菌が我々の健康を維持するうえで重要であると云っても、細菌が産生した様々な物質が影響を与

えるためには、腸粘膜と云うバリアを通過しなければなりません。腸粘膜には栄養成分を吸収するだけでなく、身体に不必要なものや分子量の大きな物質は通過させないと云うバリア機能を持っています。ところが腸粘膜が障害を受けるとこのバリア機能に異常が生じ、腸粘膜の透過性が亢進する状態が起こります。これがLeaky Gut Syndrome (LGS) と呼ばれる状態です。近年、このLGS が様々な全身疾患の発症に関わっている可能性が指摘されています。

腸粘膜の透過性が亢進すると、本来粘膜を通過するべきではない様々な物質が血液中に入って全身を巡り、結果として様々な障害を起こすわけです。

(吉野) と云うことは先ほどお話になったNASH発症に腸内細菌叢、高脂肪食、薬物など色々なものが関係しますが、LGSによって腸粘膜透過性の亢進が起こると様々な物質が腸粘膜を経て血流に入って、肝臓をはじめ様々な全身疾患の発症、悪化が起こると云うわけですね。

(和田) そのとおりです。ある種の腸内細菌、高脂肪食、薬物などはいずれも腸粘膜透過性に影響を与える可能性が有ります。過度な高脂肪食を続けると腸粘膜バリア機能が低下しますし、なにより腸内細菌叢が変化します。この変化によっても腸粘膜機能が低下する可能性が有ります。これに加えてある種の薬物は腸粘膜バリアを障害します。そもそも内服薬などは殆どが腸から吸収されますので、腸への負担は大きいと考えられます。腸の機能が低下すれば、当然、内臓機能が低下、ひいては様々な内臓疾患へと繋がっていくのは避けられないのではないのでしょうか。

(吉野) どうしたら内臓疾患から逃れることができるかと云う問題がありますが、矢張り食の問題でしょうか。

(和田) 食生活の影響は非常に大きいと考えられます。食生活によって腸内細菌叢が変わる可能性が高いですし、腸粘膜バリア機能にも影響すると考えられます。なによりも我々の体自体が「食べたもの」から作られていることを考えますと、やはり「食生活を含めた生活習慣が大切」、と云うことになるのではないのでしょうか。

また、食生活の乱れは口腔環境の乱れにも繋がってきます。口腔環境の悪化は歯周病などを引き起こします。歯周病になると、口臭、と云うより悪臭が強くなります。歯周病は糖尿病や心血管疾患など万病に繋がる可能性が有りますから、歯周病にならないように心掛ける必要があると思えます。

(吉野) そうですか、何となく分かったような気になってきました。これを機会に歯周病にならないように頑張りたいと思いますし、もう歯周病になっているかもしれませんからそれがさらに悪くならないように頑張りたいと思います。

(和田) 歯周病にならないようにすることは大切です。全身疾患になってからでは遅いからです。

(吉野) 今日は先生のお話を聞いていますと、腸内で腸内

細胞の壁の関門を潜り抜けてきたものが血液に乗り全身を巡って、結果として口臭として体外に出ることになると要約できるのかも分からないですね。全く同じように、血液から脳の関門を通して脳に届くものが認知症の薬などとして大事になると云うのと関係があるかも知れないですね。認知症の薬の開発をやられている杉本八郎先生に聞きますと、試験管でやって、マウスでやって、人でやってもらって、それが脳に届くかどうかが大変で、さらに副作用が有るか無いかと随分色々あるようですね。

今日のお話を聞いていますと、口臭の分析から様々な病気の診断ができることがよく分かります。逆に薬とか手術とか色々な手段を使って治療する各段階で、口臭を調べることによって状況の変化を知る、要するに診断を同時に行うと云うことも可能かもしれませんね。

口臭とは同じではないでしょうが、逆に口の中に何かの香り、芳香性のもなどを入れて体内の疾病の治療ができることはありえないでしょうか。

(和田) 歯周病菌や虫歯菌を抗生剤・抗菌剤で完全に除菌することは非常に難しいです。ですので、これらの原因菌を保菌している方は、口腔ケアによって菌数を限りなくゼロに近づける方が現実的です。天然物やある種の芳香性を持つもので口腔内の細菌を減らせるようなものが有れば、結果的に全身疾患になるリスクを格段に減らすことができます。また、適切な口腔ケアをすることで発症した全身疾患の悪化を防いだり、症状が軽い場合は改善したりすることも認められています。適切な治療と口腔ケアをうまく組み合わせれば、非常に有効かと思えます。ただ一度悪化してしまった全身疾患を口腔内からのアプローチで完全に治すのは、現時点では難しいでしょうね。

(吉野) 大変よく分かりました。先生の分野が大きく進展することを祈っております。ところで、これから我々の様な技術者はどう云う視点で医学との関係に取り組んで行ったらいいとお考えですか。

(和田) 私の分野も含めてこれからは異分野交流・異分野融合によって新たなものを作り出すことが重要ではないかと考えています。やはり「餅は餅屋」なので、私どもは技術的なことは全くわかりません。しかし医療・研究の分野で様々なニーズが有ります。先生方にはそれを解決できるシーズを持っておられる場合があります。ニーズとシーズを結びつけるには、やはり異分野交流によって情報交換を行うのが一番重要ではないかと考えています。異分野の知識・知見・技術を結びつけることこそ、今求められているのではないかと思います。

(吉野) 今日はお忙しい中に来て頂いたわけですから、先生のお話をしっかり聞いて何かのヒントでも掴むことがで

きたらな、と思っております。先生どうかよろしくお願いたします。

(和田) こちらこそよろしくお願いたします。工科系の方にお話しする機会はそう多くはありませんので少し緊張しますが、よろしくお願いたします。

対談者経歴

【和田孝一郎】

昭和38年鳥取県生れ。大阪大学大学院薬学研究科修士課程修了、浜松医科大学大学院医学研究科博士課程修了（医学博士）後、1994年から鳥取大学医学部臨床薬理学講座助手、1997年から米国テキサス大学医学部のFerid Murad教授（ノーベル医学・生理学賞受賞者）のもとに留学。1998年からハーバード大学医学部に移り、Blumberg教授・Serhan教授のもとで消化管の免疫・炎症について研究。2000年からボストン大学医学部消化器内科客員教授として教育・研究に従事。2000年より大阪大学大学院歯学研究科講師/准教授として「口腔細菌による全身疾患発症」に関する研究をスタート。2014年から島根大学医学部薬理学講座教授、現在に至る。

趣味は特になし。しいて云えば読書（分野に偏りあり）とパワースポットめぐり。

【吉野勝美】

昭和16年12月10日島根県八束郡玉湯町生まれ。松江高等学校昭和35年卒、大阪大学工学部電気工学科、同大学院を経て、昭和44年大阪大学に勤務。昭和63年大阪大学工学部電子工学科教授、その後大阪大学大学院工学研究科教授に配置換え、東北大学大学院工学研究科電子工学専攻教授併任、平成17年大阪大学名誉教授。その間、ベルリン、ハーンマイトナー原子核研究所客員研究員、工学博士、電気学会副会長、日本液晶学会会長などを歴任、多数の国際会議の議長、役員などを努める。

平成19年4月から平成30年3月まで島根県産業技術センター所長。現在、島根県産業技術センター特別顧問を務める傍ら、大阪大学名誉教授、電気材料技術懇談会会長、経済産業省中国地域太陽電池フォーラム座長、関西電気保安協会理事なども務める。論文1550編、著書50冊、特許180件を超え、大阪科学賞、応用物理学会賞、電気学会功績賞、高分子学会高分子科学功績賞、日本液晶学会功績賞、IEEE(米国電気電子学会)フェロー、電子情報通信学会フェロー、電気学会フェロー、応用物理学会フェロー、電気学会名誉員を始め多数受賞するものの、生涯研究者を motto に電気電子に関わらず広い分野の課題、自然に関わる課題に関心を持っている。趣味は里歩き、故郷宍道湖でのたまの釣り。