

facebook
"keiokyuri"

新版

K y u r i z u k a i

窮理図解

2015 July
no.

19

慶應義塾大学理工学部広報誌

<http://www.st.keio.ac.jp/kyurizukai>

English versions are also available:

<http://www.st.keio.ac.jp/kyurizukai/english/index.html>

慶應理工の 大気環境化学

大気環境研究の新たな視点

応用化学科

おく だ と も あ き
奥田 知明

(准教授)



大気環境と 健康影響を科学で結ぶ

新しい手法と見方で、PM_{2.5}の真の姿に迫る

近年、健康への影響が懸念されている、直径2.5 μ m以下の微小粒子状物質PM_{2.5}。応用化学科准教授の奥田知明さんは、そのPM_{2.5}と、より大きな粒子の捕集技術の確立、さらには粒子の表面積濃度、帯電状態といった、物理化学特性の解明に取り組む。既成概念にとらわれることなく、新しい手法で物質の未知の特性を調べ、大気環境の真の姿を明らかにすることにより、人々の健康に役立てることを目指している。

サイクロン方式でPM_{2.5}を捕集

2013年、中国の大気中におけるPM_{2.5}の濃度が急上昇し、日本への影響が懸念されたことから、PM_{2.5}が大きな社会問題となった。大気汚染による公害問題は、それこそ19世紀まで遡るが、そのなかで直径2.5 μ m以下の微小粒子状物質について、より深刻な健康被害をもたらす可能性が指摘されるように

なったのはずっと後の1970年代以降のことである。

粒子が細くなることで、それは鼻腔や気管にとどまらず、肺胞深くまで汚染物質が到達し、呼吸器や循環器の疾患を引き起こす原因になることが問題だという。その対策として、米国では1997年に、日本では2009年に環境基準が定められた。

その後、各国でPM_{2.5}の研究と対策

が進められる中、奥田さんは、その捕集技術と物理化学特性の研究の両方に取り組んでいる。

「なぜ、捕集からやるのかといえば、実際の大気から採取した物質で実験をしない限り、人体への真の影響は解明できないと考えるからです。そこで、まずは、大気中の粒子状物質を大量に集めることから始めました。」

従来、大気中のPM_{2.5}を捕集する技術としては、フィルターによるろ過方式が用いられてきたが、奥田さんは遠心力によるサイクロン方式を採用している。実はこれまで、サイクロン方式は、微小な粉塵の捕集には不向きだというのが常識だった。

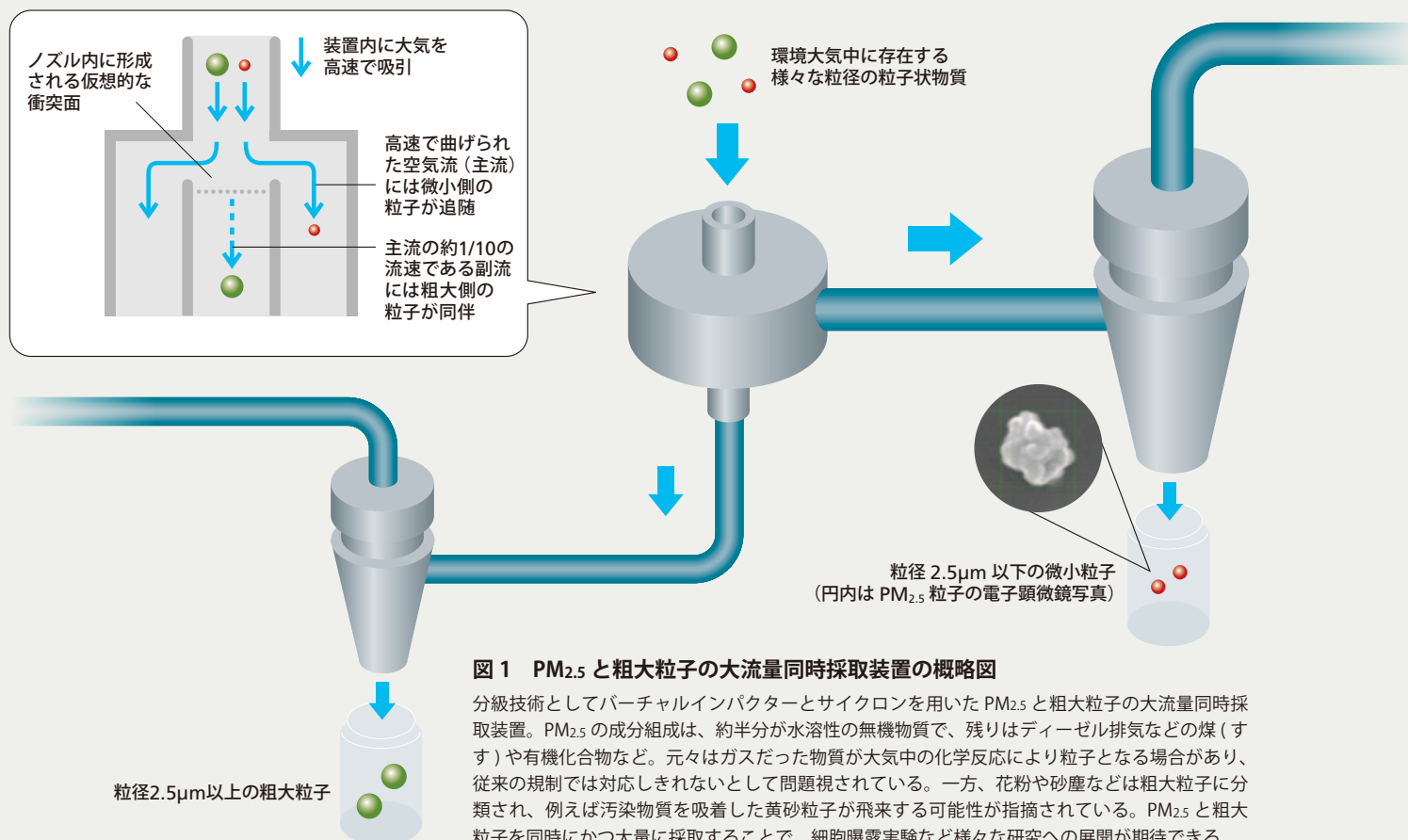


図1 PM_{2.5}と粗大粒子の大流量同時採取装置の概略図

分級技術としてパーチャルインパクターとサイクロンを用いたPM_{2.5}と粗大粒子の大流量同時採取装置。PM_{2.5}の成分組成は、約半分が水溶性の無機物質で、残りはディーゼル排気などの煤（すす）や有機化合物など。元々はガスだった物質が大気中の化学反応により粒子となる場合があり、従来の規制では対応しきれないとして問題視されている。一方、花粉や砂塵などは粗大粒子に分類され、例えば汚染物質を吸着した黄砂粒子が飛来する可能性が指摘されている。PM_{2.5}と粗大粒子を同時にかつ大量に採取することで、細胞曝露実験など様々な研究への展開が期待できる。

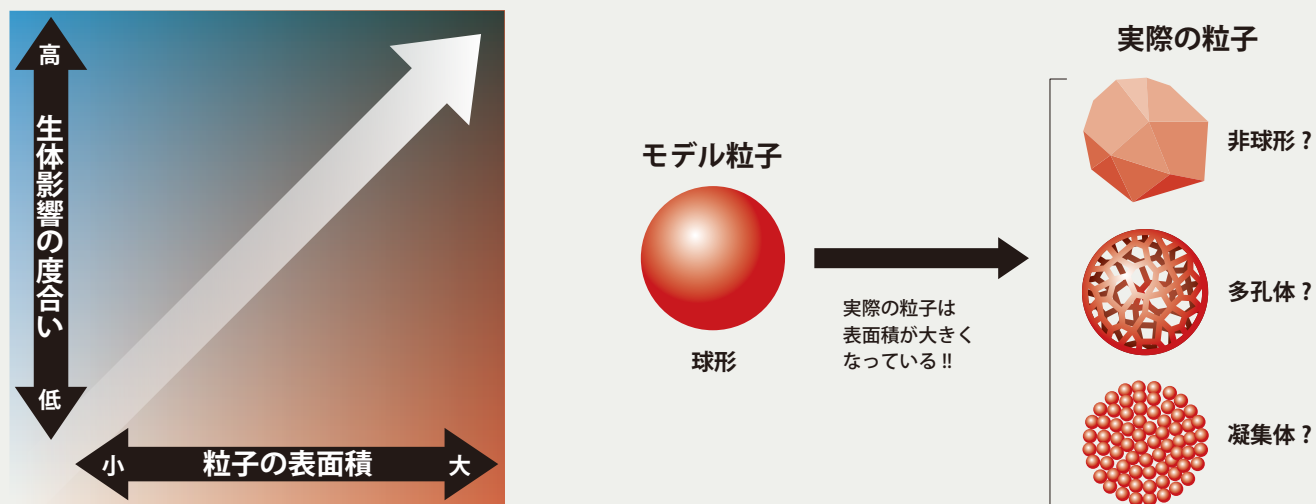


図2 微小粒子状物質の表面積と生体影響

同一の化学組成を持つ物質であっても、その表面積が異なると、生体への影響が異なる場合がある。粒子の表面積が大きくなると、粒子表面の化学反応や汚染物質吸着促進のため、生体への有害性が高くなる可能性がある。実環境大気中の粒子は球形ではなく、非球形や凝集体であると表面積は増大するが、その実測はこれまでにほとんど行われていない。

「フィルターだと目詰まりしますし、フィルターに吸着したまま取り出せない物質もあるはずです。そこで、フィルターを使わない方法としてサイクロンを採用したのですが、従来、サイクロンは大きい粒子の捕集に使われていて、PM_{2.5}の採取に使用したという論文はわずかしかなかった。ところが、実際にやってみるとほとんど採取できてしまった。いまだにサイクロンの専門家には信じてもらえません」と言って奥田さんは笑う。

そもそも大気粉塵には、PM_{2.5}とともに、鼻や喉に悪影響を及ぼす花粉など、粒径が10μm弱程度の大きな粒子も多く含まれる。そこで、奥田さんはサイクロンを2つ用いて、1分間に1,200リットルの大気を吸い込む流路に工夫を凝らし、流速を変えることで二系統に分ける「バーチャルインパクター」により、同時に大小の粉塵を選り分けて捕集する独自の装置を開発した。

「反響が大きく、今では僕の手法に倣った装置が各地で取り付けられ始めています」と、奥田さんは自負している。

表面積濃度をリアルタイムに測る

奥田さんの最近のもう1つの研究が、粒子状物質の表面積濃度をリアルタイムに測る研究である。

「これまで、PM_{2.5}の化学組成だけが問題とされてきましたが、実は物質の状態により生体へ与える影響に違いがあるのです。例えば、PM_{2.5}のほとんど

は、小さな粒子が凝集した集合体ですが、集合体は表面がでこぼこで、たんなる球体に比べて、表面積が大きいのです。そのため、より生体に悪影響を及ぼすことがわかっています」。

カーボンナノチューブとマウスによる吸入実験では、粒子の表面積が大きくなるにつれ、マウスの気道組織の炎症が促進されることが確認されている。また、表面積の大きさに比例して、大気中の有害物質を粒子表面に吸着しやすくなる。そこで、奥田さんは、「拡散荷電法」により、イオンを発生させたチャンバー内に試料をくぐらせ、粒子を帯電させて、下流でその電流値を測ることにより、リアルタイムに表面積濃度を割り出す装置を利用。2013年より、データ収集に取り組んでいる。

「2015年3月からは福岡大学、産業技術総合研究所、国立環境研究所などと共同で、より多くの化学成分濃度と粒子の表面積をリアルタイムで計測し、時系列による違いを観察し始めています。現在の環境基準では質量しか定められていませんが、いずれ、表面積濃度も指標の1つに加えられるようになるかもしれません」。

微粒子の帯電状態を調べる

さらに近年、粒子が生体内へ吸入される際に、粒子の荷電数に伴い、生体

への沈着量が増加することが明らかになってきた。

「人体の気道模型による実験では、帯電している粒子のほうが、していない粒子に比べて約6倍も多く気道に吸着することが明らかになりました。ということは、大気中の有害物質の濃度が6倍高いことと同じですね。しかし、ここに着目している研究者は、ほとんどいません」。

そこで、奥田さんは、電極板の間に粒子を通過させ、流路を分岐させた下流の粒子数を粒子カウンターで測定するという「電気移動度法」により、粒子の帯電状態のリアルタイム測定にも取り組んでいる。

「面白いのは、時々刻々とプラスとマイナス、それぞれに帯電している粒子のバランスが変わることです。宇宙線の影響だけでこれほどまでに変わることは考えられないため、ほかに排気ガスや高圧電線など、何らかの原因があるはずですが、これまでほとんど調べられてこなかった。当然、装置もすべて手づくりです。未知の領域だけに、大きなやりがいを感じています」。

既知の世界も、既成概念を取り払って見方を変えれば、未知の世界が広がっている。奥田さんのユニークな視点が、大気環境のさらなる知見を生み出すことに期待したい。

(取材・構成 田井中麻都佳)



勉学にバスケットにピアノに、 継続する力が成果を生んできた

兄姉の影響で始めたピアノにバスケットボール。いずれも自分の意思で始めたわけではなかったが、継続することでしか得られない数々の喜びを経験してきた奥田さん。ピアノやバスケットを通じて培われた継続する力と、環境の変化の中で養われた物事を客観視する力が、研究の成果へとつながっている。

——どんな幼少期を過ごされたのですか？

出身は東京都福生市で、3人兄弟の末っ子です。7つ違いの兄と5つ違いの姉の影響で、4歳からピアノを始め、就職する27歳までずっと習い続けていました。兄たちも幼い頃から弾いていたので、ピアノを弾くのは当たり前だと思っていました。

父は高校教員から大学教員になって、私大の文学部で社会教育学を教えていました。夕方6時には必ず家に帰ってくる生活で、よく学生たちを家に呼んでは、読書会や飲み会をやっていて、実に楽しそうでした。

その父の背中を見て、いずれ自分も大学教員になろうと思うようになったのです。実際は、文系と理系では生活がかなり違って、想像とはかけ離れた忙しい毎日を送っています。

——勉強の方はいかがでしたか？

両親からは、数学と国語だけはしっかりやりなさいと言われていましたが、とくに勉強しろと注意された記憶はありません。小中学校までは、勉強で苦労したことはなかったと思います。高校は、都立立川高校へ進学し、早くから理系を目指しました。

高校3年のとき、将来は環境問題の解決など、人の役に立つことをしたいと考えるようになりました。そこで、進路は工業化学系を目指そうとしていたところ、当時の化学の先生だった大町先生から、「将来、化学の応用分野に進みたいのであれば、

大学では基礎をしっかり学んだほうがいい」とアドバイスをいただきました。そういうものかと、大学は東京都立大学（現・首都大学東京）理学部化学科へ進学しました。

大学に入学すると、中高と続けてきた体育会のバスケットボール部に所属しました。連日、練習で疲れきってしまい、授業には出るものの、いつも教室の最前列で寝ている日々でした。

実は、そのバスケットも兄と姉の影響で始めたんですよ。本当は野球をやりたいかったのですが、結局、バスケットをやることに。ピアノもバスケットも自分の意思で始めたわけではないんですね。もっとも、それを後々まで続けているのは、意思の力ではありますが…。

ちなみに、バスケットは頑張って週一で続けています。応用化学科の学生たちと一緒に試合に出て、塾長杯で優勝したこともあります。

一方ピアノは、27歳までは、年に3回ほど発表会で演奏していました。その後始めたジャズやフュージョンなどのバンドでは鍵盤パートを担当し、アメリカ留学をした32歳まで続けていました。オリジナルバンドでインディーズから2枚のCDをリリースしたほか、ライブハウスや矢上祭（学園祭）などステージでも何度も演奏したことがあります。いまは、多忙になってしまったので、演奏活動はお休み中です。

兄弟の影響は、研究にも及んでいます。実は兄は、分析機器メーカーに勤めるX線装置の技術者で、私の研究にヒントをくれたことがあるのです。以前、PM_{2.5}中の金属成分の多元素同時分析法として、従来の酸分解／ICP-MS法ではなく、「エネルギー分散型蛍光X線分析法（EDXRF）」を使って、簡便かつ短時間に精度よく分析できる手法を開発したんですね。そのエネルギー分散型蛍光X線分析を勧めてくれたのが兄でした。

この方法はこれまで、感度が低く、微量分析には適さないと考えられてきたのです。そこへ工夫を凝らして条件を調えることで、約15種類の元素について、1試料あたり約15分で分析できるようになりました。この研究の成果により、「2014年度エアロゾル学会論文賞」および「鉄鋼環境基金第4回助成研究成果表彰【鉄鋼技術賞】」を受賞しました。



——研究に本腰を入れ始めたのはいつ頃ですか？

大学4年のときに、環境・分析化学系の研究室に所属したのですが、10月まで体育会バスケット部で活動していたので、本気で取り組み始めたのは修士に入ってからです。

ただ、最初は大気の研究ではなく、湖の堆積物から汚染物質を取り出して分析機器で調べていました。ボーリングでコア(円柱形の堆積物のサンプル)を取り出すと、時系列で汚染の状況が変化していく様子がわかるのです。実際に、赤城山麓の湖へ行って手漕ぎボートを操ってコアの採取をしたりしました。

ただ、過去の汚染状況を調べることに、しだいにもどかしさを感じるようになりました。人の健康の役に立つためには、まさに今起きていることを調べたいと思うようになり、修士の2年目くらいから大気の研究にも取り組み始めたのです。

その後、大学教員を目指していたため、企業への就職活動はせずに、そのまま博士課程へ進みました。ただし、指導教官の先生が退官されるタイミングだったこともあり、博士課程は東京農工大学へ移りました。もっとも、主要な計測装置は都立大学にしかなかったので、その大半は農工大と都立大を行き来する日々でした。

博士課程で研究していたのは、土壌や大気に含まれ、人体に有害とされるベンゼン環(6個の炭素原子からなる正六角形の構造)からなる化合物で、その発生源の特定や輸送経路などです。当時は、フィールド調査にもよく行きましたね。

——慶應義塾大学へ来られたきっかけは？

博士課程3年の2001年に、慶應義塾大学の公募に応募したのです。それまで慶應義塾にはまるで縁がなかったので、まさか採用されるとは思いませんでした。

その後、2007年から08年にかけて、米国ウィスコンシン大学への留学を経験しました。ここでやっていたのは、ディーゼルエンジンの排気ガスの浄化に関する研究です。初めての留

学で英語では苦労しましたが、非常にいい経験になりました。いかに日本という国が住みやすく、社会システムが整備された恵まれた国であるかを実感しました。基礎学力についても、日本人のほうが格段に優れているように思います。

たとえ研究者でなかったとしても、自国のことを客観的に見るためには、一度は海外へ出るべきでしょうね。現在、大学で国際交流委員を務めているのですが、学生たちに全力で海外留学を薦めているところです。

——慶應義塾大学の良さについて教えてください。

やはり、教員、職員、OB組織を含めて、福沢諭吉先生の理念が浸透しているところでしょうか。皆が理念を共有しているからこそ、けっして方向性がブレないのが最大の良さでしょう。例えば、海外への留学についても、全校あげて手厚いサポート体制があるのは素晴らしいことだと思います。とくに職員さんの献身的な働きには、いつも感謝しています。

本当に働きやすく、学びやすい環境だと思います。外部の大学から来たからこそ、その良さがよく見えるんですね。やはり「視点を変えてさまざまな物事を見る」ということは、とても大事なことだと思います。

◎ちょっと一言◎

学生さんから：

●非常に熱心に指導をしてくださる先生で、ときに厳しく叱ってくださることも。社会に出たときのことを考えて、話し方からプレゼンの方法まで指導してくださる先生は、なかなかいらっしゃらないと思います。一方で、OFFのときは学生と一緒に飲んだり、スポーツをしたり…。活気のある楽しいところです。

(取材・構成 田井中麻都佳)

さらに詳しい内容は
<http://www.st.keio.ac.jp/kyurizukai>

勉強も、趣味も、全力で取り組むことで、
その先のブレークスルーが見えてくる。
自分を信じ、妥協せず、継続したい。

奥田 知明

Tomoaki Okuda

専門は環境化学、大気化学、エアロゾル工学。生体有害性に関連する大気エアロゾルの物理化学特性の解明を目指して、既存の概念にとらわれない新たな手法を自ら開発しながら研究に取り組んでいる。1997年東京都立大学理学部化学科卒業、同修士課程を経て、2002年東京農工大学大学院連合農学研究科博士課程修了、博士(農学)。同年、慶應義塾大学理工学部応用化学科助手、2007年同専任講師。2007～08年、米国ウィスコンシン大学マディソン校客員講師。2015年慶應義塾大学理工学部応用化学科准教授。Asian Young Aerosol Scientist Award(2015年6月)ほか受賞。





屋上での実験

大気環境研究を行っているため、屋上での実験が多くなります。たくさんの観測機材を屋上に設置して常時稼働させているほか、詳細なデータを得るために測定機材を持ち込んで実験したりもします。機材の運搬は力仕事で、天候にも左右されますが、自分で設計・製作した装置を使って実験を行い、興味深いデータが得られた時の嬉しさは大きいものです。

音楽活動

4歳の頃からクラシックピアノを習っていて、年3回は発表会に出ていました。大人になってからはバンドも組み、“almi”というバンドでCDを2枚リリースしたほか、矢上祭（学園祭）のメインステージでも演奏しました。“おこたむら”というジャズフュージョンバンドでも活動していましたが、仕事と育児が忙しくなり、今は音楽活動をお休みしています。



学術賞の授賞式

幸運なことに、ここ3年の間に5つの学術賞をいただくことができました。研究は1人の力でできるものではありません。学生さんの普段の頑張りはもちろん、企業の方の協力や、慶應義塾内外の研究者の方々と議論を経て、研究成果を公表することができるのです。周囲への感謝の気持ちを忘れずに、日々の研究に励んでいきます。



スポーツ in アメリカ

留学のために渡米した直後は英語をうまく話せなかったのですが、スポーツは万国共通！ということで、サッカーのほか、バスケットボール、スノーボードなどを通じて世界中から来ていた多くの人たちと友達になりました。

奥田知明の ON と OFF

ON の時間も OFF の時間も、
大勢の人と一緒に過ごすのが
大好きです。



講演や取材

大気環境問題は一般の人々の関心も高いことから、講演や取材を依頼されることもよくあります。自分達の研究成果を少しでも社会に還元し役立ててもらうため、可能な限りお引き受けして、科学的知見に基づいた環境問題の解説を行います。



バスケットボール

学生時代は体育会バスケットボール部に所属していました。今でも週1回のバスケットは欠かせません。応用化学科の3年生の皆さんと一緒にバスケット長杯で優勝したこともあります。社会人の仲間と行く年1回のバスケット合宿をとっても楽しみにしています。



排ガス浄化実験 in アメリカ

アメリカ留学中には、燃料に触媒を加えることでディーゼル排気ガスを浄化する実験を行いました。人間の身体よりも大きい実験装置を自分で車に乗せて運び、1人で組み立ててサンプルを取りました。研究成果は留学中に論文として投稿し、帰国後に受理・出版されました。

育児

子供は毎日毎日を本当に全力で過ごしていて、見習うべきことが多いなあと感じています。あまりに元気過ぎるので、学生さんを呼んでお相手してもらおうこともあります。親である自分自身が毎日を一所懸命に生きることを見せることで、健康で誠実な人間に育って欲しいと願っています。



私の 本棚

My favorite books



● Aerosol Measurement: Principles, Techniques, and Applications

私が専門とするエアロゾル科学に関して、「測る」という観点から網羅的に解説されている本です。写真は Second Edition ですが、現在は Third Edition まで出ています。1000 ページを超える分量で、事典のように利用できます。新しい研究アイデアを思いついた時には、まずこの本を調べて、すでに過去に解明されているものではないかを確認します。

● **日本の論点** 環境問題は、半分以上は人間社会の問題ですので、最新の社会情勢に常に目を向けていることは重要です。私も、大前研一氏ほどではないかもしれませんが、どのようにしたらより良い社会を構築できるか、ということには常に興味を持っています。

● **(おまけ) バンドの CD 2 枚** 1st album “rise in the rainbow” と、2nd album “from the center of fountain” です。2 枚目のリリースと同時にバンドは解散してしまいましたが、良い思い出です。演奏やコーラスに加え、作詞や作曲、CD 制作時のレコーディングエンジニアにミキシング、ジャケットデザインなども担当しました。

● Introduction to Atmospheric Chemistry (和訳本は「大気化学入門」)

エアロゾル科学は、媒体である大気中における媒質としての粒子を扱う学問ですが、媒体としての大気そのものを理解することも非常に重要です。原典は英語版ですが、同一内容の日本語訳本が出ているため、初学者には特にお薦めです。

● エアロゾル学の基礎

エアロゾル科学は、大気環境のほかに、労働衛生、クリーンルーム、粉体輸送、薬品工学など、様々な分野と密接に関連しています。本書はこれらの基礎となる重要な部分を対象としたもので、200 ページ程度とそれほど厚いものではありませんが、内容を全て理解するのは研究者であっても簡単ではありません。

● **アイデアのつくり方** 社会人同士の勉強会で題材となった本です。わずか 58 ページと短く、原著の初版は 1940 年と古い本ですが、名著です。マーケティングやビジネスにおけるアイデア論なのですが、対象を「研究」に置き換えてもそのまま現代に通じます。巻末の言葉が心に刺さるので、紹介します。「最後に一つ、重要な注意事項がある。それは方法論や道具に凝ることなく、直ちに仕事を始めよということである」。

● **禅の言葉に学ぶていねいな暮らしと美しい人生** 人生にはなかなかうまくいかない時もたくさんあります。心が騒がしくなった時、落ち着く方法を知っておくことは悪いことではないでしょう。かのスティーブ・ジョブズ氏も、禅の影響を受けていたことは有名な話です。「これからは、ていねいな暮らしを心がけよう」と思うことができる本です。

PM_{2.5} 問題の実態

～一次情報を参照することの重要性～

奥田 知明

わが国では 2009 年に PM_{2.5} の環境基準が定められ、また 2013 年には中国において深刻な PM_{2.5} の高濃度現象が大々的に報じられるなど、PM_{2.5} は一種の社会問題になりました。私は 10 年以上前から研究者として PM_{2.5} に関わってきましたが、まさか自分の研究対象が「流行語」になるとは夢にも思いませんでした（第 30 回 2013 ユーキャン新語・流行語大賞「トップテン」）。

しかし、各種メディアによる PM_{2.5} 関連の報道には、違和感を覚えることも数多くあります。私の知る限り、PM_{2.5} の現状は次の通りです。① 日本の平均的

な PM_{2.5} 濃度は、特に近年上昇傾向にあるわけではありません。② 2013 年 1 月には、確かに中国の PM_{2.5} 濃度は例年よりも高かったのですが、同時期に日本の PM_{2.5} 濃度は上昇していません。③屋外の PM_{2.5} 濃度が極端に高い場合を除き、屋外と室内の PM_{2.5} 濃度にほとんど違いはありません。④ PM_{2.5} 対策としてマスクを着用しても、多くの場合は気休め程度にしかなりません。一般的には、マスクと顔を完全に密着させて着用することが困難だからです。……いかがでしょうか？ 各種メディアの報道から受ける印象とは、かなり異なっていたのではないのでしょうか。特に 2013～14 年にかけては PM_{2.5} に関する講演を何回もお引き受けしたのですが、このような話をする

と皆さん一様に驚かれていました。実は、上記の根拠となるデータは全て、

信頼性の高い公的機関により公開されています。すなわち、誰でも一次情報を参照することができるのです。一方、各種メディアの報道は、残念ながら一次情報を正しく伝えているとは言えないケースを多く見かけます。「なぜこの一次データから、そういう解釈になるんだ!」と感じる機会も一度や二度ではありません。

PM_{2.5} 問題に限りませんが、気になるニュースを目にした時に、可能な限り一次情報を参照して、自分なりにデータを解釈することができる能力は非常に重要です。情報が氾濫している現代において、この能力を鍛えることは必須だと私は考えています。そこで、私の授業では、環境問題をテーマにしたディスカッションを通じて、信頼できる一次情報に基づいた自分の意見を持つことを目標にしています。

理 工 学 Information

KEIO TECHNO-MALL 2015

第 16 回 慶應科学技術展

「育てる産学、育つ夢」

KEIO TECHNO-MALL（慶應科学技術展）は、慶應義塾大学理工学部・理工学研究科の研究成果を広く発信し、共同研究や技術移転など、産学官連携のきっかけとなる出会いの場を提供するイベントです。

出展ブースでは、教員や学生が実機のデモやポスター展示を通じて、来場者に研究成果のプレゼンテーションを行っています。毎年、企業や官公庁、他大学などから、多数の方々のご来場をいただいています。



© 慶應義塾大学



日時：2015 年 12 月 4 日（金）10:00～18:00

場所：東京国際フォーラム地下 2 階（展示ホール 2）

メインイベント

「脳・心と幸せ」 システムデザイン・マネジメント研究科 前野 隆司 教授 他

ラウンドテーブルセッション

「環境への工学的アプローチ」 機械工学科 植田 利久 教授（ファシリテータ）

「知能ロボットと人の未来」 管理工学科 山口 高平 教授（ファシリテータ）

編集後記

奥田先生は PM_{2.5} の問題に真摯に取り組まれています。その姿勢が取材中にもよく現れていました。特に、みなさんに PM_{2.5} についての正しい知識を知ってほしいという気持ちが随所に見受けられました。みなさん、このページのコラムもぜひ読んでください。PM_{2.5} のイメージが変わるかもしれません。

表紙の写真は、先生自作の屋外にある捕集装置と奥田先生のコラボレーションを試みたものです。デザインができるまでは、どのような仕上がりになるのか、想像できませんでしたが、青空のような背景も見事に再現され、奥田先生の研究がイメージできる仕上がりとなりました。

（松林真奈美）

新版 窮理図解

No.19 2015 July

編集	新版窮理図解編集委員会
写真	邑口京一郎
デザイン	八十島博明、石川彦彦（GRID）
編集協力	サイテック・コミュニケーションズ
発行者	青山藤詞郎
発行	慶應義塾大学理工学部 〒223-8522 横浜市港北区日吉 3-14-1 問い合わせ先（新版窮理図解全般） kyurizukai@info.keio.ac.jp 問い合わせ先（産学連携） kl-liaison@adst.keio.ac.jp
web 版	http://www.st.keio.ac.jp/kyurizukai
facebook	http://www.facebook.com/keiokyuri