

# Research Expectations

特集：進化する表面工学



関東学院大学

<http://univ.kanto-gakuin.ac.jp/>



# 科学技術は、 未来を創造できるか？

明治4年に横浜を出発した、岩倉使節団。  
彼らを乗せた「アメリカ」号は、3週間あまりをかけて、米国・サンフランシスコに到着しました。  
今や、同じ距離を移動するのに、航空機で半日を必要としません。

幕末期の江戸―長崎間では、飛脚が10日をかけて手紙を運んだといひます。  
今や、世界のどこであれインターネット環境さえ得られれば、コミュニケーションにおいて、  
時間という概念は消滅したも同然です。

近代とともに到来した「科学技術」は、わが国で必要不可欠な存在になっていきます。  
特に20世紀後半以降、科学技術の発展を下支えたのが「めっき」に代表される「表面工学」の技術です。  
第2弾となる今回の「Research Expectations」の特集は、その「表面工学」。

関東学院大学が、プラスチックにめっきを施す技術の実用化に世界で初めて成功したのは、1962年のこと。  
この技術は、直後にバンパーなどの自動車部品に応用され、日本車の軽量化に貢献し、燃費向上につながります。  
日本車は世界を席卷し、自動車産業はわが国の基幹産業へと成長するのです。

関東学院大学が研究に取り組んできた表面工学の技術は、  
その後、半導体基板や電子機器のプリント基板にも応用されていきます。  
高度な情報化社会に欠かせない通信デバイスの多くに、関東学院大学の知見が用いられたのです。

21世紀を迎えて、間もなく20年。  
交通網の発展や、情報化社会の高度化は、その歩みを止める気配はありません。  
仮想空間と現実空間が高度に融合する「超スマート社会」は、目前に迫ってきています。  
誰もがネットワークやIoTを活用し、新たな価値を創造することができる社会で、  
「表面工学」の技術は、ますます欠くことのできない存在になりつつあります。  
さらには、人々の健康に貢献するという新しいフェーズにも突入しようとしています。

科学技術が創造しようとする「未来」の姿。その一端を、本冊子を通じてご覧ください。

－無限の可能性を秘めた表面工学－  
未来を創造するイノベーション





本間 英夫

HIDEO HONMA

関東学院大学 特別荣誉教授  
材料・表面工学研究所 特別顧問

[学 位] 工学博士  
[専門分野] 表面処理

高井 治

OSAMU TAKAI

関東学院大学 大学院 工学研究科 教授  
材料・表面工学研究所 所長

[学 位] 工学博士  
[専門分野] 材料工学、表面工学

## 実績が積み上げた信頼と産学連携の形

関東学院大学と表面処理技術の関係には長い歴史があります。旧制専門学校時代の1946年に実習工場を学内に設立。1962年には世界で初めてプラスチックめっきの工業化に成功しています。これはのちに関東化成工業株式会社の事業として現在にまで至っており、昨今よく聞く「大学発ベンチャー」の先駆的な存在でもあります。大学内でも研究活動は引き続き行われ、その主体となっているのが材料・表面工学研究所です。

すっかり聞きなれた産学連携という言葉ですが、この研究所と産業界の連携は、他と違う特徴があると本間は言います。

「普通の産学連携は企業からの委託研究や企業との共同研究という体制をとることが多いように思いますが、ここは『技術供与契約』を結ぶという形をとっています。現在は60社ほどの企業と契約を結び、保有している特許技術を、連携している企業が優先的に使えるようにしています。」

現在所有している特許は約80件ですが、申請中のものも合わせると150件ほどにもなります。「特許内容の信頼感に加え、契約の格安感もあるのか、連携件数は年々増えています。我々が商売をするわけではないですから、できるだけ有効に使っていただくことが大事です」と高井は笑います。

1962年 世界で初めてプラスチックめっきの工業化に成功

1969年 学校法人関東学院が出資し、関東化成工業(株)設立

「大学発ベンチャー」の先駆的な存在



湘南・小田原キャンパス

# 進化する表面工学で未来を輝かせたい

## INTERVIEW 01

### 恵まれた環境で分野の即戦力を養成

「めっき」という言葉に、どんなイメージを持っていますか。「すぐ剥がれてしまうもの」というイメージが頭を巡った人は、ご用心。今どきのめっきはそんな脆いものではないようです。それどころか、めっきを始めとする表面処理技術は日本の基幹産業である自動車をはじめ、携帯電話や各種センサーなどの精密機器、さらには医療分野にまで貢献するような、今の世界になくてはならない重要な技術になっています。

この表面工学分野の研究開発・産学連携において、学会や産業界をリードする活躍を見せているのが、湘南・小田原キャンパスにある「材料・表面工学研究所」です。「今年の春新たに昇任した3人の教授に加え、研究所には多くのスタッフが揃っています。2017年に横浜から小田原へと移転したことで、研究環境だけでなく周辺の環境もとても充実し、海外にある研究所にもならぬ劣りません」と、特別顧問で関東学院大学特別荣誉教授の

本間英夫は胸を張ります。

研究所が持つ活動の軸は、表面処理技術の研究・開発だけにとどまりません。「私たちは企業の高度技術者の養成も主眼にしています。現在大学院博士後期課程に在籍し、ここで研究している人は皆、勤務している企業からサポートを得て研究しています。ここで得たノウハウは企業に戻ったらすぐに生かしてもらえよう」と所長の高井治は続けます。



## 材料・表面工学研究所と産業界の連携



技術供与契約

材料・表面工学研究所

所有している特許は約80件  
申請中のものも合わせると150件

企業(約60社)

特許技術を連携している企業が  
優先的に使える



# 長所を伸ばし、 短所は克服して社会に貢献



「表面処理技術」は、大きく分けて2つのプロセスからなっています。一つは、めっきのように水溶液を用いた化学反応で材料表面を加工する「ウェットプロセス」、もう一つはスパッタリングや真空蒸着などの真空や大気圧中で処理を行う「ドライプロセス」と呼ばれるものです。「金属はウェット、化合物はドライ」というようにそれぞれ得手不得手があります。しかしコストや効率面などを考慮すると、短所をそのままにしておけません。克服するのは大変なのですが、その先にはより豊かな

社会が繋がっています」と高井は話します。

関係の深い自動車業界をとっても、車体に関連する部分だけでなく、センサーやバッテリーなどに使われる電極・半導体基板にもめっき技術が使われています。それだけでなく今後は医療、通信、エネルギーなど、人々の生活の基盤となる分野の技術革新に関連してくることは間違いありません。「今研究していることは、なんでも社会と繋がります。ここでは基礎、応用、実用化まで手がけていますから」と本間は語ります。

また、長い間つきまとっている「めっき＝環境汚染」というイメージについても「ゼロディスチャージ（排出ゼロ）」を掲げて取り組んでいます。研究所では、生活排水以外は全く出さず、めっきで使う金属の溶液はタンクに貯めて、専門業者へと渡しています。めっき洗浄用の水は専用の流しにだけ流して、専用のろ過装置とイオン交換装置で純水に変えて使っています。「閉鎖空間である宇宙ステーションと同じですよ」と本間は強調します。

## 表面工学研究に訪れる未来像

情報化社会を支える高速伝送用の回路基板製作や、高効率化を可能にする高速めっき技術や平滑基板へのめっき技術などの先端研究に力を入れる研究所ですが、直接学部から大学院に進学する学生だけでなく、企業の高度技術者の養成・再教育にも力を入れています。研究所をリードする二人の頭には、「年齢に関係なく人々が活躍できる」という未来の社会像が思い描かれているようです。「高齢化が急速に進むと、手を動かせる人が

一人でも多く必要になるだけでなく、残された人生で新しいことに挑戦したいという人も増えるでしょう」と高井は力を込めます。

「50年前に培っためっき技術は、50年後の現代社会を支えています。ということは、今やっている研究は確実に数十年先の未来社会へとつながることなんですよ」と熱弁する本間は、さらなる野望も描いているようです。「これまでも『人になれ 奉仕せよ』という校訓のもと、来るものを拒まず、社会的な

活動に対してはとてもポジティブな姿勢でいました。せっかくなので、今後はこれまで関わることのなかったような、もっと他の分野・領域とも関わりたいと考えています。そこで大事なのが考えすぎないこと。動きながら考える。"Do and see , Don't think too much"ですよ」と話す笑顔は、どうやら次の時代をすでに見据えているようです。

## 考えすぎないこと 動きながら考える Do and see , Don't think too much







## コルドニエ・クリストファー

Cordonier Christopher Ernest John

材料・表面工学研究所 客員研究員

〔学 位〕博士(理学)

〔専門分野〕物理学、有機化学、材料工学、表面工学

## INTERVIEW 02

### 細胞にまで優しい 「飲める金めっき」

近年加速度的に進歩を遂げる、再生医療の世界。今では培養した自分の細胞を使った治療も現実のものとなりつつあります。しかし、課題も多く残されています。その一つが「複雑な形状を再現できない」というものです。細胞を培養する際、シャーレのような平らな環境で行うことがほとんどであり、どうしても培養された細胞は平面的な構造になってしまいます。

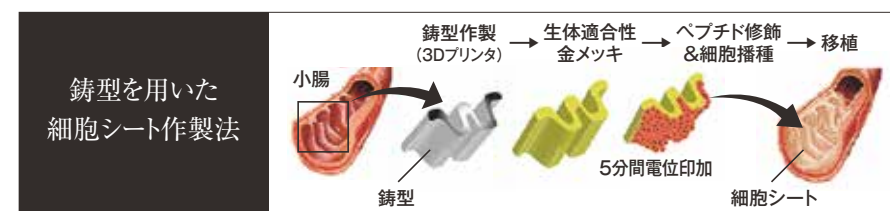


たとえ万能細胞と言われるiPS細胞(人工多能性幹細胞)でも、現状では立体的な形状を再現することがとても困難なのです。この問題の解決に結びつくような研究を進めるのが、客員研究員のコルドニエ・クリストファーです。表面処理技術と細胞、一見すると関係なさそうに聞こえる二つの技術を結びつけたのは「金」の存在でした。

細胞は周囲の環境に敏感で、少しでも条件が悪ければ培養できません。金は生体への影響がとても少ない金属で、これまでも細胞培養シート上には金薄膜が使われてきました。これまでめっき技術では途中で生体不適合な物質を使うため、「ドライプロセス」と呼ばれる手法で薄膜生成を行っていました。

しかしこの手法は装置が大掛かりで、かつ複雑な形状の物体への薄膜生成が難しいという弱点があったのです。クリストファーが取り組んだ研究は医学的に問題がない材料だけを使った「飲める金めっき」とも呼べるものでした。「人体に使うと毒性がなくても、細胞はもっと敏感。悪くないものではなく、むしろ使えば体が健康になるような物質を使ってみました」とクリストファーは話します。

開発しためっき技術を3Dプリンタで再現した型に施し、表面に細胞を培養したのち、剥がして移植できるかどうかについても横浜国立大学などとの共同研究が進んでおり、現在とても良い結果がでています。「違う仕組みのめっきが作りたかったというきっかけで始めた研究ですが、この研究所で他分野と結びついたことが成果に繋がっています」。



# めっき技術で彩る「健康社会」



## 渡邊 充広

MITSUHIRO WATANABE

関東学院大学 総合研究推進機構 教授  
材料・表面工学研究所 副所長

〔学 位〕博士(工学)

〔専門分野〕電気・電子材料工学、表面工学

### 常に身に付けるものの “表面”を使いこなす

手、足、顔、体、そして体内に至るまで人の体は常に色々なものに触れています。ということは、人体が触れる様々な物質の“表面”についての処理・加工技術は、私たちの生活や日々の健康に多くの影響を与えることになります。クリストファーとともに生体へのめっき技術の応用に取り組む研究者が、教授の渡邊充広です。渡邊はクリストファーとの研究以外にもプリント回路基板に対するめっきの新技術開発や電磁波や光を透過できるめっき皮膜の開発、ガラスに対する高密度のめっき技術開発、様々な発色を可能にする銅めっきの開発、蓄光できるめっき皮膜開発など、現在、複数のテーマの研究を手がけています。その中でも今中心に取り組んでいるのが、



身につけておくことで様々な生体情報を取り続けることができるウェアラブルデバイス

IoT (Internet of Things:もののインターネット化)、特にウェアラブルな(身につけられる)ものに関連する技術です。

「ウェアラブルデバイスの良さは、常に身につけておくことで様々な生体情報を苦勞なく取り続けることができることです。昨今の展示会などでは体に貼るタイプのものが多いのですが、どうしても装着時の違和感が拭えない。そこで繊維そのものに対するめっきを可能にしてみました。今の課題は洗濯に耐えられるかですね」と渡邊は笑います。



身に付けるものであればなんでも研究対象になります。今始めているのはなんと入れ歯だと言います。「ますます増える一人暮らしのお年寄りが普段身につける入れ歯を使えば、日々の生存や健康を確認できますよね。通信システムを入れるならどんな樹脂を使ってどう表面加工をしよう…など、さらに、雑菌のセルフクリーニングのための表面処理について神奈川歯科大学や企業と連携して進めています」。かつては産業界に身を置いていた渡邊は、大学と企業の持つ役割を強く意識しています。

「大学は0から1を生み出すのが仕事。10にするまでは共同しても、そこから100、1000と社会に展開するのは産業界が頑張らないと。だからこそ、興味を持ったりニーズを感じたりするとすぐ飛びつくし、同時進行で研究を進めるのは染み付いた癖みたいなものです」。



# 健康社会を 生み出す 「医工連携」

クリストファーと渡邊、二人とも同じめっきという表面処理技術の研究者ですが、二人が取り組む研究の先には、とても幅広い世界が広がっています。この先、どのような未来が二人には見えるのでしょうか。「日本において高齢化は避けられません。今の社会基盤を維持するには経験豊富な年配の方々が健康年齢を維持して、長く頑張っていただくことが大事になります。もちろん若年層も健康の維持管理は大切です。そのために例えば血液検査や発汗量測定などこれまでは手間をかけていたセンシングを簡易にいつでも可能にする技術などで支えることができれば、医療と工学の連携はどんどん活発化しつつありますよ」と渡邊は力を込めます。再生医療の分野も今後ますます発展が期待されています。クリストファーもさらなる今後を見据えています。

「健康維持だけでなく、病気になったとしてもできるだけ辛さを感じることなく治療できるようになるのでは。さらに病気の事前予測もできるようになるかもしれません。QOL (quality of life: 生活の質) の改善に繋がる研究がしていきたいですね」。



## 情報化社会に 必要な技術を 支えたい

私たちの日常は、この10年ほどで劇的な変化を遂げました。この変化を生み出した中心的存在が、世界を繋ぐ情報ネットワーク「インターネットとモバイルデバイス」です。今後も変化は止まることのないと考えられています。

2009年 約25億台 ▶ 2020年 約530億台



2009年に約25億台だったインターネットに繋がるデバイスは、2020年には約530億台にまで増えると予測されています。また、多くの端末はPCからモバイルデバイスに変化するとも言われています。小型で高性能な通信デバイスに必要な技術とは何なのか、盧柱亨（ノ・ジュヒョン）教授は、さらに高度化するICTが活用される社会に向けて、材料工学の側面から深く関わるための研究を行っています。

「モバイルデバイスからウェアラブル（身につけられる）デバイスへの発展により、電子機器の高性能化と小型化が必要とされます。ここに研究所が得意としている材料と表面処理技術がとても重要な役割を担うわけです」。今行っている研究の一つに、省電力で温度安定性の高い「量子ドットレーザー」を使った網膜照射型プロジェクタがあります。「ウェアラブルデバイスには、電源の軽量化という問題が付きまといます。レーザー光を生み出すにはエネルギーが必要ですので、小さいながらある程度のエネルギーは確保したい。また光を生み出す部分も小さくしなければなりません。大学だけでなく企業などと連携して研究開発を進めています」。

## 研究とものづくりを 繋ぐ架け橋に





# 過去の教訓から得た 産学連携の心得

盧は元々、量子ナノ構造を用いた半導体レーザーの研究を行っていました。しかし、関東学院大学に着任する前には、苦い経験をしたといいます。「世界に先駆けて緑色の半導体レーザーの開発に成功し、産学連携という形で大学発ベンチャー企業設立の主要メンバーになりました。しかし、研究ばかりしていた人たちでは、コストを合わせることができなかったのです。当初は高くても売れず、値段を下げると売れはしたものの次は原価を割ってしまいます。結局売れるほど困るという状態になりました」。研究開発から商品化までこぎつけることはできても、そもそも研究の世界とビジネスの世界は別だと思ひ知ります。

「発色もいいし電池持ちも素晴らしかった。とても素晴らしい技術だったが量産するにはコストがかかりました。研究者はこのコストを考えられないんです」。

研究者は、ものを作り出す理論と技術は持っていますが、研究者だけで「ものづくり」はかなり難しいと盧は言います。「逆に企業に技術をただ渡しても、応用方法を考えるのに時間がかかります。研究者にも企業にもそれぞれの役割がありますから、互いが力を合わせて、本当に腹を割って話し合うことが必要です」。



研究 研究  
研究 研究者 研究  
研究 研究

研究者  
×  
企業

研究者だけでは  
「ビジネス」は難しい  
研究者と企業が  
力を合わせる必要



## 全てが繋がる世界に必要な技術を探る

元々はディスプレイそのものに興味があったものの、韓国から日本へ留学する際に、より高性能のディスプレイの“材料”についての研究をすることになった盧は、過去の教訓を糧にしながら、来たる未来に貢献するための電子材料と表面処理技術の研究を続けています。「大学の研究室で生まれた理論と知識が、企業の持つものづくり技術とコラボレーションすることで、社会にきちんと活用されることが私の夢なんです」。今声高に叫ばれるIoT(=Internet of things:もののインターネット)ですが、盧はその先にくる世界を想像しています。「遠くのものとも早く繋がるブロードバンドではなく、もっと狭い領域でいいので必要な時だけ最小限のエネルギーで繋がる『ナローバンドIoT』が重要になると考えています。また、繋がるものは



ありとあらゆるものですから、IoE(=Internet of Everything:全てのもののインターネット)と言えます」。

IoEの世界で重要になるのがウェアラブルデバイスの存在です。全てのものがごく近い領域で互いに通信し合って膨大な情報を共有していく世界……。そこに必要な技術とはどんなものなのでしょう。

「私たちが扱う情報量は、数年経てば数桁単位で増えていくと考えられています。情報を処理するための半導体技術、ビッグデータと呼ばれる多くの情報を素早くやり取りするための通信技術、人の五感と代わるように様々な信号をキャッチできるセンシング技術やディスプレイ技術、今乗り越えなければならないハードルは何なのかを研究者一人一人が悟らねばなりません。賢い人が黙々と研究する時代から、みんなで協力して難問に取り組む時代になっています」。

どんどん変化する社会の中の、目には見えないところで、関わった研究結果が役立つ未来を盧は見据えています。





## プロジェクト型の研究を推進するため、4研究所を開設

研究プロジェクトを強力に推進し、フレキシブルな研究体制を整えるため、関東学院大学では2017年度より「プロジェクト研究所」の制度を導入しました。本制度を利用して、2017年度には三次元電子回路実装技術研究所(所長:小岩一郎理工学部教授)と防災・減災・復興学研究所(所長:規矩大義理工学部教授)を設置。2018年4月には、機能性食品科学研究所(所長:山田哲雄栄養学部教授)と地域創生実践研究所(所長:出石稔法学部教授)を、新たに立ち上げました。

「プロジェクト研究所」は、戦略的プロジェクトのように多くの研究者がかかわるプロジェクトにおいて、一体感を持って、それを強力に推進するための適切な組織体制を整備し、プロジェクトの立ち上げとともに、スムーズなプロジェクト進行を支援することなどを目的に導入された制度です。

今回の制度導入を通じて、(1)特色ある研究拠点の形成と研究推進、(2)外部の競争的研究資金及び研究助成金の獲得、(3)産官学連携に資する研究の推進などを、関東学院大学として進めるとともに、社会情勢を勘案し、社会的課題の解決に向けた取り組みを進めます。

なお、当制度を利用して設置された研究所は、5年をめどに研究プロジェクトに取り組んでいきます。



地域創生実践研究所では、発足を記念して遠増拓也岩手県知事を招いたシンポジウムを開催

|                                                        |
|--------------------------------------------------------|
| 三次元電子回路実装技術研究所<br>(主要テーマ:IoT時代に必要とされるセンサーモジュールの実装技術開発) |
| 防災・減災・復興学研究所<br>(主要テーマ:新しい「防災・減災・復興学」の構築と提唱)           |
| 機能性食品科学研究所<br>(主要テーマ:食品の機能性やアレルギーに関わる研究)               |
| 地域創生実践研究所<br>(主要テーマ:地域共生人材育成プログラムの開発・実践)               |

## 小田原箱根商工会議所と包括的産学連携協定を締結

関東学院大学は、5月25日に小田原箱根商工会議所(鈴木倣介会頭)との間で、小田原・箱根地区の地域産業の振興や、関東学院大学の教育研究の充実などを目的に、包括的産学連携に関する協定を締結しました。

関東学院大学が、2017年4月に湘南・小田原キャンパスに国際研究研修センターを開設して以来、関東学院大学と小田原箱根商工会議所では良好な関係を築いてきました。両者は、今回の協定締結を受けて、より発展的な関係構築を目指します。

調印式で小田原箱根商工会議所の鈴木会頭は「国際研究研修センターが開設されるというニュースを聞き、この地域でものづくりに取り組む職人さんと、関東学院大学の研究が連携すれば、新しいものが生まれてくるのでは」などと期待を示しました。関東学院大学の規矩大義学長も「関東学院大学は、社会の中で役に立つ、あるいは社会の中で喜んでいただける技術や学びを進めていこうと考えています。小田原箱根商工会議所と、このような機会をいただけてうれしく感じています」などと応じました。

今後は、小田原箱根商工会議所の会員を対象に、セミナーや見学会の開催を予定している他、関東学院大学の研究シーズと会員企業のニーズのマッチングを進め、新規ビジネスの企画開発なども目指していきます。



## 立憲君主制の現在 日本人は「象徴天皇」を維持できるか

君塚直隆

来年(2019年)5月1日、日本は新しい天皇とともに船出を迎える。これを機に、第二次世界大戦後に現出した「象徴天皇」を再検討する様々な書籍・論稿もあとを絶たない。

本書も現代の天皇制について、著者自身の見解を明らかにすると同時に、戦後の天皇制を広く「立憲君主制」ととらえ、21世紀の今日、世界各地に広がる君主制国家との比較のうえでこれを検討することを目的に執筆した。

まずは第Ⅰ部で、「立憲君主制」の定義を行うとともに、その典型的な国家としてイギリスでどのようにこの制度が始まり、定着していったのかを、1000年の歴史を簡単にひもときながら解説した。

そして第Ⅱ部では、立憲君主制の現状について、イギリス、北欧、ベネルクスを事例に詳細に検討した。またこれと比較するため、東南アジアや中東の君主制

についても論じ、最後に戦後の「象徴天皇制」について世界史的な視野から私見を述べておいた。

21世紀の今日においては、「民主政治(デモクラシー)と人権」を尊重できない君主制は姿を消す運命にある。とはいえ、「共和制」だから国民すべてが平等で、政治が安定しているとはい切れまい。むしろ、国民から強い支持を受け、「道徳的な指導者」として「国の顔」になりうる君主がいる限り、政治はより安定し、ジェンダー、LGBT、宗教の自由、地球環境問題という、より現代的な問題にも柔軟に対応できるのではないだろうか。

書名：立憲君主制の現在 日本人は「象徴天皇」を維持できるか  
著者：国際文化学部比較文化学科教授  
君塚直隆(専門分野:英国政治外交史)  
出版社：新潮社  
出版年月：2018年2月



## 看護におけるコミュニケーション・パラダイムの転換

### ケアとしてのコミュニケーション

深谷安子

自分の人生の最後の日々をどのように生きるか、皆さんは考えてみたことがありますか。日本人の多くは、この最後の日々を病院や高齢者施設で過ごしています。一人一人の多様な人生の締めくくりとしての日々が高齢者施設の中でどのように営まれているのか、私たちはその生活状況を高齢者とケアスタッフとのコミュニケーションに視点をあてて研究してきました。研究は、まず実態調査からスタートしましたが、高齢者の1日の発語時間はわずか4分という驚くべき事実が明らかになりました。その理由は、医療スタッフのコミュニケーションは、専門職者としての其々の役割を遂行するために構造化されており、高齢者の発語が著しく制約されるためであることがわかりました。

本書は、私たちの研究をベースとして、世界の医療コミュニケーション研究の動向、医療・介護施設に

おけるケアスタッフと患者や利用者とのコミュニケーションの実態、その背景、今後の医療コミュニケーション研究の課題について記載しました。特に要介護高齢者、終末期の人々、小児患者にとつての生活世界コミュニケーション(タイプIIコミュニケーション)の重要性を、多くの方々にともに考えていただきたいと願っています。

書名：看護におけるコミュニケーション・パラダイムの転換  
ーケアとしてのコミュニケーションー  
編者：関東学院大学看護学部教授  
深谷安子(専門分野:在宅看護学、老年看護学)  
東海大学法学部教授  
北村隆憲(専門分野:法社会学、医療社会学)  
出版社：関東学院大学出版会  
出版年月：2018年4月

