

Nano Bio *f*

ナノバイオテクノロジーが先導する診断・治療イノベーション

特集

ナノ低侵襲治療

VOL.4

DECEMBER 2012

Contents

2 FIRSTを語る

西山伸宏・村垣善浩・三澤 裕

「薬とDDS、医療機器やカテーテルを組み合わせ、
世界唯一のがん治療を目指す」

6 研究者に聞く

守本祐司

「DDSを組み合わせたPDTで難治がんの治療を」

8 研究トピックス

サブテーマⅢ

鈴木孝司

「超音波感受性薬剤と集束超音波による音響化学療法」

宮崎幸造

「光を操り、効果を増強

～光線力学療法のさらなる効果向上を目指して～」

12 ナノバイオ研究を社会へ

鄭 雄一

「ナノテクノロジーを使った骨の再建術の実現までの道筋」

畑中綾子

「[ナノバイオ病院]～ナノバイオフィーストが変える未来のがん治療～」

14 若手研究者から

野本貴大

「効率的な光線力学療法を目指した有機-無機ハイブリッドナノデバイスの開発」

Stephanie Deshayes・三浦 裕

「がんを標的としたリガンド介在型ドラッグデリバリーシステムの開発」

15 Information

トピックス/全体会議報告

16 ナノバイオフィースト「国際シンポジウム」報告

FIRSTを語る

薬とDDS、医療機器やカテーテルを組み合わせ、世界唯一のがん治療を目指す

ナノバイオフィースト・プロジェクトのサブテーマⅢ「ナノ低侵襲治療システムの創成」(図-1、2)では、光線力学療法(PDT)や集束超音波治療にDDS化した増感剤を組み合わせ、効果が高く、副作用が少ない治療法の開発が進んでいる。このテーマに取り組む、東京大学大学院医学系研究科 附属疾患生命工学センター 臨床医工学部門の西山伸宏教授(2013年1月より東京工業大学 資源化学研究所 教授)、東京女子医科大学 先端生命医科学研究所 先端工学外科学分野(同大学脳神経センター 脳神経外科)の村垣善浩教授、テルモ株式会社 薬事部 兼研究開発本部 開発戦略部 部長代理の三澤裕氏の3人が研究の進捗状況や将来性を語る。



Hiroshi MITSUWA
三澤 裕



Nobuhiro NISHIYAMA
西山 伸宏



Yoshihiro MURAKAMI
村垣 善浩

テルモ株式会社 薬事部 兼 研究開発本部
開発戦略部 部長代理 主席研究員

1957年札幌市生まれ。東海大学大学院工学研究科 博士前期課程修了(工学修士)、臨床工学技士。82年、日本光電工業株式会社入社。東海大学医学部生理学教室研究員として出向し、生体計測用センサー、呼吸・心血管治療機器の研究開発に従事。92年、テルモ株式会社に入社し、研究開発センター新規分野研究開発リーダー、ME事業、糖尿病事業運営メンバー兼務を経て、2007年からメディカルプラネックス開発プロジェクトリーダー兼務。12年から現職。経済産業省 産業構造審議会臨時委員など役職多数。

東京大学大学院医学系研究科
附属疾患生命工学センター 准教授

1974年和歌山市生まれ。2001年東京大学大学院工学系研究科 博士課程修了。01～03年米国ユタ大学薬学部(Prof. Kopecek研究室) 博士研究員、東大医学部附属病院 ティッシュエンジニアリング部助手等を経て、09年から現職。13年1月より東京工業大学 資源化学研究所 教授に就任予定。専門は高分子集合体を利用したドラッグデリバリーシステム(DDS)の開発。07年高分子学会 高分子研究奨励賞、09年第1回日本DDS学会奨励賞(基礎)、12年日本癌学会奨励賞受賞。

東京女子医科大学 先端生命医科学研究所
先端工学外科学分野/脳神経外科(兼任) 教授

1962年大阪市生まれ。1986年神戸大学医学部卒業、東京女子医科大学脳神経センター 脳神経外科研修医、助手を経て、92～95年米国ペンシルバニア大学 病理学教室(Trojawnoski教授、Lee教授) 留学。帰国後、同センター医局長。2006年東京女子医科大学大学院 先端生命医科学研究所 先端工学外科学分野/脳神経外科(兼任)へ異動し、11年から現職。医学博士。脳神経外科学会認定医、がん治療認定医。(社)日本脳神経外科学会国際小委員会委員等、役職多数。

DDSと医療機器のコンビネーションによる新しい治療法を開発中

—まず、現在のお仕事、ナノバイオファーストでの役割をご紹介ください。

西山：私は高分子集合体を使うDDSを研究しています。これまで高分子ミセルに既存の抗がん剤を内包して、がんの治療に使う研究を行ってきました。この研究はすでに治験まで進んでいます(ニュースレター VOL.1、2号参照)。ナノバイオファーストのサブテーマⅢグループでは医療機器とDDSを組み合わせた、がんの新しい治療法の開発を行っています。光や超音波で活性化する増感剤をDDSで病変部分に選択的に送達して、そこに光や超音波を照射する治療方法です。光線力学療法(PDT：photodynamic therapy)との組み合わせは、防衛医大のグループと膀胱がんに対しての治療法(p6、10参照)を、また、村垣先生たち東京女子医大の先生方とは集束超音波治療(p8参照)を研究中です。

村垣：脳外科医として主に脳腫瘍の手術をしています。今、すでに承認されているPDTを悪性脳腫瘍に適応拡大するための治験を終え、医薬品医療機器総合機構(PMDA)と承認申請前の相談をしているところです。

また、10年ほど前から核磁気共鳴画像(MRI)ガイド下の集束超音波治療に取り組んでいます。超音波だけでがん細胞を殺そうとすると相当高いエネルギーが必要になり、正常細胞まで傷ついてしまいますが、ナノバイオファーストで西山先生らとDDS化した増感剤との組み合わせによって10分の1くらいのエネルギーの超音波でもがん細胞を殺せる集束超音波治療の基礎研究を進めています。

三澤：私のバックグラウンドは応用物理学で、30年間医療機器開発や医療技術の探索をしてきました。今は、研究開発のマネジメントとともに薬事部で薬事行政に関わっています。また、研究開発を促進させる

ための研究環境の整備も仕事です。ナノバイオファーストでは、当社の主力商品であるカテーテルをMRIで患部に導き、DDS機能を持つ薬を微量注入して集積させるというプロセスで、今お二人がおっしゃった治療法の開発に携わっています。

西山：村垣先生は医療機器の治験、しかも医師主導治験を実施していらっしゃいます。これは非常に画期的な取り組みだと思います。

村垣：先述のPDTを悪性脳腫瘍に適応拡大するための医師主導治験ですね。これは医療機器のレギュラトリーサイエンス*¹に取り組む、医療機器団体と医師の医療技術産業戦略コンソーシアム(METIS)で話が出たもので、私たちの研究室が行うことになりました。

増感剤を使うPDTや集束超音波治療は、増感剤と医療機器の両方を組み合わせると初めて効果が出ると

図-1 サブテーマⅢ「ナノ低侵襲治療システムの創成」の概要

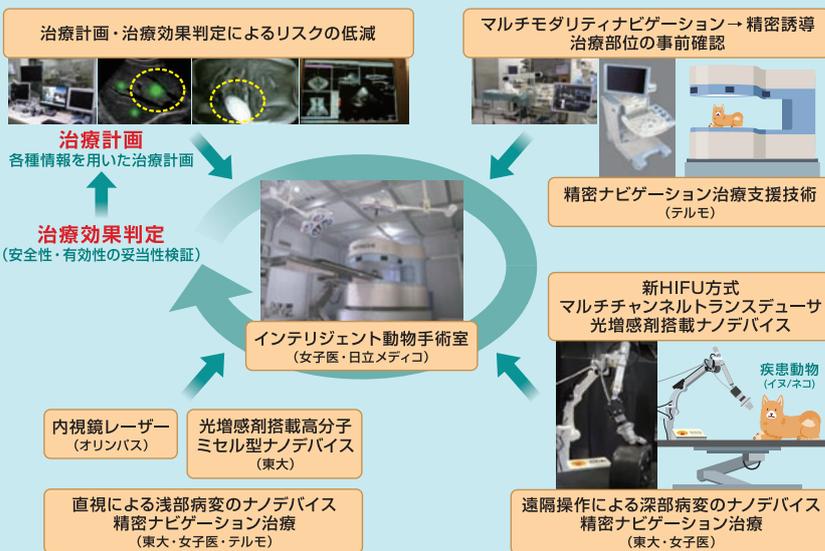
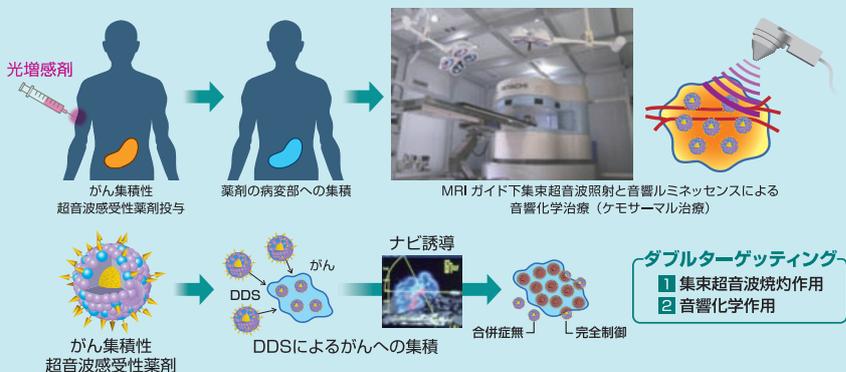


図-2 手術、放射線、化学療法につぐ第4の最新治療 —ダブルターゲティングによるケモサーマル治療



国民生活(患者QOL)における当該研究開発のインパクト



いう特徴があり、薬と医療機器のどちらの審査方法を使うかが議論になります。PDTの悪性脳腫瘍への適応拡大はすでに承認されている早期肺がんに合わせて、薬のカテゴリーで審査されることになりました。そうすると、治験対象群のランダム化や国際共同治験などの必要性が出てきますが、悪性脳腫瘍は患者数が少ないこともあり、承認した後の市販後調査^{*2}に力を入れる予定です。今、その方法を日本脳神経学会学術委員会と話し合っています。ナノバイオファーストで開発中の膀胱がんのPDTも同じように薬のカテゴリーで審査され、市販後調査を丁寧に行う形になるのではないかと推測します。



三澤：新しい医療技術の承認は世界的に薬とデバイスの2つの分類しかありません。ですから、例えば再生医療では、心筋シートは薬、人工皮膚はデバイスの分類になっています。高分子ミセルが分解するとどうなるかを聞かれる可能性があるでしょうね。いずれにしても安全性を確認したうえで承認し、市販後調査に力を入れるのは重要です。

西山：医療技術は進化し、改良されていきますから、承認もそれに合った形になるべきだと思います。新しい技術は評価方法が確立されていないし、開発者もどこが開発のエンドポイントがわからず、時間も費用もかかるため、企業は手を出しにくい。承認後にきちんと調査するのは良い前例です。

村垣：市販後のある時点でランダム化試験をするなど、世界で認められる形にしたいですね。

三澤：市販後のレギュラトリーサイエンスにおけるデータの構築や信頼性調査のプロトコルを把握しておくことが必要です。デバイスラグは新規の医療機器に関しては改善されています。ただ、一般に日本の市場は、参入障壁が高く、導入時の価格も低くて、年々採算を取れる価格も下がるため、厳しい市場です。その中で国内企業は日本の患者さんに新しいものを入れていきたいし、こうして世界最先端の治療技術開発に参画しているのは誇りでもあります。

村垣：ギリギリの苦しいところを乗り越えていかないと。手術用ロボットの『ダヴィンチ』も泌尿器科医が使える

のを示したことで普及しました。世に出すことで医師が新しい用途を見つけてくれます。

三澤：こういうニュースレターのような形でも発信していくべきですね。

研究者、医師、企業、行政 それぞれのレベル向上が 新しい医療技術を生み出す

—先ほどからのお話では、DDSなど新しいタイプの医薬品や医療機器に関する承認審査の状況は変わってきたということになりますか。

三澤：新しい医療技術を日本から出そうという気持ちはPMDAも同じだと感じますね。承認申請を進めるには、関係者それぞれが審査に関わる技量のレベルを上げていくことが大事です。企業はデータの取り方、申請書の書き方を洗練させ、医師の側も標準作業手順書(SOP：Standard Operating Procedure)など治験独特の制度を理解する。そうするといいものが出てきます。

西山：平成24年度から厚労省の革新的医薬品・医療機器・再生医療製品実用化促進事業が始まり、ナノバイオファーストで開発しているDDS化した医薬品と簡易診断デバイスや組織再建インプラント等の医療機器が革新的シーズに選ばれました。この事業の目的は、開発側とPMDAが人材交流を行いながら、新しい医薬品や医療機器の審査のガイドラインを作っていくことです。この事業を通じて、相互に理解を深められればと思います。

三澤：PMDAに技術委員会ができ、新規分野のアドバイスもするようになってきました。

西山：日本は審査が安全性重視になっていたのですが、PMDAの責任が強調されましたが、企業など利益を得る者にも責任があります。

村垣：医師や研究者も応分に責任を持つべく、そこで研究者側が評価方法をというのがレギュラトリーサイエンスにつながってきました。先ほどの実用化促進事業では我々は集束超音波治療の国際標準を取ろうと考えてい



ます。すでに実用化されたものではなく、これから承認されるものの国際標準を作れば、安全であることを証明しやすく、PMDAが新しく審査基準を作る必要はなくなって、負担が減ります。ナノバイオファーストでの研究の進展にもつながります。

西山：DDSを用いた抗がん剤の適応を広げると、がんの根治のために手術や医療機器との組み合わせは必然で、こういったコンビネーション治療の新しい審査のガイドラインを作ることが国際標準を取ることにつながり、技術を普及させる第一歩になります。

三澤：開発のガイドライン、評価のガイドラインを作っていくことが次に続く研究者、開発者のためになります。ヨーロッパでは薬とデバイスのコンビネーションの規制のガイドラインがすでにできています。米国でも検討中ですから、今やらないと。薬と医療機器のコンビネーションは日本の得意分野です。新しい価値を創り出し、デファクトスタンダードにすることですね。

村垣：そうですね、日本が先導できる部分ですね。

西山：一見ハードルが高いが、確立してリードするとまねられない。そういうのがナノバイオファーストでできるというですね。

——ナノバイオファーストに参加してみて、いかがですか。

村垣：提案書づくりの段階から参加させていただき、10年先の治療のコンセンサスが得られ、以前からやりたかった研究が始まりました。集束超音波治療では集束超音波を短時間に頻回に正確に打つという地味で難しい技術をDDS化した増感剤と組み合わせます。病院内外からほかのがんの知識も得ているところで、実社会に貢献できるのではないかと思います。

三澤：社内では始まっていた新しい治療法の開発をナノバイオファーストでできることになり、カテーテルに付加価値を付けられると予想しています。新しい医療を生み出したというステータスは企業にとって大きいことです。それをねらいたいですね。若い研究者たちにはとくにネットワークが広がり、知識が増えて、新しい実験を始めたいなどと意欲が現れています。こちらからは企業としての開発経験も伝えられる。異分野とふれ合うと刺激があります。

村垣：うちの研究室は医学部にありながら工学部出身者も多く、ナノバイオファーストで他のグループの発表から、工学から見た、がんの診断や治療の最先端を学べます。研究テーマが広がった大学院生がいます。

西山：私たちはDDSの研究をしているにもかかわらず、臨床医や企業の方々と接点を持つことが意外に少なく、

「レギュラトリーサイエンスが重要」と言われても理解しにくい。それが実際に共同研究することで勉強になりました。そういうことを大学院生やスタッフに知ってほしい。大学では論文を書いて終わりになりがちですから。

三澤：5年間の集大成に向け、若手の人たちのためにも成功例を作らなくてははいけませんね。

村垣：既存の技術と新規の技術を組み合わせることで臨床で使えるところまで持って行きたいですね。他の治療法と比べたとき、私たちが開発中の治療法がオンリーワンとなる疾患や、がんのステージ（進行度）を見つけたい。そうすれば、臨床医が積極的に使ってくれて普及します。

西山：全く新規の技術同士の組み合わせになるとハードルは高くなりますが、高分子ミセルを使ったDDSの抗がん剤、PDTの適応拡大など、それぞれについて戦略を考えて“医療機器+DDS”を実用化していき、世界をリードして、患者さんに広く使っていただきたいと考えます。

——ありがとうございました。



用語解説

*1 レギュラトリーサイエンス

例えば、医薬品や医療機器の有効性や安全性のような、物やサービスなどが社会に採り入れられたときの影響を正しく予測し、評価していくための科学。技術開発そのものや開発された技術の利用に必要なルール作りも含まれる。科学的知見と行政が行う規制措置などとの間を埋め、規制措置などの根拠となる。

*2 市販後調査

新しい薬や医療機器、その新しい使い方が承認され、市場に出回って、多くの人が使った際の有効性や安全性、使い方を検証するために行う。治験や臨床試験で得られなかった情報を得られる。医薬品や医療機器の製造業者に義務づけられている。市販後半年間の情報を見るのが標準的。

研究者に聞く

DDSを組み合わせたPDTで 難治がんの治療を

光線力学療法 (photodynamic therapy:PDT) は日本では早期肺がん、胃がん、食道がん、子宮頸がん、また網膜の病気である加齢黄斑変性の治療法として保険適用されており、最近進行肺がんを小さくする治療も対象となった。患部のみに治療でき、副作用が比較的少ないPDTはさらにほかの臓器のがんや別の病気の治療にも使える可能性がある。レーザー光の研究者として、臨床医として、PDTの研究を続けている防衛医科大学校 分子生体制御学講座 守本祐司准教授にナノバイオフィーストでの研究内容や、PDTの将来性について聞いた。



守本 祐司

Yuji MORIMOTO

防衛医科大学校

分子生体制御学講座 准教授

臨床医から医用工学の研究者に

守本准教授は、小学校の卒業文集に「脳科学の研究者になる」という夢を書いていたという。防衛医大を卒業後、神経内科医として臨床と研究の両方を追究したいと考えていたが、臨床研修の最中に「神経内科の病気は診断も治療も難しく、治らない病気がほとんど」と感じた。そこで、病気のメカニズムを研究することに決め、卒業間際に誘われていた医用工学の研究室に入室。レーザーの医療への応用の研究に従事した。「当時はレーザーを含めて、光が生体にどんな作用をもたらすかがまだ明らかになっていなかった。極端に言えば、細胞に光を当てただけでも論文になった時代だった」。

最初は神経領域をテーマに研究、その後、血管にも対象を拡げ、血管の収縮を光でコントロールするための法則性を新しく見出した。「紫外光に近い青色光で一酸化炭素(NO)を発生させ、血管を弛緩させることができた。そして、心臓の冠動脈の内膜肥厚を光で抑えたり、くも膜下出血の後の脳血管のれん縮によるダメージを緩和したりできることを実験で示した。そのころに光増感剤とレーザー光を用いる光線力学療法 (photodynamic therapy : PDT) にも出会い、光は医学や生物学に広く応用できておもしろいと思うようになった」。

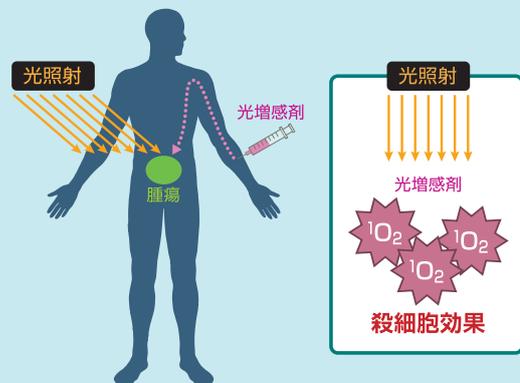
1998年には米国ライス大学へ留学する。「医療へのアプリケーションは後で見つければいいと思い、恩師の紹介で応用物理学の教室に行ってみた」。留学先ではNASAとの共同研究で、スペースシャトル内での微量の有毒ガスの検知のためのスペクトロスコピーの開発を行い、そして、その研究成果を血管の平滑筋細胞から出るNOの測定という形で活かした。帰国後は自衛隊の医官として名古屋市内で2年間部隊付きの医師として過ごし、2001年に文民に転換。医用工学の教官として母校に戻った。「当時からPDTを研究したいと思っていたが、従来の方法論だと革新性がなかった。そのころ東京大学大学院の片岡一則先生と知り合い、DDS (drug delivery system) に触れて、DDSを光増感剤に使えるなと考えて。

そうしたら、片岡研究室ではすでに研究が進んでいて、それをより臨床に近い形で作らせてもらえることになった。それが現在のナノバイオフィーストでの研究につながっている」。

ナノバイオフィーストでは、多発性で広がりが見えにくい膀胱がんの均質照射に取り組んでいる (p10参照)。また、光増感剤から出る蛍光を利用した、内視鏡による、がんの検知システムも研究中だ。「この方法が使えれば、今後、動脈硬化など別の病態の検知にも応用できる」。

PDTには免疫を賦活する作用が知られており、感染などに対する治療にも期待が集まる。ただ、一方で、光が届かない生体の深部ではPDTが機能しないことも明らかになっている。最近、守本准教授はPDTには殺菌作用だけではなく、免疫細胞の一つであり、細菌を貪食する好中球を集める作用があることを証明した。そしてPDTは、感染治療のみならず、感染予防にも使えることを発表。「膝関節にあらかじめPDTを行っておくと、その後に感染させても細菌が死滅する。PDTの照射によって、その部分に軽い炎症が起こり、それによって好中球が増えるようで、その好中球は感染が起こっ

図-1 光線力学療法 Photodynamic Therapy (PDT)



光線力学療法(photodynamic therapy : PDT) では、レーザー光に反応する光増感剤を静脈注射し、患部に集積したところにレーザー光を当て、光増感剤のエネルギー状態を変えることで活性酸素を発生させ、目的の組織を壊す。日本では、肺がんなどのがん組織や加齢黄斑変性の網膜上の異常部位の破壊を目的に使われている。光増感剤は比較的患部に集まりやすい性質を持っており、ピンポイントで治療できるメリットがあるが、一方で、少量の光増感剤が健康な皮膚や粘膜にも取り込まれるため、光過敏症などの副作用が問題となる。そこで、DDSを使って光増感剤の集積性をより高める研究が行われている。

たときだけに出てくるのがわかった」。この結果から、PDTが手術による感染防止に使える可能性が出てきた。「術後、開口部を閉める直前にスプレーで光増感剤を散布し、後で外から光を当てて患部の感染を軽くするなどの方法が考えられる。抗生薬のような耐性がないのも安心。実用化できれば」と話す。

PDTの研究にもっと若手研究者や企業が参入してほしい

ナノバイオフィーストに協力していることは「日本を代表するプロジェクトに参加でき、ちょっとオーバーに言えばオリンピック選手のような気持ち。楽しいし、ポジティブな責任感を持っている」と話す。以前から知り合いだった独立行政法人放射線医学研究所の研究チームとナノバイオフィーストでも一緒になり、守本准教授の文部科学研究費による「超分子デバイスと光技術を駆使した微小がんの一次的な診断・治療システムの開発」の共同研究も始まっている。「多彩な研究者の集まりに参加していると、研究の深まりや広がりを実感する」。

一方で、医療機器を開発する立場からはナノバイオフィーストでも「もっと企業にコミットしてもらえれば」と話す。

PDT用のレーザー機器やデバイス自体の開発はこれまでの臨床応用の実績などから考えてもそれほど難しくなく、また光増感剤も日本で認可されているフォトフリン®とレザフィリン®以外に海外で承認されているものを使えば、新たな治療法は提供できる。「5-アミノレブリン酸はヨーロッパでがんの診断に使われており、日本でも高度医療で使われている色素で、これがそう遠くないうちに承認されるのではないかと予想している」。また光増感剤のDDSも高分子ミセルを使う方

法のほかに、ペプチドやリポソームでの研究が進んでいる。

PDTは、がんの治療法としては分子標的薬などと比較するとコストが低く、副作用も少ないため、費用対効果を重視する傾向が強いヨーロッパでは研究が盛んだという。研究自体にもお金がそれほどかからず、基礎研究の成果の論文発表もしやすい。「米国にも大きな学会があり、中国などアジアでも盛り上がってきたが、日本には基礎研究の研究者が少ない」。

日本でPDTの研究や臨床応用が進みにくい理由の一つとして、守本准教授は、基礎研究と応用研究、薬剤とレーザー機器やCT装置といったモダリティーが組み合わさる集約型の研究開発であるため、一つの研究室では研究しにくいことを挙げる。また、日本ではPDTは光増感剤とレーザー機器がセットで承認されており、「メーカーにすればそれほど高くない機器を一度販売すれば、その後、ビジネスにならない」こともある。実際、承認されたレーザー機器のメーカー3社のうち2社はすでに市場から撤退しており、研究者は古い機器を自らが修理・改良しながら使っているのが現状だ。また、同じ増感剤や機器を使用しているも用途が少し異なると新たな臨床試験を組まなくてはならないというハードルの高さもある。このような状況を避けるには、「光増感剤、患部へ達するためのレーザー用のファイバー、レーザー機器をそれぞれ別に承認すればいい。ファイバーはいずれはディスプレイになるので、ポートの形さえ統一しておけば、レーザー機器のメーカーは利益を得ることができるし、より多くの患者さんに使ってもらえる」と提案する。

ナノバイオフィーストなどでの共同研究を通じ、基礎研究、臨床研究、企業、行政が協力し合って研究を盛り上げれば、日本発の画期的なPDTの治療法が生まれる、という手応えを感じながら、守本准教授の研究は続く。

(記：サイエンスライター 小島あゆみ)

図-2 感染膝の細菌数(発光強度)の経時的変化

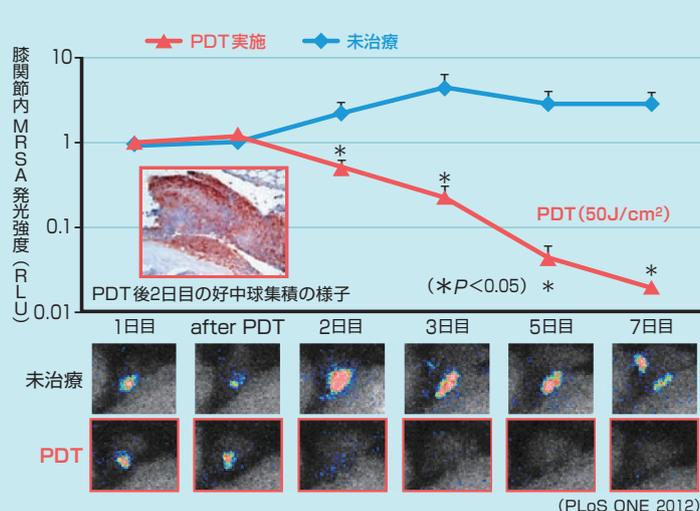
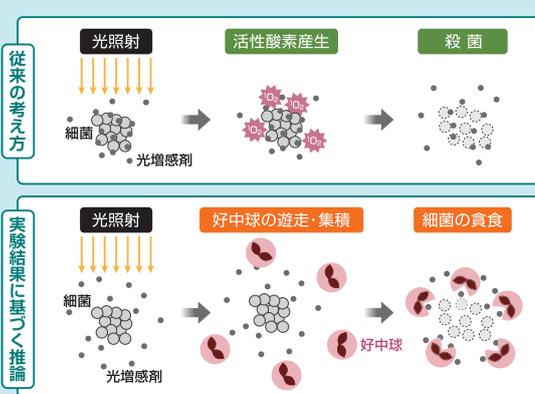


図-3 細菌PDTの効果メカニズムのパラダイムシフト



PDTには免疫賦活作用があることが報告されている。守本准教授は、ラットの膝関節炎モデルの実験であらかじめ予防的に膝関節にPDTを行うことで、PDT実施後に細菌を貪食する好中球が増え、細菌を感染させた患部に集まり、経時的に細菌が減少することを示した(図-2)。PDTの照射による軽い炎症が好中球の増加を促し、その後の細菌感染時に現れると予想される(図-3)。この結果から、PDTが手術による感染防止などに使える可能性が考えられる。

超音波感受性薬剤と 集束超音波による音響化学療法

音響化学療法 (sonodynamic therapy) とは超音波感受性薬剤 (sonosensitizer) を超音波振動により励起することで殺細胞効果を生じさせる治療法である。腫瘍に選択的に取り込まれる薬剤と治療部位に局所的に強力な超音波を照射する集束超音波の技術とを用いることで、ピンポイントの治療が可能であり、手術や放射線治療に替わる新たな治療法として期待されている。東京女子医大を中心とする東北大学、日立製作所、日立メディコの取り組みを紹介する。



鈴木 孝司

Takashi SUZUKI
東京女子医科大学
先端生命医科学研究所 助教

抗がん剤治療は副作用と隣り合わせである。がんの部位のみにピンポイントで薬剤の「タネ」を送達し、その部分で薬剤の効果を発揮させることができれば、抗がん剤の作用はがんの部位に限定され副作用の問題は解決できる。そこで第1にDDS技術を用いて、がんをターゲットに絞って薬剤を送り込む。第2にがんに取り込まれた薬剤に対し、体外から薬剤を活性化させるための超音波を照射する。この2段階のターゲティング「ダブルターゲティング」を用いることでピンポイント治療を行う。これを実現する3つの要素技術を紹介する。

(1) 超音波の照射により治療効果を高める超音波感受性薬剤の探索 (日立製作所)

高強度の超音波を照射した際に体内で気泡(キャビテーション気泡)が生成される。それが圧壊する際に生じる音響ルミネセンス (sonoluminescence)^{*1}が光感受性を持つ薬剤を励起することで、活性酸素の1つである一重項酸素の発生効率を高め殺細胞効果(音響化学効果)が増強される(図-1、参考文献1)。また同時に熱的作用を増強(参考文献2)し、治療効果を高める。対象となる薬剤としてローズベンガルを用いて、薬剤濃度や超音波強度等、治療効果を最大化する条件を探索している。

(2) 薬剤活性化のための集束超音波技術 (東北大学)

光感受性薬剤を励起するキャビテーション気泡の生成には、高強度の超音波照射が必要であるが、皮膚熱傷の危険性が伴う。そこで短時間高強度の超音波照射(トリガーパルス)を印加することで効率良いキャビテーション気泡の生成が可能である。これまでの超音波振動子(プローブ)による照射は、

単一の固定焦点を持つため1か所にしか照射できず、広範に照射する場合は複数回行う必要があり時間がかかった。これに対し、複数の超音波素子を組み合わせたアレイトランスデューサを用いることで、一度に広範囲に超音波照射が可能となる。その結果、照射1回毎にトランスデューサ位置を移動させる必要がなく、広い治療域が得られる(図-2, 3、参考文献3)。

(3) 集束超音波照射位置のターゲティング (日立メディコ)

治療域を効率よく、かつ過不足なくカバーするために、治療部位の3次元画像を用いたナビゲーションソフトウェアを開発している(図-4)。患者画像上で病変部位を抽出し、極力少ない照射回数で治療部位がカバーできるように治療計画を立て、プローブ位置をガイドすることが可能である。

本研究の成果により、健常組織への副作用を軽減しつつも治療効果を向上させることが可能な新たな治療法の確立が期待される。

用語解説

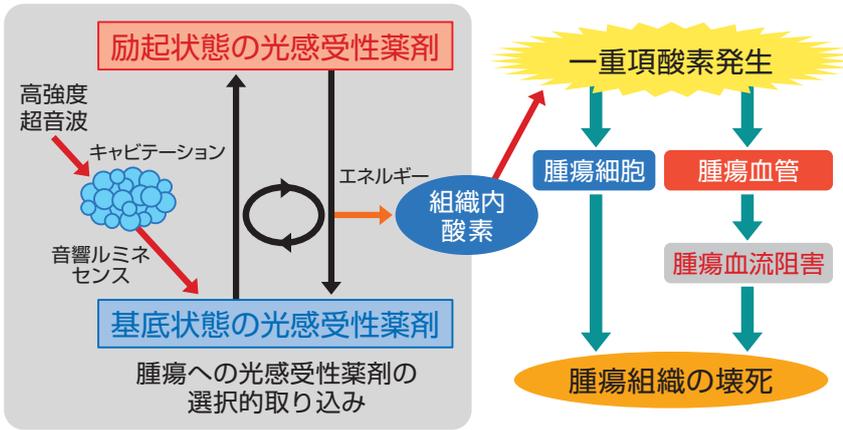
*1 音響ルミネセンス (sonoluminescence)

高強度超音波により生成されたキャビテーション気泡が激しく収縮(圧壊)したときに、気泡内部が高温・高圧になり発光する現象。

参考文献

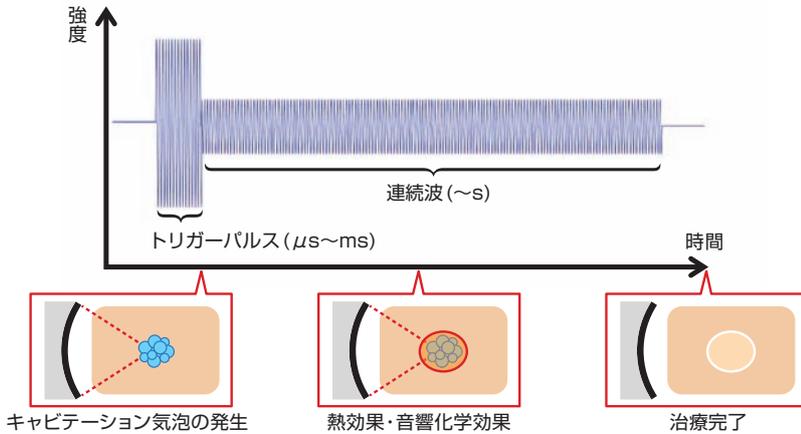
- [1] 梅村晋一郎; 音響化学効果を利用した癌治療へのアプローチ, 生体医工学, 43(2): 203-210, 2005.
- [2] Rosenthal I, Sostaric JZ, Riesz P; Sonodynamic therapy--a review of the synergistic effects of drugs and ultrasound, Ultrason Sonochem. 11(6):349-63, 2004.
- [3] Inaba Y, Moriyama T, Yoshizawa S, Umemura S; Ultrasonic coagulation of large tissue region by generating multiple cavitation clouds in direction perpendicular to ultrasound propagation, Jpn J Appl Phys, 50(7):07HF13, 2011.

図-1 音響化学療法を用いたがん治療のメカニズム



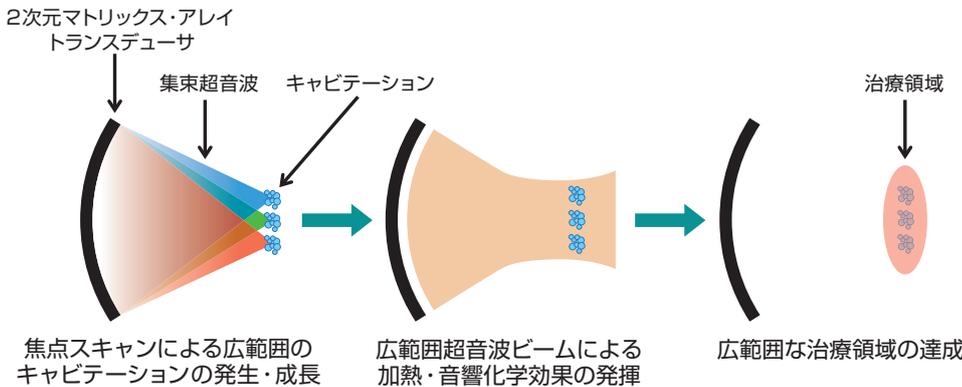
高強度超音波によりキャビテーション気泡が生成され、圧壊する際に生じる音響ルミネセンスが光感受性薬剤を励起することで、一重項酸素の発生効率を高め殺細胞効果が生じる。腫瘍細胞や腫瘍血管を障害することで腫瘍組織の壊死に至る。

図-2 トリガー併用集束超音波の印加強度と現象の関係



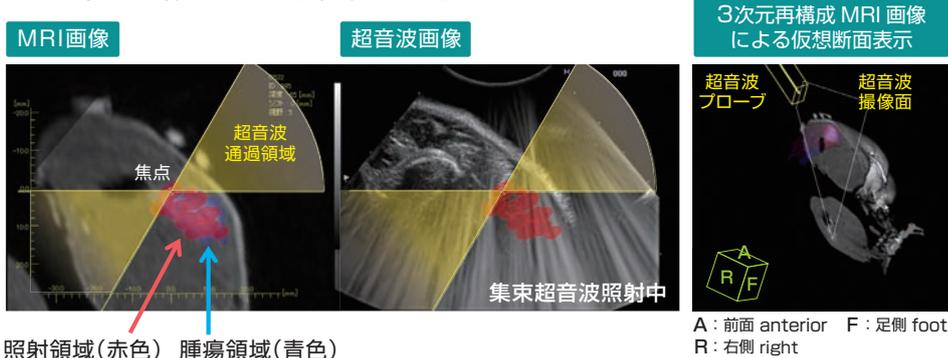
通常の集束超音波治療よりも高強度の超音波(トリガーパルス)を短時間印加することで組織内部にキャビテーション気泡を発生させる。直後に通常よりも低強度の連続波を用いて熱効果・音響化学効果を生じさせ、患部を凝固壊死させる。従来の集束超音波治療と比べ低い強度の超音波を用いることで安全性を担保しつつも、効率のよい治療が可能となる。

図-3 多焦点照射による広範囲な治療の実現



複数の超音波素子から構成されるアレイトランスデューサを用いることにより、超音波プローブを移動させることなく焦点をスキャンさせることが可能になる。これにより広範囲にキャビテーション気泡を発生させ加熱・音響化学効果を生じさせることで、より広範囲の治療が可能になる。

図-4 医用画像を用いた治療計画・ナビゲーションシステム



超音波画像およびMRI仮想断面(MRI画像から3次元再構成された画像で仮想的に切り出した断面像)上で、腫瘍領域、照射領域、集束超音波の通過領域と焦点が示される。同時に、患部と超音波プローブ、撮像断面の位置関係は3D表示される。

光を操り、効果を増強 ～光線力学療法のさらなる効果向上を目指して～

光線力学療法(Photodynamic Therapy : PDT)は、既に早期がんにも有効な治療法として認識されているが、膀胱がんには未だ臨床適応されていない。膀胱がんは、膀胱内全体に多発する特性のため、PDTを行う際には、膀胱内壁全体を万遍なく光照射する必要がある。よって、本システムとDDSを組み合わせることで、正常組織に影響を与えず、がんのみを攻撃する治療が可能となる。今回、膀胱内壁全体に均質光照射可能な光照射用プローブ(Homogeneous Irradiation Fiber Probe : HIFiP)を開発したので紹介する。



宮崎 幸造

Kozo MIYAZAKI

東京大学大学院医学系研究科 附属疾患生命工学センター
臨床工学部門 特任研究員
防衛医科大学校 分子生体制御学講座 協力研究員

膀胱がんは、膀胱内壁全体にわたり所構わず発生・増殖することが知られている。さらに、再発する可能性の高い難治性がんでもある。治療法の1つに経尿道的膀胱腫瘍切除術(TUR-Bt)^{*1}(初期の膀胱がんに適応)という内視鏡下で行う外科的な方法もあるが、内壁に多発する膀胱がんでは、すべてを取り除くことが困難なため、再発の度に手術を受け、最終的に膀胱を全摘出しなければならない。結果として、患者のQOLを低下させてしまっている。そこで、一度の処置で腫瘍を駆逐してしまう施術方法が確立されれば(図-1)、手術回数を減らし、患者のQOL向上が可能と考えられるため、管腔臓器の治療に適すると思われる光線力学療法(PDT)を用いて、その効果を検証することにした。

さて、膀胱がん治療を行うために、膀胱という器官、膀胱がんがどのようなものかを知り、薬剤や治療機器の開発を行うことが重要である。膀胱がんについては、先に記述した通り治療の難しいがんである。一方、膀胱は風船のような球体で、成人では平均容積が500mL程の器官である。これまでPDTを行う場合、このような管腔臓器への均質な光照射は非常に困難であった。なぜなら、通常、光照射にはレーザー光を使用するためである。レーザー光は、直進性を持つ光であり、光照射ファイバーを用いて照射する場合、前方への照射は容易である。また、先端形状を加工することで側方への照射も可能であった(図-1)。

しかしながら、風船のような袋状の膀胱全体への照射は、膀胱の形状に即した光を照射できるよう光照射ファイバーの先端に精密加工を施さなくてはならず、この精密加工が非常に難しいものであった。研究対象として用いるラット膀胱の

形状は、長径15mm、短径10mmの楕円体に近いことから(図-3)、これを基に光照射用ファイバー先端の精密加工を行い、均質光照射用ファイバー(HIFiP)を作製した(図-2)。ガラス細工にて作製した疑似膀胱内に、均質光照射ファイバーを挿入し、光照射を行ったところ、膀胱内全体を万遍なく光照射することに成功した(図-3)。一方、先端加工処理を行っていない光照射ファイバー(先端未加工ファイバー)では、前方のみの光照射であった(参考文献1, 2)。

今回、光線力学療法の検証には、既に早期肺がんや早期胃がんの治療で使用されている光増感剤(Photofrin[®])をラットに投与し、作製したHIFiPを用いて膀胱への光照射を試みた(図-4)。先端未加工ファイバーと比較して、HIFiPによる照射は、広範囲にわたる膀胱内壁への光照射を可能にした(参考文献1, 2)。

今後、この技術と腫瘍集積性に優れた光増感剤内包高分子ミセル(参考文献3)と組み合わせ、より効果的な膀胱へのPDTを目指している。

用語解説

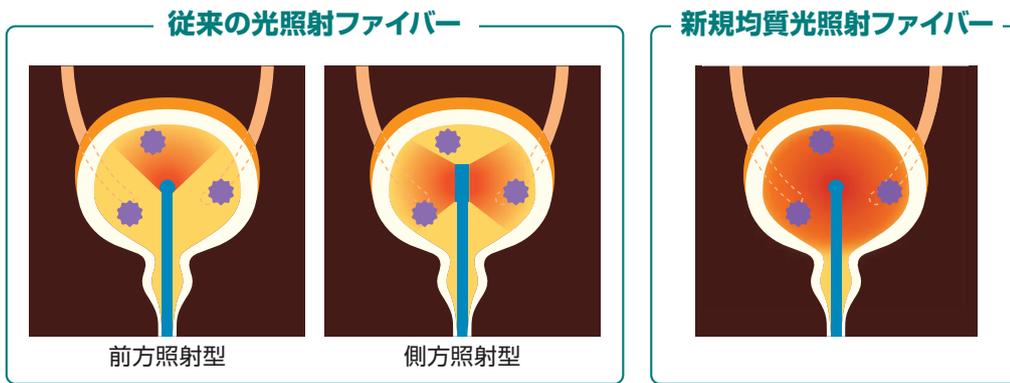
*1 経尿道的膀胱腫瘍切除術(TUR-Bt)

内視鏡下で、膀胱内にできた腫瘍を外科的に切除する方法。早期膀胱がん、選択される方法である。

参考文献

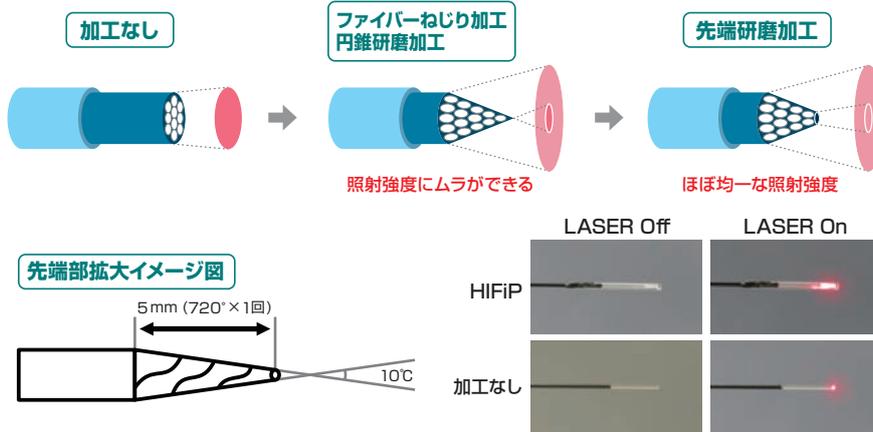
- [1] 宮崎幸造, 守本祐司, 熊谷康顕, 福島重人, 堀江壮太, 村岡未帆, 胡尉之, 中橋健一, 金田恵司, 前川康弘, 四ノ宮成祥, 西山伸宏, 片岡一則 日本レーザー医学会誌 31 (2) 122-130 (2010)
- [2] Miyazaki K, Morimoto Y, Nishiyama N, Maekawa Y, Hu WZ, Nakatate K, Kaneda K, Shinomiya N, Kataoka K. Lasers Surg Med. 44(5):413-420 (2012)
- [3] S. Herlambang, M. Kumagai, S. Horie, S. Fukushima, M. Oba, T. Nomoto, K. Miyazaki, Y. Morimoto, N. Nishiyama, K. Kataoka. J. Control. Release 155 (3) 449-457 (2011)

図-1 膀胱内光照射イメージ



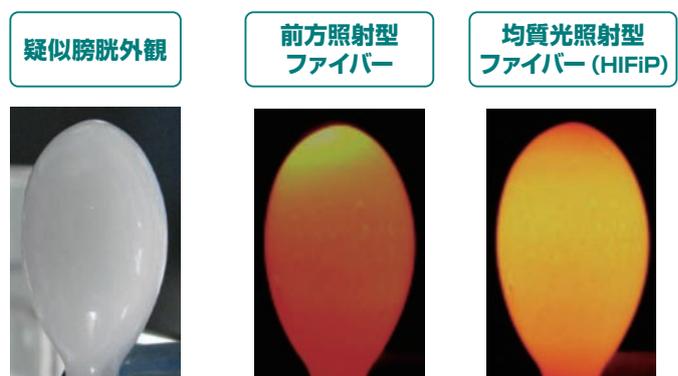
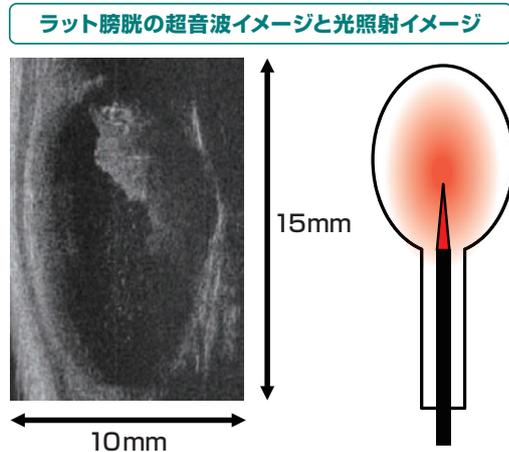
広範囲に均質照射できる光ファイバープローブの作製により、多発あるいは検知不能な微小腫瘍の単回治療が可能となる。(紫色の塊ががん病変)

図-2 均質光照射ファイバー精密加工



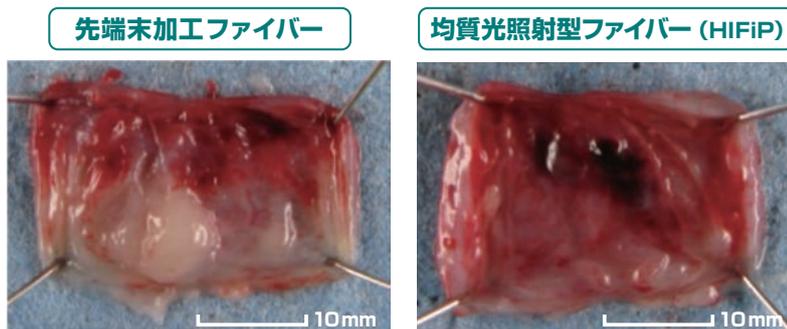
石英マルチコアファイバーの先端部分をねじり加工、研磨加工といった精密加工をすることにより、ラット膀胱内壁全体に均質光照射可能な光照射ファイバーの作製に成功した。今後、大型動物やヒトへの応用を検証する場合、大型動物やヒト膀胱形状を超音波画像診断装置やCT、MRIなどを用いて測定することで、それぞれの膀胱内壁全体に均質光照射可能なファイバーを作製することができる。

図-3 疑似膀胱における光特性評価



ガラス細工で作製したラット疑似膀胱内に、新規開発したHIFiPを挿入し光照射を行ったところ、膀胱内を万遍なく均質に光を照射することに成功した。

図-4 ラット正所性膀胱がんモデルにおける評価



ラットの膀胱内に同種由来AY-27膀胱がん細胞を播種し、膀胱がんモデルを作製。その後、光増感剤としてPhotofrin®を投与し、24時間後、光照射を行った。術後3日後、ラットの膀胱を摘出し展開、写真撮影後、画像処理ソフトを用いて炎症部分(光照射により治療が行われた部分)の面積を計測したところ、HIFiP使用群では、膀胱内壁全体の70%に光照射できていた。一方、先端末加工群では、光照射可能領域が36%に留まった。つまり、HIFiPを使用することにより、先端末加工ファイバーに比べ約2倍の照射面積に達する均質光照射を実現した。

ナノテクノロジーを使った骨の再建術の実現までの道筋

ナノバイオファーストでは、医薬品や医療機器（診断機器、治療機器）を融合したコンセプトの製品開発を重点的に行っていきます。社会還元部門では、4つのサブテーマそれぞれについて、今後の研究開発のポイントや薬事・臨床開発を含めた開発戦略を各研究者と議論していきます。今回は、サブテーマⅣ（ナノ再建システムの創成）のリーダーであり、骨の再生医療分野で中心的存在である、東京大学大学院工学系研究科バイオエンジニアリング専攻の鄭雄一教授に、骨再建を実現するまでに必要な道筋について聞きました。



鄭雄一
Yuchi TEI

本プロジェクト
サブテーマⅣリーダー
東京大学大学院工学系研究科
バイオエンジニアリング専攻 教授
(医学系研究科兼任)



畑中綾子
Ryoko HATANAKA

本プロジェクト
社会還元部門特任研究員
東京大学政策ビジョン研究センター
特任研究員（兼任）

——サブテーマⅣでの最終目標を教えてください。

がんを外科手術で切除した患者さんに對し、骨や軟部組織を再生させるインプラントデバイスの開発を目指しています。とくに頭頸部のがんでは、骨や組織を切除することは患者さんの容貌を変えてしまい、患者さんが社会復帰へ消極的になる大きな原因となります。がんを取り除いた後に普通の生活に戻るためにも、高度な再建術が必要と考えています。

再生医療は、患者さん自身の細胞に働きかけて細胞の分化・増殖を促すものです。軟骨と骨は、実は同じ細胞からできています。人の体はうまくできていて軟骨の部分には、硬い骨になる前に制御する信号が出て軟骨の状態を保つようになります。骨の再建術でも、細胞の分化・増殖を制御するシグナルを探して、硬組織と軟部組織とに誘導することを考えています。また、荷重がかかる骨の再建には、チタンなどの金属と組み合わせて強いインプラントデバイスを作ることを考えています。

——研究開発の第一ステップはどのようなものでしょうか？

一番の研究の核となるのは、3次元の形状をもった骨の元となるインプラントの開発です。骨と同じ成分であるリン酸カルシウムを混ぜた溶液から、欠損部分の骨の形に3次元のインクジェットプリンターで精密に加工します。この仮の骨の部分には細胞や血管が侵入できるような穴がたくさんあいています。この人工骨は現在、治験が終わり、製造承認の申請を行っているところです。さらに、この人工骨に組織誘導を

行うナノDDSを配置し、骨の誘導をより迅速に行う機能をもったデバイスを作ることが次のステップです。およそ5年後には、臨床研究の開始を目指しています。

——再生医療というと実現はまだ遠いイメージですが。

再生医療というと、iPS細胞やES細胞のような人の細胞を使った医療技術が一般には想定されるかもしれませんが。再生医療の定義はもう少し広くて、人の組織や器官が失った機能を修復したり置き換えることです。私たちの行っている再生医療は、生きた細胞を使わず、細胞増殖分化因子で患者さんの体内にある細胞を活性化、分化させるタイプのものです。患者さん自らがつ再生能力や自然治癒力を助けるというイメージですね。

生きた細胞や組織を用いた研究では、その培養にかかる時間や生きた細胞であることを前提にした保存や運搬、安全性の確認などの点で、実現が難しい状況にあります。それに対し、無機的な物質を使えば保存や加工段階での変質はありませんし、移植拒絶や感染などの問題は生じにくいというメリットがあります。その点では、再生医療の中では実現しやすいタイプの技術といえます。

——では実用化はいつごろになるでしょうか？

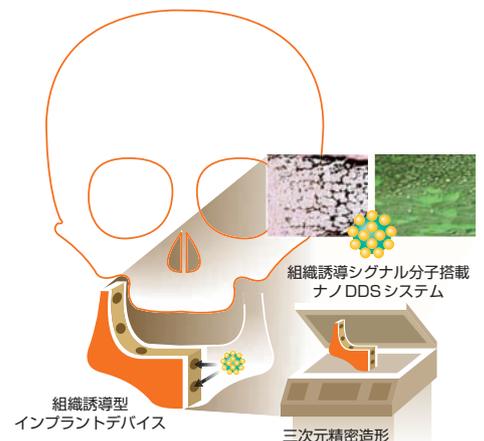
プロジェクト終了時の2014年3月までには、第一世代の人工骨の承認申請が通っているといいですね。ただ、このようなデバイスに新たな機能を加えたり、改良をしていくにあたっては新たに臨床試験が必要となります。今後、医薬品と医療機器の両方の機能をもつ技術が出てくることも前提

に、スムーズな臨床試験や審査・承認の方法が求められます。よい技術が早く社会に出ていくことは社会全体にもプラスになるはずですから、法制度からも考えることがありそうですね。

——次の研究目標を教えてください。

現在は頭頸部など荷重のあまりかからない部分での骨再建を考えていますが、骨の再建では、荷重部の再建も重要です。また骨の再建では、成長期にある小児に適用できればその有用性はより高まります。チタンなどの金属は生体適合性の点ではよいのですが、成長に応じて新たなインプラントをいれる必要があるなどの不都合もあります。患者さん自らの骨に置き換わっていく再建技術であれば、術後の患者さんの負担も減ります。いろいろな形で社会に貢献できることが目標です。

(記：畑中綾子)



ナノバイオファーストでは、各サブテーマで開発された技術や製品の迅速な社会還元に向けた活動を推進し、さらに開発された技術・製品が医療・社会システム全体に及ぼす影響を評価・研究しています。このページでは、社会還元推進研究の立場から、研究と社会との接点を深めていく情報を発信していきます。

『ナノバイオ病院』

～ナノバイオファーストが変える未来のがん治療～

ナノバイオファーストの研究が、どのようながんの疾患に応用され、これまでの医療をどのように変えるのかを説明するWEBページです。

ここからアクセスしてください。

<http://park.itc.u-tokyo.ac.jp/nanobiof/nb-hospital/>

疾患名ごとに詳細情報にアクセスできます。

総合窓口 Information Center

診断 治療 術後処置

血液診断 (早期診断・精密検査) 精密画像診断 低侵襲治療 (光による新しい治療) 術後再建 (ナノバイオテクノロジーによる再建)

新しいバイオマーカーを使った精密な診断デバイス ターゲットを鮮明に照し出す高精度の画像診断 転移がん、薬剤耐性に新しい治療の提供 ナノバイオテクノロジーによる再建

各疾患名をClick!すると詳細情報が表示されます。

「ナノバイオ病院って何?」

「ナノバイオ病院」の概要を知ることができます。

ポップアップで詳細情報が表示されます。

各疾患ごとに情報がまとめられています。

ナノバイオファーストでは、がんの診断から治療、さらに社会復帰まで一貫した医療システムの提供を目指し、研究を進めています。研究開発を進めてきたそれぞれの技術、超早期診断デバイス、ナノDDSを使った薬物治療、光線力学療法(PDT)を使った低侵襲治療、骨の再建が実際の病院で使われ、患者さんに使用されることを目指しています。

「ナノバイオ病院」という架空の病院をホームページ上に作り、どのようながんの疾患に応用され、これまでの医療をどのよ

うに変えるのかを説明するコンテンツを作りました。8月からナノバイオファーストのホームページで公開されています。

総合案内では、診断から治療、術後再建の流れとそれぞれの段階に関係する技術を概観できます。それら技術を指定すると、関連する具体的な疾患名が浮かび上がります。

総合案内左下「ナノバイオ病院とは」では、ナノバイオファーストが未来のがん医療に提供できる4つの価値を説明しています。

また、個別の疾患名をクリックしていく

と、それぞれの疾患の特徴、現在の医療の限界、さらに新しい診断・治療技術によってどのように医療が変わるのかがわかります。さらに、「ナノバイオ研究の未来」として、対象とする疾患領域の広がりや技術の今後の可能性について最先端の研究者、医師からのコメントを掲載しています。

ナノバイオファーストでの研究開発が、できるだけ早く実際の医療に応用される日が来るよう、さらに研究を加速させていきます。

(記：畑中綾子)

効率的な光線力学療法を目指した 有機-無機ハイブリッドナノデバイスの開発

野本 貴大

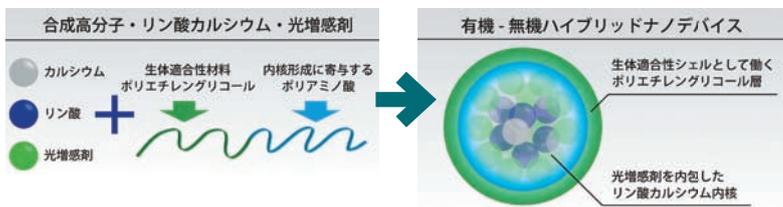
Takahiro NOMOTO
東京大学大学院工学系研究科
バイオエンジニアリング専攻
博士後期課程



光増感剤は特定波長の光で励起されると細胞殺傷性の高い活性酸素を産生する薬剤である。この光増感剤を、がんなどの疾患部位に集積させて励起光を照射することで治療効果をもたらす光線力学療法が行われる。光線力学療法は、従来の手術や化学療法と比較して低侵襲の治療を可能にするものと期待される。しかしながら、光増感剤の一部は正常組織にも分布してしまい、光過敏症などの副作用をもたらすなどの課題が存在するため、光増感剤を疾患部位に送達するドラッグデリバリーシステムが必要である。

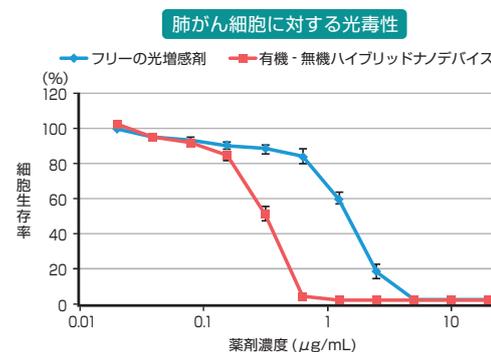
我々の研究では光増感剤の疾患部位集積性を高めるためのドラッグデリバリーシステムとして、生体適合性材料ポリエチレングリコールとポリアミノ酸をベースとした合成高分子とリン酸カルシウムから、光増感剤を内包した有機-無機ハイブリッドナノデバイスを開発した(図-1)。光増感剤内包ナノデバイスは、細胞にエンドサイトーシスを介して取り込まれた後、細胞内全体に光増感剤を分布させている様子が観察されており、またフリーの状態の光増感剤と比較して高い光毒性を示すことが明らかになっている(図-2)。有機-無機ハイブリッドナノデバイスは合成高分子材料を精密設計することでがん組織集積性を上昇させるなどの機能を加えることが可能であり、さらにリン酸カルシウムは多様な薬剤を内包することができるため汎用性と応用性が高い。最終的にはこの有機-無機ハイブリッドナノデバイスを、手術で取りこぼしてしまうような微小ながんすらも検出し治療することのできる光応答性ナノデバイスへと展開したいと考えている。

図-1 光増感剤内包有機-無機ハイブリッドナノデバイスの概略図



有機-無機ハイブリッドナノデバイスは生体適合性材料ポリエチレングリコールのシェルと、光増感剤を内包したリン酸カルシウム内核から形成される。

図-2 有機-無機ハイブリッドナノデバイスの光毒性

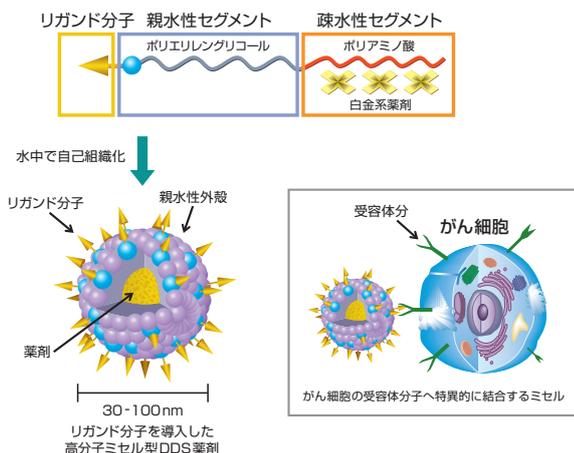


有機-無機ハイブリッドナノデバイスは光照射を行うと細胞毒性を示し、フリーの状態の光増感剤よりも高い細胞殺傷効果を示す。

がんを標的とした リガンド介在型 ドラッグデリバリーシステムの開発

近年、ドキシル®に代表されるDDS製剤は、がんに対する標的治療薬として臨床での有効性が示されている。これらは腫瘍血管の透過性亢進と未発達なリンパ系に起因するEPR効果に基づいたがん組織への集積効果を利用しているが、DDSの集積性はがんの種類や部位によって異なっており、悪性脳腫瘍など悪性度の高いがんでは著しく集積効果が低下している。したがって、このようなケースでは、これまでのEPR効果に基づくDDSを超える新たなデリバリー戦略が必要である。そこで我々はがんの新生血管などに過剰発現する受容体分子に着目し、これらを特異的に認識するリガンド分子を白金系薬剤を内包する高分子ミセル型DDS製剤へ導入した(図-1)。これまで、悪性黒色腫に過剰発現しているシア

図-1 リガンド介在型ドラッグデリバリーシステム概念図



Stephanie
Deshayes

東京大学大学院
工学系研究科
マテリアル工学専攻
特任研究員



三浦 裕

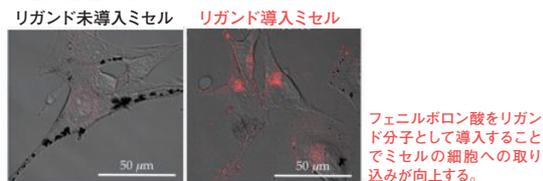
Yutaka MIURA
東京大学大学院
医学系研究科
附属疾患生命工学センター
特任助教



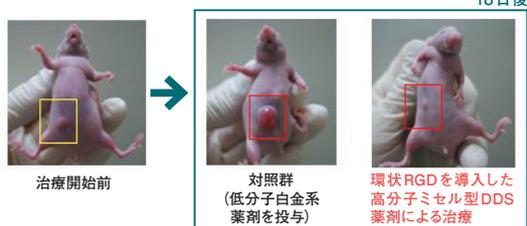
ル酸を認識するためにフェニルボロン酸をリガンド分子として導入した実験系ではミセルの細胞内部への取り込みがリガンド未導入のミセルと比べて飛躍的に上昇することが確認されている(図-2上)。さらに脳腫瘍の新生血管などに過剰発現する $\alpha_v\beta_3$ インテグリンを認識するリガンドとして環状RGDを導入した実験系では、担がんモデルマウスを用いた性能試験で優れた抗腫瘍効果を示した(図-2下)。今後は、より多くのがんに発現する受容体とそれらを認識するリガンド分子の探索を行うとともに、このようなリガンド分子を導入したDDS製剤の効果を精査し、各がんの特徴によって選択可能、かつ高い治療効果性を併せ持つ次世代型DDS製剤の開発を目指している。

図-2 リガンド導入ミセルの悪性腫瘍(細胞)への適用例

悪性黒色腫細胞への取り込み



脳腫瘍細胞皮下移植モデルに対する治療効果



トピックス

2012年3月～2012年9月

- 2012年3月29日：週刊新潮4月5日号で、東京大学大学院工学系/医学系研究科の片岡一則教授が紹介されました。タイトルは「抗がん剤を充てんした「ナノカプセル」はトロイの木馬」です。
- 2012年6月2日：東京大学の片岡一則教授が中国の四川大学から名誉教授の称号を授けられました。
- 2012年6月8日：東京大学大学院医学系研究科の西山伸宏准教授が、日本癌学会奨励賞を受賞しました。受賞タイトルは「難治がんの標的治療のための高分子ミセル型薬物送達システムの開発」です。
- 2012年6月29日：日経産業新聞でナノキャリアが抗がん剤候補「NC-6004 (開発番号)」について、国内臨床試験を開始することが紹介されました。
- 2012年7月4日：日経産業新聞で日本化薬が東京大学の片岡一則教授が開発した技術で、乳がん治療薬のⅢ相臨床試験を開始することが紹介されました。
- 2012年7月24日：東京大学の片岡一則教授が、第9回江崎玲於奈賞を受賞することが決定いたしました。授賞式は本年の10月につくば市で行われる予定です。
- 東京大学の片岡一則教授の江崎玲於奈賞受賞はNHKニュース、朝日新聞、毎日新聞などで紹介されました。
- 2012年8月10日：東京大学大学院医学系研究科の長田和也さん(D1)が、summer studentとして滞在中のマサチューセッツ総合病院(ボストン)での研究発表会でYao Su Student Research Prizeを受賞しました。受賞タイトルは"Low Level Laser Therapy Protects Primary Cortical Neurons from Excitotoxicity" (共著者：Ying-ying Huang, Michael R. Hamblin)です。
- 2012年8月18日：東京大学片岡研究室から発表した論文 "Accelerated Polymer-Polymer Click Conjugation by Freeze-Thaw Treatment"が、ACS Publications発行 Bioconjugate Chemistry誌 (Volume 23, Issue 8, 1503-1506, 2012) の表紙を飾りました。
- 2012年8月29日：東京大学大学院工学系研究科の長田健介准教授が科学技術振興機構さきがけ「分子技術と新機能創出」研究領域に採択されました。
- 2012年9月1日：東京大学の片岡一則 教授の研究内容の紹介が9月1日付けの読売新聞朝刊「顔」に掲載されました。

全体会議報告

第5回全体会議

2012年7月10日(火)、東京大学武田ホール(浅野キャンパス)において、本プロジェクトの5回目となる全体会議が開催されました。

会議は中心研究者である東京大学 片岡一則教授の挨拶から始まり、サブテーマごとに4名のサブテーマリーダーおよび9名の研究者から研究の進捗状況と今後の展開についての報告がありました。その後、企業の研究者3名と社会還元部門の3名からの発表が行われました。

ポストファーストを見据えて、今後は研究成果の出口を考えるだけでなく、市場ニーズに応える製品、サービスを創出する応用研究を最初から考えなくてはならないという提案がなされました。これを受けプロジェクト終了時を見据えた活発な議論が交わされ、

100名を超える参加者の熱気が感じられる会議となりました。

本プロジェクトは社会還元にも力を入れています。研究成果を研究者だけではなく、一般の方にもより一層わかりやすく知っていただくため、新しいWEBサイト開始の報告が社会還元部門からありました(p13参照)。

また、すべての報告が終わったあと、アドバイザーボードの梶谷文彦先生、内海英雄先生、竹中登一先生から講評をいただき、本プロジェクトのこれまでの活動と研究を高く評価していただくとともに、より一層の成果に期待をいただきました。

プロジェクトも3年が過ぎ、いよいよ成果が形になってきています。今後のより活発な研究活動に期待が高まります。



梶谷文彦先生 (アドバイザー)
川崎医療福祉大学 特任教授



竹中登一先生 (アドバイザー)
財団法人 ヒューマンサイエンス財団 会長



内海英雄先生 (アドバイザー)
独立行政法人 医薬品医療機器総合機構 理事



全体会議の様子

ナノバイオファースト「国際シンポジウム」報告 Accelerating Innovative Bio Research ～研究開発を促進する新たな試みと国際連携～

最先端研究開発支援プログラム (FIRST) 「ナノバイオテクノロジーが先導する診断・治療イノベーション」 (NanoBio First) では、10月5日 (金曜日)、世界トップレベルの大学であるスウェーデン・カロリンスカ研究所総長とルンド大学総長をお招きし、東京大学薬学部講堂で「国際シンポジウム」を開催しました。シンポジウムの告知期間がわずか3週間という短い期間だったにもかかわらず、参加者は100名を超え、プロジェクトへの関心の高さが感じられました。

Lars Vargö 駐日スウェーデン大使の来賓挨拶によりシンポジウムは開会されました。次にルンド大学総長の Per Eriksson 教授によるルンド大学の現状についての基調講演、カロリンスカ研究所総長の Harriet Wallberg-Henriksson 教授による “Research and Innovation for a Healthier Future” と題された基調講演が行われました。続いての、Harriet Wallberg-Henriksson 教授、スウェーデン大使館の Dr. Anders Karlsson、東京大学理事・副学長の松本洋一郎先生、東京女子医科大学副学長の岡野光夫先生、中心研究者である東京大学の片岡一則教授、共同提案者である東京大学の木村廣道特任教授によるパネルディスカッションでは活発な議論が交わされ、最先端のバイオ研究を加速・継続していくための課題が挙げられました。若い研究者の質問に対しパネリストから、「実用化まで長い道のりがある研究を達成するためには、研究者の情熱が重要である」という発言がありました。最後に東京大学理事・副学長の清水孝雄先生による閉会挨拶で、シンポジウムは大盛況の中、閉会されました。

(ナノバイオファースト支援事務局 西川奈緒子)

表紙図解説：

光線力学療法 (PDT) に用いる光増感剤を DDS 化して、がん組織への集積性を高めることで、がんをピンポイントで治療でき、副作用を減らすことができる (イメージ)。



Lars Vargö 氏 駐日スウェーデン大使



Per Eriksson 教授 ルンド大学総長



Harriet Wallberg-Henriksson 教授
カロリンスカ研究所総長



活発な議論が交わされた会場

発行： ナノバイオテクノロジーが先導する
診断・治療イノベーション (ナノバイオファースト)
〒113-8656 東京都文京区弥生 2-11-16
東京大学 浅野キャンパス武田先端知ビル 205
TEL 03-5841-1818 FAX 03-5841-1510
<http://park.itc.u-tokyo.ac.jp/nanobiof/>

編集：ナノバイオファーストニュースレター編集委員会
編集責任：西川奈緒子
インタビュー：小島あゆみ
カメラ：田中亜紀
デザイン：(株) スタジオエル

本ニュースレターは、最先端研究開発支援プログラムの一環として発行しています。