

特別企画

日本コンピュータ外科学会 25周年特別企画

日本コンピュータ外科学会 次の25年

森 健策^{a,b}, 村垣善浩^c^a 第26回日本コンピュータ外科学会大会大会長^b 名古屋大学大学院情報学研究科^c 東京女子医科大学

日本コンピュータ外科学会は2017年で設立25周年を迎えました。2017年10月28日から30日に名古屋大学豊田講堂で開催された、第26回日本コンピュータ外科学会では多数の参加者をお迎えし、25周年特別企画が行われました。

本学会の設立ならびにその発展に多大なる貢献をなされた先生方にご挨拶いただき、その後、東京大学佐久間一郎先生から、日本コンピュータ外科学会これまで何が研究され、そして、それが今後どうなっていくであろうかを予想する基調講演をいただきました。そして、医学、工学、情報の各分野の若手を含めた研究者によるパネルディスカッションの時間が持たれました。このディスカッションでは、日本コンピュータ外科学会のこれまでの25年、これからの25年について議論をするものでした。日本コンピュータ外科学会がこの25年で達成してきたことを振り返り、若手研究者が次の25年で目指すべき将来像についてそれぞれの立場から述べ、今後どのようなイノベーションが生まれるかを予測する絶好の機会となったものと思います。

本記事は、第26回日本コンピュータ外科学会における「25周年特別企画」での、橋爪誠先生、北島雅樹先生、土肥健純先生からのご挨拶、佐久間先生の基調講演、ならびにパネルディスカッションを書き起こしたものです。本学会を今後どのように発展させればよいのか、ひとつの道しるべとなれば幸いです。

座長：村垣善浩（東京女子医科大学）、森 健策（名古屋大学）

＜講演内容＞

理事長挨拶

橋爪 誠（九州大学）

25周年に寄せて

北島政樹（国際医療福祉大学）

土肥健純（東京電機大学）

パネルディスカッション

医学系

家入里志（鹿児島大学）

伊藤雅昭（国立がん研究センター東病院）

三澤一成（愛知県がんセンター中央病院）

和田則仁（慶應義塾大学）

村垣善浩（東京女子医科大学）

基調講演

「日本コンピュータ外科学会

これまでの25年、次の25年」

佐久間一郎（東京大学）

工学系

荒田純平（九州大学）

大竹義人（奈良先端科学技術大学院大学）

鎮西清行（産業技術総合研究所）

富井直輝（東京大学）

中村亮一（千葉大学）

森 健策（名古屋大学）

日本コンピュータ外科学会 25 周年特別企画 日本コンピュータ外科学会 次の 25 年

森 本日は雨の影響もありお足元の悪いなか、お越しくださりありがとうございます。今大会で日本コンピュータ外科学会は創立 25 周年を迎えます。この 25 周年を記念いたしまして、皆さま方と過去 25 年、そして将来 25 年を考える機会をもてればと思っております。私、今回のシンポジウムの司会を務めます、名古屋大学の森と申します。東京女子医科大学の村垣先生と二人でこのシンポジウムの司会を務めさせていただきますので、どうぞよろしくお願いたします。

それでは、今回のシンポジウムに関しまして、はじめに概要をご説明させていただきます。まず、本会の設立と運営にあたり、多大なるご貢献をいただきました、現理事長の橋爪誠理事長、前々代理理事長の北島政樹先生、創始者の一人である土肥健純先生の 3 名の先生方にご挨拶いただきたいと思います。その後、今後本会をリードしていくであろう、若手の先生方にご登壇いただき、ご討論いただいたのち、佐久間一郎先生に基調講演をいただく予定でございます。よろしくお願いたします。

それでは橋爪誠先生、ご挨拶いただけると幸いです。どうぞよろしくお願いたします。

橋爪 皆さま、おはようございます。九州大学の橋爪でございます。まずは、本学会の 25 周年記念の特別企画をご準備いただきました会長の森先生に、心から感謝申し上げます。ありがとうございました。

25 年前、おそらく皆さまはまだ卒業したて、あるいは大学に入ってなかった方もいらっしゃる、そんな時代だったと思います。ちょうど 90 年代のはじめですので、私に関する分野では、日本内視鏡外科学会を北島先生が創始者としてはじめられたころで、その当時は、内視鏡外科手術で胆嚢摘出術をやりたいと言ってもやらせてくれませんでした。そんな時代に日本コンピュータ外科学会が立ち上がった。今のこうしたコンピュータサイエンスをベースとした新しい医療が始まるであろうことをその当時に予見されて、あるいはそうした新しい学術領域において世界をリードしていこうという理念をもち、本会を立ち上げられた土肥先生はじめ、創始者の先生方に心から敬意を表するもので

ございます。

おそらくその当時は内視鏡外科手術そのものがまだ否定されていた時代ですので、ましてやコンピュータでそうした医療や外科手術が行えるとは誰も想像していなかったと思います。本会の若手の先生方には、ぜひ 25 年あるいは 50 年先に本当に医療をリードするのが何なのか、それをぜひ考えていただきたいと思えます。

そのためには、昨日のミニシンポジウムでも経済産業省の中島様や AMED の植村先生からお話でしたが、現場ではどのようなことで困っているのか、その正しい情報をできるだけ吸い上げて、それを素直に謙虚な気持ちで受け取れる、そういう感性をぜひ磨いていただきたいと思えます。そのような情報があれば、われわれの学会には横断的な様々な分野の先生方や企業の方もたくさんいらっしゃいますので、その方々と一緒になって、AMED や政府にもご支援いただきながら、本当に役に立つものをつくり出していただきたいと思います。

ものができれば、各専門領域の臨床外科の先生方に主導権をバトンタッチすればいいと思えます。この学会は、クリエイティブな新しいものをつくりあげていく、そういう知能の場であってほしいと思えます。

昨日も国際特別講演で、NIH と Imperial Collage



橋爪 誠理事長

London の先生お二人をご招待させていただきましたが、ぜひ、若い先生方にはそうした世界トップクラスの Center of Excellence (COE) の拠点にどんどん足を運んでいただいて情報を交換し、自分の技術や知恵や新しい想像力を磨いていただきたいと思います。そうしていただくことが、この学会が活性化し、新しい様々な分野に人を送り出し、世の中の役に立つものをつくり出していけることにつながるのではないかと考えております。

短い時間ではありますが、先生方にとりましてこの特別企画が実りあるものになることを期待し、また今回の学術集会が新しい第一歩になるようことを祈念しております。これをもって私の理事長としてのご挨拶に代えさせていただきます。どうもありがとうございます。

森 橋爪誠先生、ありがとうございます。続きまして、北島政樹先生にご挨拶いただければと思います。よろしく願いいたします。

北島 ただいまご紹介いただきました北島でございます。先ほど森会長からご紹介いただきましたように、先々代の理事長を務めておりました。このたび、この日本コンピュータ外科学会が25周年を迎えるとのこと、誠にありがとうございます。それと同時に、森会長には特別企画を組んでいただきまして、この25年を振り返り、さらに25年先をどうみつめていくかという、非常に大きなテーマでシンポジウムを盛り上げていただいていることを感謝申し上げます。

25年と一言で言っても、時の過ぎる速さを常々感じております。一般的には“Time flies quickly”など様々な言い方がありますが、その中にラテン語の

“Tempus Fugit”という11文字の「時は空を飛ぶ」という言葉があります。これ、なぜ私が常に引用するかといいますと、私の母校の慶應義塾大学が50周年を迎えた際、三田キャンパスに時計台を建てました。その時計台の文字が“TEMPUS FUGIT”の11文字です。それでは12時が足りないじゃないかと、そこに砂時計を置いた。そういう意味で、「時は空を飛ぶ」の象徴として、われわれも常に現実をみつめてしっかりやれよ、という励ましの意味も含めているのだと思います。

本会は医学、工学、情報、企業と、いわゆる横断的な学会です。この横断的な職種の人が連携しなければいけないことを、森会長が巻頭言「第26回日本コンピュータ外科学会大会に寄せて」のなかでも強調されておりますが、これは本会のひとつの特色です。そこで実際に医工連携の重要性をお話しします。実は私は32～33歳のころ、たまたまボストンのマサチューセッツ総合病院 (Massachusetts General Hospital: MGH) に留学した際、医工連携を目の当たりにして、以後医工連携を学んで参りました。私の恩師であるパーク教授は外傷学を専攻しておられました。MGHとチャールズ川を挟んで反対側にマサチューセッツ工科大学 (Massachusetts Institute of Technology: MIT) がありますが、MGHとMITの連携が非常に素晴らしい成果をあげていました。なんと、臨床に应用する医療機器などを製作していたのです。

今までの日本の研究者は「自分自身の技術や成果はすごい」と示すことが多かった。しかし、どちらかといえばこれは「サスティング・イノベーション」です。患者さん目線で患者さんの手元にもものが届いて初めてこれが成果であるというのが「ディスラプティブ・イノベーション」。今後は、橋渡し研究などにおいてもぜひディスラプティブ・イノベーションを目指していただきたいと思っております。

私自身も医工連携に関して若いときに非常に感激いたしました。慶應義塾大学に戻ってから、やはり医学部と工学部が一緒になって何かをやろうと思い、21世紀COEプログラムの支援を受けて医工連携を推進いたしました。また、私が医学部長を務めていたときの工学部長が高校時代の同級生だったという縁で、両学部の研究テーマを全部リストアップして同月の教授会で共有することになり、それで非常に医工連携が進みました。

例えば内視鏡下手術。先ほど橋爪理事長から内視鏡下手術のお話がありましたが、私も内視鏡下手術を導



北島政樹先生

入いたしました。しかし、私が外科医になったときは、“Great surgeon, Great incision”の時代で「チマチマした内視鏡下手術なんて」という時代でしたが、患者さんの治りがよい、侵襲が少ないことが次第に認められました。では、どうしたら内視鏡下手術を発展させることができるのか。そこが医工連携のポイントだったのであります。

そこでわれわれは、内視鏡下手術を安心・安全に行うために、ヘッドマウントディスプレイや3D内視鏡をつくりました。1996年に日本内視鏡外科学会を主催した際は、京王プラザホテルと慶應義塾大学病院の間で「イソップ2000」という内視鏡手術ロボットを動かしました。その後、2000年3月に、アジアで初めて手術用ロボットのダ・ヴィンチを慶應義塾大学病院に導入させていただきました。ダ・ヴィンチを使って、慶應義塾大学病院、東京フォーラム、ニューヨークマウントサイナイ病院、川崎市立病院の4局をNHKにつないでいただき、良性食道疾患のライブデモンストラーションを成功させました。

内視鏡下手術には欠点がいくつかありました。なかでも特に触覚をつくりたいと思っておりましたので、これを工学部の大西公平教授と、バイ・ラテラル・コントロールシステムで触覚を鉗子の先に付けました。そして、さらに触覚を描画空間で転送してテレセンションを成功させました。これも世界で初めてだったと思いますが、こうして医工連携の成果を伸ばしてきました。

そのような意味で、今、国も盛んにAMED等を中心に未来医療機器を推進していますが、われわれも、土肥先生や様々な方々と一緒にAMEDの未来医療機

器を推進しているわけでございます。現在、未来医療機器は医療の需要が非常に増していますが、患者さんの手元に届いた医療機器の活用が重要です。こういうものを皆さまと一緒に発信していきたいと思っております。

森会長も巻頭言のなかで「まさにコンピュータ外科の出番である」と綴られております。まさしく21世紀、そして今後の25年は本会が中心となり、医療機器の開発さらには情報分野やバイオデザインの人材の育成を、本会がリーダーシップを発揮して推進していくことが必要です。これを25周年、さらに今後の25周年に向けて、ぜひ皆さま方と一緒に推進していきたいと思っております。今日は、本当に25周年おめでとうございます。どうもありがとうございます。

森 北島先生、ありがとうございます。では引き続き、土肥先生お願いいたします。

土肥 土肥でございます。森先生、本日は素晴らしい企画をありがとうございます。北島先生もおっしゃられたように、おかげさまであつという間に25年過ぎてしまったという印象です。しかも、新しい分野ですので、私にとってはやることなすこと好き放題、勝手放題やらせていただいた印象です。好きなことをやらせていただいたわりには、結果はみでのとおりまだまだです。研究していくあいだにいろいろなことが分かってまいりました。

まずいえることは、この分野ははっきり申し上げて、これからの研究のほうが大事だということです。私たちが研究していたとき、この分野は誰もやっていない、あるいはほんの一部の研究者しか手がけていませんでした。そういう時期でしたので、私たちは何の制限もなく自由自在に研究できたのに対して、これからの研究者の方は、これまでの失敗と同じ轍を踏まず、また、私たちが蹴散らかした跡を踏み分けて、使えるものを研究開発していくことが大事になると思います。

本会は各世代の理事長の先生方が学会発展のために尽力してまいりました。それでもなお、学会として多くの問題を抱えています。しかし、北島先生をはじめ、多くの先生方が学会運営で大変苦勞されたおかげで、現在はなんとか順調に運営できているのではないかと思います。そして橋爪理事長をはじめ、多くの先生方のおかげで本会が25周年を迎えることができ、非常に幸せでございます。

では私からひとつ、本会の設立時の問題を申し上げたいと思っております。工学部の研究者が医学部の先生と共に



土肥健純先生

同研究をする場合、工学部の研究者は自分たちの好きな研究だけを行っており、論文は書けるが、臨床には役に立たない研究ばかりやっていた。そのため、私の友人の外科医は「工学部は何をやっているのか、われわれは医者として目の前の患者さんを助けなきゃならないのに」と言い、さらに「そういう人を助けられる機器を開発してほしい」と言っていました。そのため、特に外科分野で本当に役に立つものを工学部がつくり出さないとはいけないと思ひ、本会ができた次第です。

当時は、まず新たに立ち上げる学会のネーミングをどうするかが問題になりました。この分野に関係する研究は様々な分野があります。それをひとつにまとめて学会をつくるのですから、ネーミングは重要です。学会名だけでは何の学会かわからず、成り立ちや内容を聞いて初めて学会の中身がわかるのでは学会の発展はないと考えました。最もわかりやすい、誰が聞いても内容がわかるネーミングの学会にしようということになり、そのような観点から、「コンピュータを使用する外科系の学会」ということで、「コンピュータ外科学会」と名付けたのです。すなわち、「工学者がコンピュータを駆使して外科医が患者さんを助ける医療機器を開発する」ことを意味します。本当は工学系でいうCAD、CAMに対応するように「コンピュータ援用外科」あるいは「計算機援用外科」にしようかと思ひましたが、それでは長たらしいということで、最終的に「日本コンピュータ外科学会」としました。そして、英文名もCAD、CAMに倣い“Computer Aided Surgery”としたのです。そのため“コンピュータ支援外科”でもなければ、“Computer Assisted Surgery”でもありません。このようにして本会ができました。

今は、手術ロボットの代表として、ダ・ヴィンチがあります。しかし、私たち日本の手術ロボットの研究者のほとんどは、ダ・ヴィンチを目にしても同様なものを考えずに、臨床現場で外科医の先生方に使用していただき、患者さんの助けになるような機械をつくらうと研究を行ってきました。

最近、スーパー・ダ・ヴィンチという、ダ・ヴィンチを超える手術ロボットを開発しようという話があります。それを含めて、われわれ日本の工学系技術は、外科の先生方から期待されているのです。手術ロボット開発にかかわる研究者として、それらの期待に応えられるようなものづくりをしなければならぬと思ひております。

一方、つくる側の企業。これも共同研究において多

くの先生方が苦勞してきた問題です。共同研究を進めていくなかで、現場で一緒に研究する研究者、すなわち医師や医工学者と一緒に汗水流して研究開発する人は良いのですが、上層部の人に理解してもらうのが難しいのです。日本は高度成長の時代にいろいろなことをやってきました。その後を引き継いだ人は、先人が築いた業績を自分たちが落としてはいけないという考えからか、企業が儲かることには手を出すが、新しいものにはほとんど目を向けない傾向があるような印象を強く受けます。企業のなかで新しいことをやっても、「そんなことで飯が食えるか」といって潰した話も聞きます。このような考え方が、ある意味日本の大手企業の失敗ではないかと思ひます。

これまでの経験から、わが国では大企業より中小企業のほうが新しいことをやる気がありますし、いざとなれば小回りが利きます。そのため、ぜひこれからは中小企業の方との共同研究にも力を入れていただきたいと思ひます。そして、大企業には研究者として素晴らしい方がそろっていますので、新たな開発をしてほしいと思ひます。

もうひとつ大事な点は医師の皆さんです。日本の医師は優秀で器用です。欧米の先生方は、不器用な手術をしないための道具を考えようとします。一方、日本の医師はそんなものを一切使わなくても全部自分自身でできるため、機器開発に意欲がない。それよりも、目の前の患者さんを助けるために自分の腕を信用したほうがいいと思ひ、なかなか新しい機器が生まれません。

そのため、これから新しい手術機器を開発する際は、外科医の先生方は「こんなことは自分でできる」とお思いになるかもしれませんが、まだ手術に慣れていない先生でも簡単に熟練医と同様な処置が行える手術機器を開発することも本会の重要な役割と考えていただきたいと思います。そこに手術機器の新しい芽が誕生するものと思ひます。そのためには、工学者も企業の研究者とともに外科医が使いやすい手術機器を作る必要があります。

25年経って、自分が何を開発してきたかといつも反省するのですが、外科医の先生方に喜んでいただき、自慢気に提供できるようなものはほとんどなかったのではないかと思ひます。これからの工学系研究者の方は、機器開発に際して現場で役立つものをぜひつくっていただくようお願いしたいと思ひます。それが私の25年間の反省でもあります。

そして無責任な言い方ではありますが、これから活躍される若い研究者の方々には、目の前に横たわる課題をひとつひとつ解決していただきたいと思っております。これからの25年については、このあと佐久間先生からお話しがあると思いますが、ぜひ皆さまから、多くのご支援をいただきたいと思っております。よろしくお願いたします。以上でございます。

森 土肥先生、ありがとうございます。それでは、今回のシンポジウムの基調講演です。佐久間一郎先生から、過去25年、それから将来の25年に関しましてご講演いただきたいと思っております。よろしくお願いたします。

佐久間 森先生、ありがとうございます。佐久間でございます。歴代の会長先生の前でお話しさせていただくということで緊張しておりますが、『コンピュータ外科学会 これまでの25年、次の25年』というタイトルでお話しさせていただきたいと思っております。

私にとってCASの研究とのかかわりは、土肥先生の助手をしていたときに橋本大定先生から超音波画像のデータ・フュージョンについて働きかけがあった時にさかのぼります。どうやってやろうかと考え、土肥先生の指導のもと、研究に取り組みました。またその当時、東大病院整形外科の黒川先生から「骨を削るときに骨組織の皮一枚残して削る状況をモニタリングできないか」というニーズを伺ったことも記憶しており、このような課題への取り組みが私にとってのCAS研究のはじまりであったらと思います。

このスライドであります。コンピュータ外科の概念を示す図であります。比較的古いスライドですが、術者の第三の目と第三の手をつくる役目とっています。ここにあるのがその当時考えていたことです。医用画像処理、モデリング、手術用のデバイスがあります。新しい手術手技の確立については、やはり情報の統合が重要だという話をしていました。これは今でもCAS研究の根本に流れているものではないかと思っております。

これはよく学生に見せる映像です。臓器の3次元画像をつくり、それからナビゲーションによって術前画像と患者の位置関係を統合し、さらにロボットを使えば器具を患部へ正確に運べる、というものです。これが基本的な考え方になっています。この概念がいろいろなかたちに変わって様々な研究になっています。

指導を受けた先生方に頑張ってください、いろいろなプロジェクトを行っていただきました。これだ

けでカバーできているわけではなく、これ以外にも様々なプロジェクトが多くの大学で行われました。研究推進が大きかったのは、1999年から2004年に「未来開拓学術研究推進事業」というのがありました。今CAS分野で中堅として活躍されている人たちが、そのときはみんな学部学生でした。ここで様々なことが進展し、横の連携がよくなりました。そのあと、「インテリジェント手術機器開発プロジェクト」などがあり、学術という部分での進展はできたのかなと思います。ここでかなり研究者層も厚くなってきました。

私がどのようなことをやってきたかというのを少し示します。これ非常に古いスライドで、2001年です。今、広島市立大学にいらっしゃる増谷先生が東京大学で実施された手術で、臓器変形解析です。こうしたことを20年近く前にやっています。

また、これはレーザーガイダンスで、大阪の菅野先生、米延先生、中島先生がわれわれと一緒に実施したものです。レーザーを使って穿刺の情報を出すということで実用化はできなかったのですが、今は応用までできる。これも十数年前にやっています。

これは未来開拓学術推進事業の成果の1例です。いろいろなロボットを作りました。これらの活動には多くの学生が参加しました。医療機器センターの鈴木先生もこれをやっていたということでした。これらの活動は2000年代初頭ですので、20年近く前になります。

これは骨折の整復で、THKさんに製作していただきました。この操作をされているのは明日発表される前田先生です。このロボットを使って臨床応用まで行いました。

これは穿刺ロボットであり、ナビゲーションを使いながら、ロボットを動かします。針が刺入して、脊椎のところにナビゲーションで針が刺せるということです。最後に当たったことを確認して回転します。なぜこれらの映像を出したかということ、20年近く前にすでにこのような試みをやっていたということを示したかったためです。非常に進んだ内容であったことがおわかりになると思います。

この図はこの分野が今後どうなるかを書いたものです。このようにMRIや画像誘導があり、いろいろなイメージングを統合して、人間の手で実現できないようなものを遠隔操作でできるようなたち。さらには、外科手術だけではなく、DDSなどのいろいろな遺伝子関係にも使われていくべきだろうと思っております。なぜかということ、科学的な標的性では足りなくて物理的な標

的性が必要だろうという考え方でやっているということです。

これまでいいことばかりいいましたが、先ほど土肥先生が「いろいろやりたいことやってきた」とおっしゃられました。これをどう評価するか。逆に、今日は少し攻撃的に話をしようかと思っています。「警鐘」をいくつか出していきます。

第一の警鐘は、「コンセプトの進化があまりみられない」ということです。コンピュータの能力向上やアルゴリズムの向上、精度の向上という点では格段に進んでいますので、今の研究成果は非常に優れています。手法革新につながるような展開が進められているかということは、もう一回考えないといけない段階になっていると思います。

第二の警鐘は「実用化の遅れ」です。脳神経外科や整形外科の分野ではナビゲーションが標準的な治療になりつつあります。近い将来、対抗できるシステムが出てくるだろうということですが、ダ・ヴィンチしかまだないという状況です。これをどうするのか、そして最後に、25年やってきて、医療機器実用化戦略という考え方が十分理解されていない点を指摘したいと思います。薬事戦略もそうですし、ビジネス戦略もそうです。そのなかで過去10年に重要となってきたのがレギュラトリーサイエンスです。実際にどうやって医療機器実用化を考えるかが重要になってきます。

また、今日的課題としては、臨床研究の進め方を規制する臨床研究法が昨年国会を通りましたが、非常に考えさせられる内容を含んでいます。医療機器開発推進の障害とならないよう、法の精神を尊重しつつ学会自体が組織だった対応策を考えなければならないと思っています。

第三の警鐘は「ほかの台頭する研究分野との競合」です。本会だけではなく、先端的医療ということでは、再生医療や Precision Medicine です。競合している分野に対し、本会はどうのように行くのか。これは対峙する概念ではないと感じていますが、どのようにこれらの新分野と連携するのかを考える必要があります。

例えば再生医療。再生した組織を生体に、適切なタイミングで、適切な場所へ、適切な条件で埋め込むという観点からは、やっぱり低侵襲で実行することが望ましいのだと思います。Precision Medicine は薬だけで治るものではなくて、集学的にやるものだと思います。このなかで CAS をどのように位置付けるのか。しっかり考えていくべき時代だと思っています。

私見ですが、新たな手の研究に関しては、あまりロボットに固執せずいろいろなことを自由に考えることが必要だと思います。外科をベースにしますが、外科治療の枠を越えた考えも必要だと思います。把持・切除・焼灼という機能だけではなくて、生体の応答を制御する治療手段との融合や、再生を促進するために適切な物理刺激を加える、適切な環境を構築するなどといった分野に、CAS の技術を適用することも必要でしょう。

重要なことは、コンピュータ外科というのは、究極的には3次元位置に固定された情報を使って、3次元的にいろいろな治療手段を生体医に位置決めして、機能を発現させるということではないかと思っています。そうすると、治療手段や介入手段を場所の制御ということではなく、治療手段の機能発現するタイミングも重要です。やはり治療や生体への介入にはゴールデンタイムがあるはずなので、この観点からの検討も必要です。あとはほかの医療技術との融合研究をどんどん進めていくべきだろうと思います。

新たな目の研究に関しては、画像を越えた情報の活用。たぶんいろいろ生体情報があって、先ほどの Precision Medicine のこともあります。東大の消化器外科の瀬戸先生と議論をしていたときに「究極的に外科はバイオプシーをするだけになるのではないかと、すごいことをおっしゃいました。どういうことか」と、単なるバイオプシーではがんの一部の情報しか取れないので、多様な性質をもつがん組織を全部採取しないとがんのプロファイルはできない。それをやったうえで、外科手術と Precision Medicine を組み合わせさせていく。そうすると、バイオプシーの組織をいかに



佐久間一郎先生

網羅的に採取できるかが重要になるという視点です。

それからもうひとつ、低侵襲治療が有効であるのは、早期診断・早期治療の分野ではないかと思えます。しかし早期診断ほど難しいものではなくて、非常にセンシティブティーとスペシフィシティーが高い診断技術をもたなければならぬ。そうすると、われわれは「治療技術の開発が重要」といつてきましたが、診断技術の向上についても、ある程度やっていかないといけない時代になってきたのかなと思っています。

私が最近取り組んでいる内容を少しご紹介します。これはダブル・ターゲティングという、免疫治療とコンピュータ外科を組み合わせる標的治療技術です。それに集束超音波を使っています。集束超音波というと焼くことが主になると思います。村垣先生がPhoto Dynamic Therapyをやられていますが、超音波エネルギーによる化学的効果の実現が重要になってきます。これはリン質の膜の中に過飽和の perfluorocarbon を封入し、直径 100 ナノメートルぐらいの液滴とします。その表面に抗体を固定します。これがエピレギュリンに対する抗体です。これでがん細胞の表面に発現しているエピレギュリンを認識することから、正常細胞には結合しない。ナノ液滴が細胞の表面に付くだけではなく、細胞の中に抗体修飾されたナノ液滴がインターナリゼーションされていく。そうすると細胞内に超音波を照射すると発泡するナノ粒子が入るので、超音波照射するだけで機械的に細胞を破壊することができます。

これが本当にできるのか検証するため実験を行いました。これは大腸がんの細胞 DLD-1 です。これを培養して、先ほどの抗体修飾されたナノ液滴をインキュベートし、洗浄後 1 ミリの幅で超音波を線状に打っています。その後 PI 染色という死んだ細胞を染色する技術で、死んだ細胞の部分を可視化しています。きれいに超音波を打ったところのみが死んだ細胞となっていることがわかります。

化学的な標的性とコンピュータ外科を合わせていくとこういうことができる。この過程を高速度カメラ撮影したものがこの映像です。ここにナノ粒子があります。時刻 0 で超音波照射するとナノ液滴が発泡し細胞が破壊されます。

2 年前に大会長をさせていただいたときに共同研究を行っている滋賀医科大学の芦原貴司先生にお話をさせていただきました。芦原先生とは一緒に心房細動などの不整脈治療に関する共同研究を行っています。心房

細動の治療法であるカテーテルアブレーションはあまり本会では話題とならないのですが、ナビゲーション技術が非常に使われている分野です。マッピング電極をトラッキングして、電気信号の計測を行い、それを可視化して焼灼すべき心筋部位を同定しようとするものでありますが、慢性心房細動の治療支援は、現状でも難しい課題であります。芦原先生が現在取り組まれていることは、心臓電気生理学的計測だけでは確定できない情報を、コンピュータ・シミュレーションによる解析結果を用いて補完し、リアルタイムで異常な興奮部位を確定する技術の開発とその臨床応用です。単に興奮動態がわかるだけでは、適切な治療戦略は立てられず、これをどのように分析するかに大きな課題があるのですが、このような情報を使って心筋のどこを焼いていくかを考えてナビゲートするという事です。芦原先生との議論で興味深かったのは、心筋を完全に焼くのではなくて、半焼きにする。完全に焼くのではなくて、若干興奮電動機能が残っている状態にする。これは、先ほど私がいった生体の制御に少し介入する。生体が元に戻ろうとする力を使うということにつながるのではないかと思います。

最後、まとめです。先ほど土肥先生も橋爪先生も北島先生もおっしゃいましたけれども、25 年を迎えた今、新しい提案が必要です。それを実際に展開し、実用化につなげるのが重要だと思います。一方、コンピュータ外科の概念という観点からは、25 年前の概念からあまり脱却していないということも、われわれはしっかり考える必要があると思っています。イノベーション的な研究と、実際に臨床現場にもっていく実用化研究両方をしっかりやるのが重要だと思います。それから、研究のみならずビジネスプランニングも必要だと思います。また、本会に関連する臨床外科学会との連携を一層強化する必要があります。実用化に対して適切に新しい技術を安全かつ確実にやっていくには、主義の発達、適正な使用法の確立が必須であり、臨床外科学会との連携は不可欠ですので、こうしたことも重要ではないかと思っています。

以上、駆け足でお話ししましたがこれで終わります。ありがとうございました。

森 佐久間先生、ありがとうございました。それでは今の 4 名方のご講演とご挨拶に基づいて、今後 25 年をどうしていけばいいかについてパネルディスカッションを進めていきたいと思っています。パネルディスカッションの司会は東京女子医科大学の村垣先生にお願い

したいと思います。パネリストの皆さま、ご登壇ください。よろしくお願いいたします。

村垣 皆さま、おはようございます。パネルディスカッションの司会を務めます。東京女子医科大学の村垣と申します。私自身は、土肥先生とメンターの伊関先生が予備校時代同級生だったというご縁でこの世界に入ることができました。現在は、北島先生のご指導のもと、和田先生とともにAMEDでも研究しています。

このパネルディスカッションでは、本会の25年を振り返って何に貢献してきたかとともに、25年後何をなすべきかを話し合っていきます。そのもとになるのは、最終的には今後イノベーションがどのようなかたちで生まれていくのか、あるいはイノベーションをどのようなかたちで本会から生み出していくのかも、予測することになるだろうと考えています。

森大会長が事前にさまざまな質問をパネリストの先生方に出しておりますけれども、それをもとにして討論を進めたいと思います。まず、パネリストの先生方に一言ずつ自己紹介をお願いしたいと思います。家入先生からお願いします。

家入 鹿児島大学の小児外科に所属しております。家入と申します。実は、日本コンピュータ外科学会大会に初めて参加いたしましたのが、橋爪理事長に連れて行っていただいた、2003年にここ豊田講堂で生田先生が大会長を務められた大会です。それ以来15年携わらせていただいております。今日は、私なりの考え方を述べさせていただきたいと思います。よろしくお願いいたします。

伊藤 国立がん研究センター東病院の伊藤雅昭です。よろしくお願いいたします。私のほうとしましては、最近では国立がんセンターと医療機器開発を進めていること、2017年の5月にNEXT医療機器開発センターを立ち上げて、積極的にこのような学会も手伝わせていただきたいと思います。よろしくお願いいたします。

三澤 愛知県がんセンター中央病院消化器外科の三澤と申します。私も家入先生と同じく、初めて大会に参加したのは、2003年に名古屋大学の豊田講堂で開催された大会です。それ以来、名古屋大学の森先生とも一緒にさせていただきました。今日は、25周年ということで、この場に呼んでいただいて光栄に思っております。

和田 慶應義塾大学の和田でございます。専門は一般

消化器外科です。私は卒業が1992年で、まさにこの学会ができた年の卒業でございまして、同じ歩みをしてきたという感があります。初めて学会に参加したのが2002年に開催された10周年の大阪大会です。その翌年に名古屋で生田先生が大会長を務められました。この25周年という記念すべき大会に参加できて光栄に思っております。よろしくお願いいたします。

村垣 医学系は消化器外科の先生方4名、脳外科1名と豪華パネリストをそろえました。それでは工学系のパネリストの先生方、自己紹介をお願いします。

荒田 九州大学から参りました荒田と申します。私と本会のかかわりとしましては、1998年前後から遠隔手術実験というかたちで研究させていただいており、ずっとこの学会の先生方と仕事をさせていただいて、まさにこの世代といたしましては非常に恩恵を受けてきた立場でございます。今日はよろしくお願いいたします。

大竹 奈良先端科学技術大学情報科学研究科の大竹と申します。私は元々日本で学位を取得いたしまして、それから6年間ほどアメリカのジョーンズ・ホプキンス大学のRussell H. Taylor先生のところで勉強させていただきました。3年前から佐藤嘉伸先生と一緒に奈良先端科学技術大学院大学で研究をさせていただいております。本会の大会にはアメリカへ行く前から参加させていただき、勉強させていただいております。まだまだ若輩ものですが、このような貴重な場に呼んでいただいたことを光栄に思っております。よろしくお願いいたします。

鎮西 産業技術総合研究所の鎮西と申します。私がこのような研究をはじめたのは1987年で、ちょうど30年前になります。突然土肥先生が3Dシミュレーションをやるという出して、それではじめたのがきっかけです。その後、コンピュータビジョンの画像と融合したり、就職後はバイオメカニクスの研究室でバイオメカニクスをやったり、様々な研究をやってきました。専門は拡散していますが、それなりに自分としては価値ある30年だったと思います。

富井 東京大学医学部の富井と申します。この3月に佐久間先生のところで博士課程を修了したばかりです。博士課程では、名古屋大学と不整脈に関する基礎を共同研究させていただきました。その前に4年間研究で画像処理のエンジニアとして働いていました。この大会の運営スタッフは2年前にさせていただいたのですが、参加させていただくのは初めてです。この

なかで最も若輩だと思いますが、素人なりの意見ということで述べさせていただきたいと思います。よろしくお願ひいたします。

中村 千葉大学 JST の中村と申します。鎮西先生からこちら4人は東大の医用精密工学研究室の一門で、土肥先生の弟子と佐久間先生の弟子です。僕は1998年から日本コンピュータ外科学会に参加させていただいています。割と若いほうですけども結構長い時間が経ったのだなということを実感しています。最初のほうはナビゲーション、途中ハーバード大学波多先生のところで修業をさせてもらいながら、CAS全般に携わっています。よろしくお願ひいたします。

佐久間 先ほどお話をさせていただきました佐久間です。東京大学の精密工学科で土肥先生のもと、最初は化学分析機器の研究をしました。それから人工臓器の研究を行い、東京電機大学に異動してからは人工臓器、不整脈の研究をしました。そのころに伊関先生と術中計測を行い、また土肥先生のところに戻ってから手術ロボットの研究をしています。そういう意味では広く医用精密工学をやってきました。よろしくお願ひします。

村垣 それではディスカッションよろしくお願ひします。

最初の議題は、先ほど佐久間先生からお話を伺いましたが、「25年間のCASの貢献は何であったと思いますか」です。たしかに、科学研究費助成事業に日本コンピュータ外科学会の名前が入ったことは、CASがひとつの学問領域として認められた証左であり素晴らしいことだと思います。先生方のご経験を踏まえて、これまでの貢献についてディスカッションしていただければと思います。いかがでしょうか。三澤先生からどうぞ。

三澤 外科医にとって手術は一番原始的な治療法です。切って、取って、つなぐ。やっていることは昔から同じですが、それをやりやすく、安心に、外科医にとって快適に、患者さんにとってもやさしく、という手術に変えてきたのは、こういったCASの技術だと思います。外科手術のコンセプトはその間あまり変わっていません。これまでもこれからも、外科医にとっても患者さんにとってもよりよいものをつくってくれるという意味で、貢献していると思います。

村垣 ありがとうございます。中村先生。



中村 土肥先生のお話にもありましたが、なかなか企業さんに乗っていただいて出ていくというのは大変な分野ではあったのですが、最近 EMARO や iArmS といったロボットも出てきていますし、A-Traction 社や Holoeyes 社など、新しい技術をサービスとして挑戦する企業が少しずつ増えてきているのは、やはり本会の貢献かなと思います。

一方で、とある大きな企業の方から、昔、文部科学省の未来開拓事業など国から CAS 研究に関する何億円の高額の投資があったけれども、「それで結局何が出来たの?」、「この結果をどういうふうに君は思っているのか?」といわれたことがあります。やはり、応用工学、応用科学の分野というのは、社会実装の効果も考えないといけないのかなと少し感じさせられました。

村垣 佐久間先生、この点に関してはいかがでしょうか。

佐久間 実用化に関してはいくつか問題点があると思っています。個々の課題の解決だけでは難しく、例えば日本の行政の問題や投資感覚の問題など様々な要因があると思います。25年後のことを考えて今後どうするかについての改善点を図ったらどうかと思います。

村垣 ほかに何かご意見ございますでしょうか。

森 先ほどの佐久間先生のスライドでいろいろなコンセプトを書きいただきました。このなかから何が出てきたかという理屈をきちんとみておく必要があるかと思っています。逆にいうと、外科の先生からみていかがでしょうか。中村先生の2つ目のコメントですが、われわれはいろいろ研究費をかけながら研究してきましたが、それにより先生方の手術が変わったかどうか、それについて教えてください。まず、伊藤先生お願いします。

伊藤 現実的なことをいうとあまり実感はないです。なぜならば、医療機器として現場に届くものが多くなく、特にわれわれの消化器外科分野や内視鏡外科分野においては、本邦発の機器はまだまだ少ないと思います。本会においても医療機器開発の目的を設定するときに、機器を上市して届けるということにもう少し重点を置いた視点が必要なのではないかと感じています。

村垣 本会の貢献は研究開発と少し似ているところがあると思います。例えば MEMS は 2000 年代に多額の研究費が投資され、そのときはすぐに成果はでませんでした。15~16 年経ってようやく成果がでてきたことがあります。そういった時間がかかるという観点も

いると思います。

次の議題に移りましょう。「コンピュータ外科と AI」です。このあといくつか AI 関係の質問がありますし、今回、学会のなかでのシンポジウム等で AI 関係のものが含まれています。先生方、今後の方向性として、本会と AI がどのような発展をしていくかが、コンピュータ外科の本質的なテーマのひとつになるだろうとの見込みでの質問です。荒田先生、どうでしょうか。

荒田 私はロボット技術を研究開発の主体とする学会へも参加していますが、非常に AI の研究が増えていると感じており、ロボットと AI の融合というのは間違いなく進むと確信している次第です。この分野の研究に関していうと、一方で医療画像に関しては間違いなく AI が担う部分が大きいだらうと考えています。そういう意味では、医療機器の研究に関してはますます普及は進むだらうと確信しています。

村垣 ありがとうございます。和田先生、いかがでしょうか。

和田 私が書いたのは、基本的な要素技術として全ての分野に導入されるということですが、入って当たり前だと思っています。まずは単純なところから入ってきて、内視鏡では縫合まで考えられていると思います。外科医というのは経験によるところが大きいのですが、それが様々な外科医の経験を習得していき、医療として実践できるようになっていく。そういう仕組みになっていくのではないかと考えています。

村垣 ありがとうございます。富井先生。

富井 AI が語られるときに、技術的特異点が迎えられるという見方があります。人が行う治療的な作業を全て AI が代替するような未来が来てしまうのではないかと、というようなことを書かれることもよくあります。しかしそういう技術が今の延長線上に確実にあるかという、私は非常に懐疑的です。まだまだ何度か技術的なブレイクスルーがないとそういう未来は来ないと思います。

そのようなものを目指した技術、例えば脳型のコンピュータであるとか、量子コンピュータであるとか、そういう技術は常に注視して、実現性があるかどうかみていく必要があると思います。一方で、やはり実現可能なものは医師をサポートする、より高度にサポートする技術を AI によって実現するというのが、この分野において進展していく方向性なのかなと思っています。

医師の方がやっていらっしゃる高度な判断を AI が代わりにやるということではなく、普通の人なら誰でもできるというような、例えばこっちに引っ張ったら切りやすいのではないかと、そういう直感的な判断をできるような自動化技術がだんだん導入されてくるというのが、今後の自動化の方向性なのではないかと感じております。

村垣 ありがとうございます。

森 今後の本会の方向性に関する討論がひとつあるのですがいいでしょうか。鎮西先生の2行目です。「ものづくり」から「データづくり」へ、かなり学会性に関わってくる大きな転換点になるかと思えます。

鎮西 AIというのはデータがないとできないのです。そのため、最初の行にデータをもっていない人にはできないと書きました。もうひとつの方法として、センサー等を駆使してデータをつくるにはまだたくさん研究のネタがあると思います。手術用ロボットとは手の動きのログを取る装置だと思えば、たくさん研究のネタはあると思います。

今までは「ロボットつくりました」で1本の論文になりましたが、その先の「データが取れました」という段階になればさらに論文が書ける。そうするとさらにいいことがあります。今まではなかなか臨床まで至らなかったという話が出ていましたが、それが否応なしに臨床にいかないと研究にならない状況になります。作業としては時間がかかるので、期限を設けて研究者の方が期限の範囲内でそこまでできるかどうかはきちんと勘案しないとイケないと思います。

村垣 ありがとうございます。外科の先生方、大丈夫ですか。いきなりものづくりからデータづくりに飛躍してもいいですか。実際やっているほうは完全にアナログなのですが、データの部分だけ先に進んで、工学系が何か機械をつくらなくてもいいでしょうか。いかがでしょう。

鎮西 もちろん、ものづくりは当然あります。センサーでも何でも、まずログを取る道具がないとデータづくりにいかないので、そこは逆に工学系の宿題だと思います。大会中展示されているバイオニックモニターの後ろをみると、後ろにセンサーの口が付いています。AIもセンサーです。それが大事です。

伊藤 今、鎮西先生がおっしゃったのはまさにそのとおりです。データベースを構築するには地道なタグ付け作業が必要になると思います。先ほど述べたように、手術をいかに良い方向へインストラクションした

らよいかと、課題を実現させるためにも、その手術がうまいのか下手なのか、それらの評価やタグ付けは専門家としての外科医がやらざるを得ない。その部分は非常に長時間の地道な作業です。タグ付けのなかで質をコントロールした莫大なデータをそろえて AI の方に放り込む作業を、学会レベルでやっていく必要があると思います。そういった活動を学会が主導するのは非常に意味のあることであると思います。

村垣 ものづくりをされてこられた荒田先生、今の点はいかがですか。

荒田 手術ロボットやそれに関する研究をされてきた方はたくさんいらっしゃると思います。AIが入ってきたからといって長年の努力が報われないわけではないと考えています。むしろ AI によって優れた「頭脳」が提供されることで、その「手」となるようなロボット技術は今後ますます必要になると考えています。私は機械科におりますし、これまでずっとものづくりをしてきました。これからも優れた手術ロボットに関する技術開発を続けたいと考えています。

村垣 ありがとうございます。どちらかという、AI は感覚系のほうだと思うんですね。AI と外科は対局で、AI 化するためには入力系をデジタル化しないとイケない。また日本ではだいたい治療と診断だったら診断のほう好まれるので、AI のデータ、感覚系だけを頑張ってデータをキープするんです。そうではなく出力系のデジタル化のロボット系も今後ともつくっていただければと考えております。

では、次の議題「自動運転とコンピュータ外科」に移ります。今の出力系にもかかわると思います。これに関して先生方から答えをいただいています。特に倫理とか法令の問題ですね。和田先生。

和田 消化器の場合だと、手で縫っているものが、ミシンのものとかで、しかもそれがきれいに縫える、そういう方向に行くことは考えられます。さすがに、加刀から閉創まで全部というわけにはいかないと思いますが、部分的なところでは自動化が進んでいくと思います。ものづくりからデータづくりということですが、自動運転した手術が本当にいいのかどうか検証するためには、そこでのデータが必要になってくると思います。

村垣 ありがとうございます。大竹先生。

大竹 メールで気楽に書いてしまったのですが、私が書いたのは、ほかの先生方がおっしゃっているように、「新しい目」と「新しい手」に加えて「新しい脳」

がここで何かできあがるのではないかという期待があるような感じで世界は進んでいます。外科医の先生方も、全部の手術をロボットのできる時代が来るなんて思っていられないと思います。

なぜかという、鎮西先生がおっしゃったようにデータがまだ足りないからだと思います。画像認識の分野で驚くような成績をあげているのは、単にそこがデータの集まりやすいところなので、タグ付けされたデータがたくさん集まっているのであって、今のAIは何かをみせてそれを覚えるというだけのものです。一歩進んで「考える AI」の時代が来るにはまだデータ量が足りないと思っています。

村垣 ありがとうございます。

森 外科のお立場から、三澤先生お願いします。

三澤 やはり完全自動化手術というのは相当先の話だと思います。和田先生がいわれたように、部分的であればできると思いますが、まず、外科の範囲では診断や検査など、意外と自動化の要素はあるのではないかと思います。胃カメラでは、直接病変組織に触ることは基本的にほとんどないので、もしかするとそういったところから完全自動化が進んでいくかもしれない。

森 こうした自動化技術は、全然違う業界や学会から出てくる可能性があります。それに対しては、私たちも新しい概念に基づいていろいろ変わった方法を取っていかないとついていけないのかなとは思っています。胃カメラの検査などは比較的うまくできるのではないかと思います。こういったことは、本会のなかでやっていかなければいけないと思います。

家入先生、お願いできますか。

家入 ちょうど1年前に、『サイエンス』にAI搭載ロボットのペーパーを出した、ワシントンの小児病院の研究室を見学しました。先ほど和田先生がいわれたように、消化管吻合を自動化しているロボットでした。赤外線カメラを使って原理としてはミシンの動きのように連続でロボットで腸管を縫っていくという作業を自動化するというものでした。こうした定型化されたものは十分自動化されるのではないかと考えています。

あと、鎮西先生がいわれたことにも関連するのですが、われわれ小児外科は希少疾患やバリエーションが多い病気を扱っていますので、こうしたものに関しては情報提供によってデータ蓄積され、そこに外科医の経験の集積が加わるとエラーが減るという意味で、医療の



質は向上すると感じています。

村垣 ありがとうございます。以前から土肥先生の教えで（洗濯機がない時代に、洗濯ができる機械を考えるとときに、洗濯板で衣服をあらうロボットを作るのではなく、洗濯槽を回して洗うという違う機構での機械を作るべき、というのがありますが）、「洗濯板ロボットをつくるの洗濯機をつくるのか」などという議論もあるかと思っています。（洗濯板ロボットのように）外科医そのものの手技を自動化するというのは結構難しいかもしれません。佐久間先生がおっしゃったように、（洗濯機のように）同じ治療の目的でも違った方法でやれば自動化は可能かもしれないです。例えばガンマナイフのように、手術はせずにロボット化した放射線で治療するという新たな方法もあるかもしれません。

次の議題「学会について」です。今まで議論してきたように、将来の学問の方向性のもとで本会がどのようなかたちで今後進んでいくのか。これについて質問させていただきました。優等生的な回答よりも、時代を越えた突拍子もない回答を期待いたします、ということでパネリストに質問しました。荒田先生。

荒田 まず、私どもの世代からすると、この学会の価値は非常に大きいです。臨床研究と工学分野の溝を埋めるような研究というのは、どちらからも「どう扱っていいかわからない」といわれることもあるのですが、この学会ではしっかり評価していただいています。私たちの世代からすると、学術的な意義を認めてくださったという意味で非常にありがたく思っています。

村垣 「工学技術の臨床導入を推進する母体組織となっている」ということですね。

荒田 そうですね。先ほどの佐久間先生のお話にも挙げられていたと思います。工学技術の臨床応用に際しては、ある意味で共通的な問題という課題があるのではないかと感じています。この学会は25年以上取り組みをされており、このような共通課題の抽出と解決手法の提案、共有に関して、推進する母体組織的な役割を果たせることができれば、非常に良いのではと考えます。

村垣 ありがとうございます。和田先生、「アドボカシー」とは。

和田 いろいろあるのですが、この学会には医学系と工学系の研究者が集まって知識や技術を共有して、それを学問として評価していく活動が肝になるところだと思います。学会だけでなく、社会に向けてそれを発信していくことが大事です。それをやっていく

うえて、アメリカの学会などをみていると「アドボカシー」に重点が置かれています。専属の職員の人たちが政府などにきちんと活動をして、それぞれが高めていくことをやっていると思います。もちろんこの学会も活動していますが、そういった面が今後大事なのではないかと考えています。

村垣 国民への啓発活動ということですか。

和田 そうなのですが、その手段として国とかそういうところに働きかけていくということです。

村垣 ありがとうございます。富井先生。

富井 この分野では本当に素人なのですが、先ほども申し上げたように、全部自動化するというのは難しいと思います。ただ、難しいからこそチャレンジすべきなのではないかとも思うわけです。そういう技術を実現すること自体、そこでぶつかるハードルで医師にしかできないこと、あるいは技術と医師がどう連携していけばいいのかということ、その問題の本質にあるものがみえてくるのではないのでしょうか。

これまでの学会の様々な蓄積があると思います。それらを統合して、非常に高い目標かもしれませんが自動化を目指してみる。それもアカデミアとしてやるべきことなのではないかと、私個人は思っております。

村垣 ありがとうございます。

森 ちょうど今、富井先生から集積するようなことが出ました。ここだと「技術要素の統合が図られ、また新たな課題が明らかになる」と書かれているのですが、おそらく、次に出てくる鎮西先生の「JSCASはデータ集積学会」のような話——例えば、「JSCAS ロボットログライブラリー」とか、あるいは「データアクセス機能の提供」というかたちでJSCASが、いわゆるデータを集積してデータセンター的な役割を果たすかたち。データセンターというのはデータを置く場ではなくて、もっと高いレベルのデータセンターという意味だと思いますけれども。これに関して、鎮西先生から少しお話していただけますか。

鎮西 できるかどうかかわからないのですが、例えば次世代医療基盤法でいうところの医療情報を集積して加工するというビジネスがあります。例えばそういうのをみんなで考えてみるとか、そういうのもありなのかなと思っています。

森 ありがとうございます。データに関して伊藤先生、いかがですか。

伊藤 臨床試験のデータセンターとしては日本ではJCOGが一番有名だと思います。データセンターをも

つというのは結構ハードルが高いです。確かに、工学系の情報と臨床情報を統合したかたち、もちろん情報の匿名性とかいろいろあるにせよ、そういったものがあると、工学系の先生方が非常に有益な情報にアクセスできるようになると思います。ただ実現するのは結構大変な作業になることを予想します。

村垣 (これまでの学会や団体のデータセンタが扱わない) 唯一穴があるとすると、今学会ごとに臨床データや外科データについては様々な軋轢があるので、横展開するものだと思います。ひとつの科ではなくいろいろな科に展開するものに関しては扱える学会がないので、本会がもしかしたら貢献できるかもしれないです。臨床の先生方、今の件に関してどうでしょうか。アカデミアから、今後の方向性のひとつとして十分に検討できる課題だと思います。

次の議題に行きましょう。「人材育成」ですね。ここは非常に大きな問題だと思います。若手人材育成の観点から、現在の JSCAS に欠けていることは何でしょうか。三澤先生、いかがでしょうか。

三澤 この学会に参加していると、医療系の方の平均年齢が徐々に上がっているのではないかと思います。だいたい毎回同じような顔ぶれで、新しい顔があまり出てきていない感じがします。私も本来は若い外科医を連れてくるべきなのです。若い人が参加して「面白いな」と思うような機会を…と考えていたときにたまたま思いついたのですが、12月の月上旬に内視鏡外科学会がありますから、一緒に開催したらどうかと思ったのです。場所の問題はありますが、内視鏡外科学会に参加する人はこの分野に興味がある人が多いです。合同で開催することで、この学会に内視鏡外科医も出てもらうのもひとつのアイデアかなと思います。コンピュータ外科分野は、内視鏡外科分野以外の外科分野も含みますが、それでも内視鏡外学会と一緒に開催するのはよいかと思います。ちょっと思いついただけですけれども。

村垣 非常に素晴らしいアイデアです。内視鏡外学会と併設であれば気軽に参加できるというところがポイントになるかもしれません。ありがとうございます。和田先生。

和田 今の三澤先生と同じ趣旨ですけれども、医学系の高齢化問題があります。逆にいうと、工学系の方々に若い方がいるのは、たぶん大学院生などが自分の仕事として発表をしているからです。医学系で若手の発表がないのは、学位取得になっていないからではない



かだと思います。若手外科医は、やはり学位が取れないとなかなか需要がないという現実があります。何かコンピュータ外科の仕事が学位に結び付くような流れができるといいなと思います。

村垣 ありがとうございます。雑誌の英文化とかいったところにもつながってくるのかもしれないですね。一方で、工学系の先生方は若手についていかがですか。私が工学系の先生に聞くと、「工学系も同じような問題を抱えていて、若手がなかなか入ってこない」と伺っているのですが、佐久間先生いかがですか。

佐久間 工学系の大学院全体の課題なのですが、博士課程一貫教育について考えなければなりません。一方で、この分野に関して、やはり、医療とか生命というキーワードは工学系の学生に対して非常に魅力的です。その辺りはまだやりようがあるかなと思います。東大でも、バイオエンジニアリング専攻というのは、この分野だけではないですけれども他専攻に比べると明らかに博士課程が強いです。そういう部分もあるのです。その点を少し考えていきたいと思っています。

村垣 ありがとうございます。鎮西先生。

鎮西 この分野で成功している人は、ドクターなら自分でいろいろつくってしまうとか、そういう方が多いように思います。逆に、これからメディカルの方向に進まれる方もいらっしゃる。学位まで取らなくてもいいのですが、当然のように両方について自分で手を動かす、あるいはデータをつくれる、そういう方が増えてくるといいかなと思います。反面心配なのは、人材流出というか、そういう方に正当な報酬を払えるかどうか心配です。

村垣 非常にいいアイデアだと思います。

森 若手外科医育成ということで最後に書いていただ

いた「学位論文としての価値を高めること」, これに関してコメントいただけますでしょうか.

和田 おそらくバイオロジーの論文のほうが書きやすいというところがあるのだと思います. リスクが低いというか, わりと限られた時間で実験してその実験結果をまとめる, そして英文化するのは易しい. それに対して, コンピュータ外科は何かものをつくってそれで何かをやってと時間がかかる. そういうところがなかなか入り込みにくいところかなと思います. もちろん, 指導者が少ないこともあると思います.

村垣 ありがとうございます. そろそろ時間が迫ってまいりました. 最後に, 先生方から25年後の本会のあり方, あるいはコンピュータ外科自体のあり方に関して一言ずつお言葉をいただきたいと思います. まずは家入先生よろしく願いいたします.

家入 質問に少し書いたのですが, 産業界とうまく融合が進めば日本内視鏡外科学会規模の学会に成長している可能性もあるでしょうし, そういうことがうまく行かなければ今の規模で25年後もこのままだと思います.

村垣 ありがとうございます. 伊藤先生.

伊藤 先ほど佐久間先生がおっしゃったことで面白いなと思ったのですが, 今の医療というのは外科だけで進むというわけではなく, 様々な開発が進んでいます. とりわけ内科治療, 特に薬物治療については個別化に向かっていきます. 「肺がんだからこの抗がん剤, 大腸がんだからこの抗がん剤」という時代ではなく, そのがんの遺伝子変異によって抗がん剤が選ばれる時代になったときに, 必ず外科治療もとこういった新たな治療体系と連動するようになってくる. コンピュータ外科という領域もそうなる. すなわち外科だけで完結する話ではなく, 内科治療やほかの治療も含め多角的な治療体系を考えていくべきだと思います. コンピュータ外科学会というよりは, コンピュータ治療学会に近い, 多角化した方向性を見据えていくべきではないかと思っています.

村垣 ありがとうございます. 三澤先生.

三澤 私も将来は「外科」という括りでなくてもいいのではないかと少し思っています. 例えば画像を見て判断し, それから治療方法を考える, 外科医もやっていますけれども外科医以外もやっている. また, 将来は手術自体なくなっているかもしれないです. そう考えると, コンピュータ支援医学とかたちで, 外科という括りよりも広くいろいろな分野も含んでいく.

われわれも, 実際消化器内科といろいろな共同研究をやっています. ですから, もう少し広く, コンピュータを使った, コンピュータに絡んだ医療, そういったものをテーマにすると他分野の参加者も増えます. コンピュータ外科の技術を外科だけでなくいろいろな分野に使えるようにしてもいいのではないかと思います.

村垣 ありがとうございます. 和田先生.

和田 ちょっと思いつきで書いたのですが, 25年後を想像するのは難しいのですが, 25年前どうだったのか. 学会のホームページに過去の大会の各セッションのテーマが書いてあります. 25年前, 第2回の大会の内容によると3Dという表示がありました. あとは, 手術支援とかシミュレーションとかそういった内容もありました.

3Dに関していうと, おそらく当時は先進的なことだったのが今や普通になっています. われわれのところでも, 術前のCTを3Dで再構築してシミュレーションするようなことを普通にやっています. もしかしたら, 今日ここで話しているような先端的なことが, 25年後には普通の医療になっているということなのかなと思います.

ただ, 日本コンピュータ外科学会の「日本」がなくなることはないですけれども, 「コンピュータ」という言葉が25年後にはどう定義されているのか. 「外科」という言葉も, 25年前は外科と内科に明確な違いがあったのが, かなり融合領域がでてきています. もしかしたら, 「コンピュータ外科学会」という名称が変わっているかもしれないと思います.

村垣 喧々諤々議論が出てくるかもしれませんね. ありがとうございます. それでは工学系のほうから, 25年後に関して一言ずついただければと思います.

荒田 最初に土肥先生が「いろいろやりたいことやってきた」というお話をされていますが, 私はむしろこの分野を切り開いていただいたと理解しています. 私たちはしっかり整頓して学問体系として発展できるような下地を整えていくことがひとつの大きな使命だろうと感じています.

村垣 ありがとうございます. 大竹先生.

大竹 今後の研究ということ考えたときに, この間MICCAIでBengio先生が話された講演を思い出しました. Bengio先生はディープラーニングという言葉を作り出した著名な先生なのですが, Bengio先生が講演のなかで, 今後の研究の方向性についての話題のときに, 教育学についてふれられ, その話のなかで,

「例えば赤ちゃんが物理学の法則を学習するときには、数式をただ見ながら学習するのではなくて、いろいろな物を触って、投げてみながら学習していくでしょう」という例えをされました。

同じように、われわれが医者 AI をつくろうとするならば、医学教育をもっと深く分析するべきではないかと考えています。われわれの研究室で進めているプロジェクトのひとつでは、筋肉の解剖をナビゲーションシステムで記録する実験をしています。今の医師が解剖実習などの実技を通してどういうふうに医学を勉強しているのか、医学教育のシステムについて、工学的な視点から分析することが大事だと思っています。

村垣 ありがとうございます。鎮西先生。

鎮西 例えば予防とかそういうのができないかなと思います。日本では医療費が安く提供できているために予防医療という考え方がアメリカよりも進まない。例えば、予防手術というのは今言うところのクレージーと言われるかもしれませんが、アンジェリーナ・ジョリーは乳腺の切除をしましたが、そういう考え方というのもあり得ると思います。

あとは、「インプラント化したロボット」と書きましたが、そういうのもあり得ると思います。研究のネタはまだいろいろあると思います。

村垣 ありがとうございます。富井先生。

富井 コンピュータ外科の「コンピュータ」の定義が変わってくるのではないかというお話がありました。コンピュータにはいろいろな使い方があって、その使い方が AI とかによって再認識されてきている。25 年後には、今想像していないような使われ方で新たな応用というのが研究されているかもしれません。ワクワクしています。

村垣 ありがとうございます。中村先生。

中村 重要な分野ではあるのですが、本会の会員数が減ってきているので、やはり、学会のパワーを付けて世界と戦うためには、資金と人をもっと増やさないといけないというのは絶対的なことです。そのときに統廃合されてしまうかもしれませんが、そういうかたちであつてもとにかく残っていくことが重要だと思います。

あと、ここは「日本コンピュータ外科学会」であつて“ISCAS Japan branch”ではないと昨日シンポジウムでいったのですが、日本独自の全く別の学会として生きるからには、日本で何をするか。日本人に対して何をするかがとても重要です。行政への働きかけや、

国民への知識の醸成など、日本語で日本の中でやるべきことをこの団体はやる。ISCAS でできることではなくて JSCAS でしかできないことをぜひやっていただきたいなと思います。それが、これからの 25 年でみえてくるのかなと思います。

村垣 ありがとうございます。佐久間先生、一言お願いします。

佐久間 先ほど申しあげたとおり、先端的なことをやっているということをしかり認識し、その早期の臨床展開のためには活用法の標準化が不可欠であり、臨床系の学会との連携が重要になると思います。また医療機器認可のために、いかなる考察のもと評価データを収集するかについては、規制当局側から様々な文書が出ています。例えば既存の臨床データを比較データとして使う場合にはどのような検討が必要かといった内容の文書も出されています。医療機器の評価の基本に関する啓発活動と、非常に新しい機能をもつコンピュータ外科関連の医療機器の新たな評価法の研究を、しかり本会が行うことで、学会の特質が出てくると思います。

村垣 ありがとうございます。私もパネリストとして名前に関しては個人的には「精密治療学会」とか「デジタル治療学会」とか考えていたのですが、治療というかたちにこだわっていただければいいのではないかなと思っています。工学系と医学系と本当にここまで喧々諤々融合している学会はないと思いますので、ぜひ 25 年後も生き延びるだけではなくて、この学会に入ることが医学系・工学系のステータスになるようなかたちになっていただければいいなと考えています。大会長、最後をお願いします。

森 25 周年記念シンポジウムにご参加いただきましてありがとうございます。本会はいろいろと達成してきたことがたくさんあります。また課題もたくさん抱えています。せつかくの機会ですから、次の 25 年に何をやるかということをおさま方も議論を継続できればよいと思います。また、今回の議論の様子は学会誌に掲載し、後世に残したいと思います。

本日はシンポジウムにご参加くださりありがとうございます。ありがとうございました。