

SPOTLIGHT ON KAWASAKI



PART OF A CONTINUING SERIES
PROFILING COMPANIES AND
INSTITUTES IN SPECIFIC REGIONS



KAWASAKI, JAPAN

川崎ダイナミクス

確かなものづくり技術と世界につながる交通ネットワークで、川崎はイノベーションを加速させる。

川崎は、日本における製造業の100年の変遷を象徴する地である。技術・産業・人材の集積が新陳代謝を促し、環境技術に加え、ライフサイエンスという新たな得意分野が生まれようとしている。

この100年の日本の産業発展、とりわけ第二次世界大戦後の「高度経済成長」のけん引力として、大きな役割を果たしてきたのが京浜工業地帯である。首都圏に広がる京浜工業地帯の中核となっているのが、東京から横浜まで、海沿いを南方向に伸びる約4,500haの京浜臨海部であり、その中心に位置するのが川崎である。

川崎市は行政区域としても、人口140万人の巨大都市だが、総人口3700万人を擁する首都

圏（東京、神奈川、千葉、埼玉）全体の人口・技術・産業集積を生かし、その行政区域にとどまらないインパクトをもつ。首都圏の中心に位置し、羽田空港（東京国際空港）という空の玄関口が、多摩川を隔てた対岸にある。京浜港の埋め立て地は海運用に整備され、陸運についても、鉄道・道路が東京・川崎から関東地方の周辺地域に向かって、放射状に延びている。

川崎の歴史は、日本の近代産業の変遷の歴史と重なる。臨海部・埋め立て地は、物流上の理由から造船、製鉄・非鉄金属、石油化学工業の巨大工場の立地に適しており、20世紀の初頭から中盤には、それらの工場が立ち並び、工場を中心に町が形成されていった。第二次世界大戦後はさらに海岸の埋め立て整備が進み、石油化学工業の中核となるコンビナートが形成され、日本経済をけん引してきた。

時代とともに、臨海部には新しい顔も出現している。現在では、首都圏の電力需要を支えるエネルギー拠点でもある。世界最高水準の熱効率を誇る火力発



多摩川を隔てて羽田空港と至近距離にあるという立地が、戦略的重要性を帯び始めた

三輪晃久写真研究所

電所をはじめ、バイオマス、太陽光、風力などの再生可能エネルギー発電所が立ち並び、地熱発電設備の製作や大型蓄電池の開発・製造を行う企業も立地している。

各企業では、リサイクル、低炭素化技術の開発・導入や、企業間での熱融通など、エココンビナート、スマートコンビナートを目指した取り組みも盛んである。臨海部に限らず、川崎市全体を環境技術の“ショーケース”にしようという、スマートシティへの取り組みも始まっている。



技術とナレッジ、人材の集積

川崎における“集積”は、多層的でダイナミックな構造をもっている。良質な基礎研究を、研究機関や企業の開発部門がいち早く応用に結びつけることができ、その先には、試作品作りに必要な化学、金属といった素材をはじめ、機械、エレクトロニクスなどの製造業が集積している。設計から製造までの「ものづくり」に必要な基盤が、狭いエリアにそろっているのである。よいシーズが見つければ、それが継ぎ目なく、応用技術、試作品、大量生産のためのライン設計へとつながっていく。さらには、川崎周辺には、シーズをニーズにつなげる際に不可欠な知的な人材が、密度高く集積しているのである。

市内には聖マリアナ医科大学、日本医科大学、明治大学をはじめとする9つの大学が立地する。さらに首都圏を見渡せば、理工系学部・研究科のある大学・大学院だけでも35を数える。これらの大学、そして川崎市だけでも200以上を数える、首都圏全体の研究開発機関の存在により、知的人材が集積し、常に最先端の情報が行き交っている。ひとたび川崎の地で試作品を作れば、すぐに厳しい目をもった知的人材や都市型の消費者からのフィードバックを得ることができるのである。

それゆえ、東芝、富士通、NEC、日立製作所、キヤノン、昭和電工、JFE、味の素、サントリー



生田緑地の菖蒲園



左:1960年代の川崎市の空 右:環境を取り戻した多摩川にはアユが遡上してくる

といった日本を代表する企業、さらにはグローバル企業の日本法人が、研究開発拠点を川崎に置いている。それら企業は、ユーザーに近いところでの研究開発のメリットを存分に享受している。市内に立地する外資系企業の本社所在数は41社を数える。

市内各所に立地する大企業の研究開発拠点のほか、3つのサイエンスパーク（かながわサイエンスパーク、新川崎・創造のもり、テクノハイノベーション川崎）、そして市の北部には、マイコンシティという名称の研究開発型工業団地も存在する。

このような集積が最も生かされるのは、「超高齢社会」や「持続可能社会」といった複雑な課題に取り組むときである。こうした課題の解決には、医学、バイオテクノロジー、物理、化学、工学といった科学・技術的知見の総動員が必要となる。しかも、こうした課題にいち早く取り組むには、基礎研究をできるだけ早く応用研究につなげ、さらには試作品開発を速やかに行うという継ぎ目のない連携が必要となる。

こうした川崎の集積の特徴と産業の新陳代謝を生かして、環境技術という近年の得意領域に加え、ライフサイエンスという新しい得意領域も生まれようとしている。機械・エレクトロニクス、化学工業などのもつ基礎技術が、医療関連という新しい出口を見つけたのである。

エキサイティングな地

現在、晴れた日には、川崎から約90km西方にある富士山の勇壮な姿を一望することができる。高度成長期は、公害つまり大気汚染や土壌汚染、水質汚濁、騒音といった、人々の生活環境への負荷の大きい時代でもあり富士山もよく見えなかったが、川崎は1960年に、全国で最も早く、公害防止条例を施行した。こうして、日本の他の地域に先駆けて公害対策に取り組んだことにより、1970年代には、公害を克服することに成功した。

現在、川崎が環境技術に強みを持つのは、公害を克服し、住宅地と工業地帯の共存に知恵を絞ってきた歴史に負うところが大きい。そうした経験に学ぼうと、2008年には中国から胡錦濤こきんとう国家首席が川崎市臨海部の視察に訪れている。

川崎と東京を隔てる多摩川は、高度成長期にはゴミの浮かぶ濁った川であったが、厳しい規制が設けられたことにより、現在では、アユが遡上する清らかな水が流れる川になっている。多摩川べりは、都市部に周辺住民の憩いの場になっている。また川崎市北部に広がる生田緑地や中部の等々力緑地は、周辺の住民に快適な環境を提供している。

文化環境においても、日本が誇るユニークな文化や作品を鑑

賞できる施設が川崎のあちこちに存在する。日本有数の音楽ホールである「ミュージア川崎」、日本の伝統的古民家を移築した野外博物館「日本民家園」、まんが「ドラえもん」で有名な藤子・F・不二雄の作品を展示した「藤子・F・不二雄ミュージアム」、川崎生まれの世界的芸術家である岡本太郎の多面的な活動を体感できる「岡本太郎美術館」等々、枚挙にいとまがない。

このほか、首都圏に集積している文化インフラ、商業インフラ、生活インフラに交通ネットワークで直結しているため、それらを容易に享受することができる。



臨海部の工場夜景

現在、首都圏の若い世代に人気を呼んでいるのが、臨海部の工場夜景である。海辺に林立する化学工場の幻想的な照明を楽しむ、夜間のツアーもある。この工場夜景ツアーが象徴するように、古い産業を過去に残された貴重な自然空間として、葬り去るのではなく、古いものの中から新しい芽を見つけ出して次の時代の創造へのステップにする、そのようなエキサイティングな実験が、今まさに川崎のそこかしこで始まっているのである。



川崎市

ライフイノベーションに向けて離陸



KAWASAKI CITY

羽田空港の対岸で開発が進むキングスカイフロント。そこは、周辺の研究機関、企業の技術・産業集積を最大限に生かして、ライフイノベーションの新しい拠点になろうとしている。

川崎は、地の利と技術・産業の集積という自らの資産を生かして、今、イノベーションの新たな拠点を築きつつある。そこはキングスカイフロントと呼ばれる、川崎市の殿町地区とのまちの40haほどの地域で、多摩川をはさんで羽田空港（東京国際空港）の対岸に位置する。殿町の「殿」というのは、日本語で武士集団のトップをさし、KINGはそれに由来するとともに、Kawasaki Innovation Gatewayの頭文字をとったものでもある。スカイフロントは、羽田空港に面しているからに他ならない。

羽田空港は国際空港として出発したが、成田空港（新東京国際空港）ができて以後、東京圏における主要な国際空港としての地位を成田に譲ったかにみえた。しかし2010年、羽田は国家戦略として再国際化され、東京都心にもっとも近い国際空港という地位を復権しつつある。

ライフイノベーションの萌芽

キングスカイフロントの地にはもともと、自動車会社と石油会社の20世紀型の工場があった。この土地を21世紀型のイノベーションの戦略的拠点とするため、川崎市の阿部孝夫市長は「健康・医療・福祉、環境」というキーワードを掲げた。

つまり、高齢化社会や環境問題という課題に、世界で他国に先駆けて直面した日本

において、そうした課題の解決に取り組むことが、イノベーションの起爆剤になると考えたのである。

川崎のプロジェクトは、同様の問題意識をもつ、神奈川県、横浜市との連携のもと、京浜地区全体のプロジェクトとなり、2011年に日本政府から「京浜臨海部ライフイノベーション国際戦略総合特区」に指定された。特区になったことで、規制緩和や税の軽減など様々な優遇措置が認められることになった。

「健康・医療・福祉、環境」のうち、「環境」に関しては、川崎は、公害克服の過程で、環境負荷を減らす技術、リサイクル、新エネルギー関連など、様々な技術を培ってきた。では、超高齢社会を支える「健康・医療・福祉」についてはどうか。実のところ、ライフサイエンスの萌芽も、化学産業や食品産業が多数立地する川崎のあちこちに見られる。例えば、川崎に研究所と工場をもつ日油は食用油脂などを作っていた化学工業会社だが、現在はドラッグ・デリバリー・システムなど医薬品開発分野が成長事業となっている。また、味の素は世界一のアミノ酸の製造メーカーだが、もともとの食品分野から、現在は医療分野の最先端まで領域を広げ、その研究開発と生産を川崎で行っている。

最先端医療のためのインフラづくり

特区全体をあげて、重点的に取り組もうとしている医療分野は、「再生医療」、「がん・生活習慣病」、「公衆衛生・予防医学」の3分野である。

そして、特区で産業集積を生かした民間

主導のイノベーションを起こしていくための戦略として、以下の3つの政策課題を設定している。

第1の政策課題は、「個別化・予防医療を実現するための健康情報のデータベース構築」である。これを受けて、味の素の「アミノインデックス技術」などを用いた、検体バンク・検体情報ネットワークの整備が計画されている。

第2の政策課題は、「国際共同治験の推進によるドラッグラグ・デバイスラグの解消と日本製品のアジア市場への展開」である。この課題解決に対して中心的な役割を果たすのは、公益財団法人実験動物中央研究所（実中研）と、国立医薬品食品衛生研究所（国衛研）である。実中研はもともと川崎市の内陸部で研究開発を行っていたが、2011年からはキングスカイフロントに建設された新施設に拠点を移し、研究開発や連携活動をさらに活発に行っていくとしている。一方、国衛研は、東京都内からキングスカイフロントに移転することが決まっている。

国衛研は130年以上の歴史を持つ、日本で最も古い、国立の医薬品試験研究機関であり、現在は医薬品・食品、生活関連分野の化学物質の品質、安全性、有効性の評価に関する試験・研究を行っている。これら日本を代表する研究施設がそろえることから、川崎市は、次の2つのシナリオを描く。すなわち、国衛研がレギュラトリー・サイエンスにおいて中心的役割を果たし、各国の審査機関と連携しながら、新薬や新医療技術の評価・解析手法の確立をはかる。世界基準が確立されることで、後述す



KAWASAKI CITY

る慶應義塾大学岡野教授による再生医療を臨床につなげるための取り組みが大きく前進する。さらには、国衛研および実中研のリソースを生かしながら、キングスカイフロントがアジアの国際治験ネットワークの中軸になる。

羽田に近接しているため、韓国や中国から研究者やビジネスマンが共同研究や会議のためにここを訪れ、日帰りで帰国できるということが、これらのシナリオを現実的なものにしていく。なお、羽田空港内では、東京国際エアカーゴターミナル (TIACT) が2011年3月に、医薬品専用スペースを設置し、羽田がアジアにおける創薬・臨床開発関連貨物の輸出入物流のハブとなるインフラが整った。

再生医療や医療機器の治験に関する日本政府の規制緩和も期待される中、キングスカイフロントをハブとして、国際共同治験が行われ、創薬や新医療機器・新医療技術開発がより迅速に行われることが、遠くない未来として予想される。

シーズとニーズの出会う場所

第3の政策課題は、「大学等の優れた要素技術の産業化と既存産業の医療・健康分野への展開」である。この課題解決を目指す連携の場として、キングスカイフロントに2012年度内にオープンする(仮称)産学公民連携研究センターが、有力な拠点になる見込みだ。高度な先端技術を有する産学公民の連携により、研究の推進を図る施設である。2階、3階には川崎市の検査・研究機関である、健康安全研究所、環境総合研究所が入居する。先端研究機関との連携により共同研究の促進や地域の活性化を図り、機能を高度化することが目的だ。また、4階はライフサイエンス・

環境分野の高度な先端技術を有する企業、大学などが入居するレンタルラボであり、国内外の企業、研究機関がここへの入居を予定している。

産学公民連携研究センターのほか、川崎に立地する以下の3つのサイエンスパークがインキュベーション機能を担い、川崎市内外の大学および周辺地域にある企業を巻き込んでいく。

第1は、「かながわサイエンスパーク (KSP)」であり、1989年開業の日本初のサイエンスパークである。財団法人神奈川科学技術アカデミー (KAST) と連携しながら、研究から新事業を創出するインキュベーション機能を担っている。

第2の、「新川崎・創造のもり」は、2000年にスタートした産学連携型のサイエンスパークである。川崎市と慶應義塾大学の連携による研究開発拠点「ケイスクエア・タウンキャンパス」、研究開発型企業のインキュベーション施設「かわさき新産業創造センター (KBIC)」に加え、2012年9月には「国際ナノ・マイクロ技術産業化支援センター (NANOBIIC)」が完成する。大型のクリーンルームが備えられ、ナノ・マイクロ領域での加工・試作・計測・評価の一連の作業が可能である。企業・大学が集積し、ナノ・マイクロ技術の研究開発に取り組む。クリーンルーム内には、慶應義塾大学・早稲田大学・東京工業大学・東京大学が有する最先端の研究機器が設置され、企業も利用することができる。ケイスクエアにおいては、医工連携のほか、電気自動車プロジェクトや世界最速の光ファイバーを活用した新産業創出プロジェクトなどが展開されている。

第3は、「テクノハブイノベーション川

崎 (Think)」である。JFEにより整備された、大型実験・ウェットラボ対応のサイエンスパークで、川崎市が運営するアジア起業家村の中核施設にもなっている。

付加価値の高い生産を志向すると、製造技術としてはナノテクが主流となり、アウトプットは、環境関連やバイオ関連というケースが多くなる。バイオに関しては、ナノテクの拠点である新川崎・創造のもりやKSPでは実施に限界があるウェットラボでの実験を、キングスカイフロントは可能にする。国衛研および産学公民連携研究センターは、いずれもバイオセーフティーレベル3の研究が行える施設であり、レベル3の研究施設が数年中にここに少なくとも2つそろえることになる。土地所有者であるUR都市機構は、民間主導でのイノベーションを実現させるため、これらの施設立地をトリガーとしてグローバル企業などへの企業立地を進めている。

キングスカイフロントは、川崎のものづくりの強みを存分に生かしつつ、環境関連に加えて、ライフサイエンスという新たな得意分野をさらに大きく育てていこうとしている。この地を、イノベーションのトリガーとして、アジアの研究開発の中心地・付加価値の高い製造業の発信地にすることが、21世紀の川崎に与えられたミッションといえよう。

川崎市

www.city.kawasaki.jp/20/20rinkai/home/
TEL: 044-200-3633

UR都市機構 (キングスカイフロントへの立地について)
<http://business.ur-net.go.jp/>
TEL: 045-682-1526

川崎キングスカイフロント プロジェクト (1)



KAWASAKI CITY

慶應義塾大学 医学部生理学教室 教授

慶應義塾大学 医学研究科 委員長

岡野 栄之

再生医療の実現を加速 させる

再生医療の実現のために、キングスカイフロントにおいては、実中研 再生医療・新薬開発センターを拠点として、臨床に向けた多様で多層的な連携が始まっている。

分子神経生物学、発生生物学、再生医学の分野で世界をリードする1人である、慶應義塾大学医学部生理学教室教授の岡野栄之は、実験動物中央研究所（実中研）と10年以上にわたり共同研究を行っている。

岡野らは、2005年にはマーマセットの脊髄損傷モデルを実験グループとともに初めて開発し、ヒトの胎児由来の神経幹細胞をこのマーマセットに移植した。さらに、この脊髄損傷モデルに対して肝細胞増殖因子（HGF）を用いた前臨床研究を行い、それを踏まえて筋萎縮性側索硬化症（ALS）の治療も始まっている。ヒトの治療への第一歩が踏み出されたのだ。

岡野が次に目標にしているのは、iPS細胞（人工多能性幹細胞）を使った脊髄損傷の治療モデルの確立である。「すでにヒトiPS細胞から作った神経幹細胞をマーマセットの脊髄損傷モデルに移植し、運動機能の回復に成功しています。それを臨床につなげるためには、機能回復のメカニ

ム、免疫学的拒絶反応、移植した細胞の画像解析などを詰めていく必要があり、実中研とのプロジェクトがますます重要になってきます」と岡野は強調する。

より臨床に近い前臨床研究

トランスレーショナル・リサーチに使われる実験動物としては、従来、マウスが用いられてきた。従来のマウスの限界を超えるために、岡野は霊長類であるマーマセットを使った研究のほか、実中研が開発した重症度免疫不全マウス（NOGマウス）を使った研究に取り組んできた。「NOGマウスを使うと、ヒトの幹細胞、幹細胞に由来した細胞、あるいはがん細胞の挙動を詳細に追うことができます」とその利点を語る。

マーマセットでは前述した脊髄損傷モデルの開発に加え、岡野は実中研グループとトランスジェニック マーマセットを初めて作り出した(Sasaki, E. et al. *Nature* **459**, 523-527(2009))。岡野は期



待を込めて語る。「生殖細胞へ導入遺伝子が伝わるのは霊長類で初めてです。この方法を使って、現在、アルツハイマー病や自閉症などの精神神経疾患を中心に様々なモデル動物を作っています。これらは、新薬開発や病態解明のための優れたモデル系になるでしょう」。

「先制医療」

これまで、疾患としては脊髄損傷を中心に研究してきた岡野だが、アルツハイマー病などに領域を広げていこうとしている。アルツハイマー病は、発症するまでに時間がかかる。そこで、寿命の長いマーマセットが意味をもつと岡野は語る。「トランスジェニックマーマセットのアルツハイマーモデルにおいて、発症するまでの過程で長期的にどんな変化が起きるかをMRIやPETなどを使って観察できます。そうすると、何年後に発症するかといったことが予測可能になります」。

岡野は、今後重要なのは、「先制医療」だと語る。「発症を未然に防ぐことが、iPS細胞あるいはマーマセットを使った解析でいずれ可能にな

るのではないか。そのためにはマルチオミクス、さらに、階層性が違う生命情報を統合的にデータ処理するシステム生物学、システム医学が必要です。慶應義塾大学内の様々な部門と共同して病態を理解しつつ、より統合した情報として貢献していきたいですが、1大学でできることは限られます」という。

そこで岡野は、連携の重要性を強調する。「新薬の検定となると国立医薬品食品衛生研究所との協働が必要で、*in vivo*における病態解析、しかも霊長類でとなると、実中研との共同研究ということになります。我々の体も、DNAがあって細胞があって組織があって個体がある。各階層をつなぐためには、多様な専門性をもつ研究機関の連携が大事です。キングスカイフロントがこうした連携を促進する場になり、再生医療をはじめとする新しい医学・医療に最適な拠点になることを期待しています」。

慶應義塾大学 医学部生理学教室
www.okano-lab.com/
hidokano@a2.keio.jp
TEL: 03-5363-3747

川崎キングスカイフロント プロジェクト (2)



公益財団法人 実験動物中央研究所
専務理事・副所長

野村 龍太

テーラーメイド医療の 発信地として

キングスカイフロントでのライフイノベーションを担う拠点の1つが実験動物中央研究所である。今後は、国立医薬品食品衛生研究所との連携による相乗効果が期待される。

基礎医学から臨床へのトランスレーショナル・リサーチにおいて不可欠な役割を担っているのが、動物を用いた*in vivo*実験医学である。この分野の進歩を加速させているのが、川崎市の殿町（キングスカイフロント）に立地する実験動物中央研究所（実中研）だ。創立者である理事・所長の野村達次は基礎医学の研究者であったが、医学研究のためのインフラ作りを通して医学の進歩に貢献したいと願い、実中研の礎を築いた。

創立者の子息である、実験動物研究所専務理事・副所長の野村龍太は、実中研の60年の歴史を40年と20年に分けてこう説明する。「最初の40年に集団基準化実験動物、いわば“スペックのある動物”を作る技術を開発しました。その基盤の上に、最近20年で最先端の実験動物を作り出すことができています」。

世界に通じる最先端の実験動物

野村が最先端実験動物の代表例として挙げるのは、ポリオマウス、rasH2マウス、NOG

マウス、遺伝子改変マーモセットの4種類である。ポリオマウスは、ポリオの生ワクチンの神経毒カテスト用に開発されたマウスで、現在、WHOの世界ポリオ撲滅プログラムの正式検定動物として採用されている。rasH2マウスは短期発がん性試験用の遺伝子改変マウスで、これを用いると、医薬品開発において通常2年かかる発がん性試験の期間を6カ月に短縮できる。10年以上をかけた実用化に際し、日米欧の行政当局と共同開発を実施した。実中研はその実績を通して特にFDAより高い評価を得ている。

一方、より広い用途のために開発されたのがNOGマウスと名付けられた重症度免疫不全マウスだ。これをベースに多様なヒト化マウスが作られている。野村は言う。「ヒト造血幹細胞の導入により、血液の約7割がヒトに換わったマウスができています。肝臓も約8割がヒトに換わったものができており、このマウスでは医薬品の代謝動態が調べ



られます。1960年代初めにサリドマイドの副作用が世界的な問題になりましたが、この頃にヒト化した肝臓をもったNOGマウスがあれば、薬禍は避けられたでしょう」。

マウスだけではない。実中研の佐々木えりかたちは、慶應義塾大学医学部の岡野米之教授と世界初の遺伝子改変霊長類であるトランスジェニックマーモセットの開発に成功している(Sasaki, E. et al. *Nature* **459**, 523-527(2009))。

再生医療の世界基準作りを目指す

実中研がキングスカイフロントで目指すのは、新薬開発や新医療技術の開発における安全性に関する世界基準作りである。野村は期待を込めてこう話す。「今後、実中研の隣に移転してくる国立医薬品食品衛生研究所（国衛研）と一緒に、再生医療の基材の安全性の基準作りをしていきたいと思っています。実中研は特に*in vivo*研究で役割を演じていくことになります」。

野村が描くもう1つのビジョンはテーラーメイド医療の実現である。ヒトがん細胞をNOGマウスに移植し、同一組織をマウス体内で再現するこ

とにより、生きたがん細胞の観察や解析を可能にするVCX (Viable Cancer Xenograft) モデルを構築し、まずはがんのパネル作りを行う。その先に“究極の”テーラーメイド医療があると野村は言う。

「私のがんになった時に、私のがん細胞をNOGマウスに入ると私の分身のNOGマウスができます。そのマウスを使ってどの薬がいちばん効くのかを試し、治療方針を決めていく。実験動物というのは、医薬品開発や安全性試験に使われるものだという現在の常識を変えて、医療の現場に持っていける形にすれば、さらに人類に貢献できるのではないかと思います」。

実中研から多摩川をはさんで対岸に見える羽田空港を眺めながら、野村はこう語る。「ここが発信基地になって、シンガポールや中国、韓国などとアジア共同研究を行うとともに、世界中の企業や研究機関がここで共同実験を行いたいと願う場所にしていこうと思っています。そのために、我々の共同研究施設はいつでも開かれているのです」。

公益財団法人 実験動物中央研究所
www.ciea.or.jp/
ciea-office@ciea.or.jp
TEL: 044-201-8510



味の素株式会社

こだわり続けたアミノ酸が医療を変える

おいしき、そして、いのちへ。
Eat Well, Live Well.
AJINOMOTO.

アミノ酸の生産・供給における世界一の企業であり、アミノ酸解析技術で圧倒的優位性を持つ味の素株式会社が、それを医療に応用する「アミノインデックス技術」を開発した。アミノインデックス®はすでががんリスクスクリーニングマーカーとして実用化され、さらに他の疾患への展開も検討している。

味の素(株)は、日本発の、調味料、加工食品、アミノ酸、医薬品、化成品のグローバルメーカーである。味の素(株)は、アミノ酸技術の幅広い応用により、人類の食と健康に貢献する取り組みを進め、現在、世界26カ国に拠点をもち、

代表取締役副社長の國本裕は、味の素(株)の歴史を「アミノ酸と共にある」と語る。

「東京帝国大学教授の池田菊苗博士が、昆布だしの成分に、それまで知られていた4つの基本味である甘味、塩味、酸味、苦味では説明しきれない味が含まれていると考え、研究を重ねました。その結果、それがアミノ酸の一種であるグルタミン酸であることをつぎとめ、それにうま味と名付けました。池田博士から相談を受けた実業家の鈴木三郎助が、1909年にグルタミン酸ナトリウムを商品化した味の素®として販売開始したのが、当社の歴史の始まりです」。國本はそう説明する。

現在、味の素(株)の川崎事業所のある土地には鈴木町の名が付けられているが、これは、創業者・2代目鈴木三郎助の名に由来する。味の素(株)は1914年にこの地で川崎工場を稼働させた。現在は川崎事業所として、

主力工場と多くの研究所が集積している。

創業以来100年以上にわたって、味の素(株)はアミノ酸の研究を続けてきた。研究領域はグルタミン酸から他のアミノ酸へと広がり、さらにはアミノ酸が人体のタンパク質を構成する要素であることから、ヒトの健康へと広がっていった。その過程で、アミノ酸の生産・供給で世界一となっただけでなく、アミノ酸解析技術そのものが圧倒的優位性をもつに至った。製品は調味料や加工食品だけでなく、化成品や健康食品、精密機器材料へと広がり、さらには医療分野への応用も進めている。その最新の事例がアミノインデックス®だ。

体の不調は血中アミノ酸濃度に表れる

「血液中に存在するアミノ酸は、40種類以上あることがわかっています。そして、各アミノ酸の血中濃度は、通常、生体の恒常性維持機能により、一定となるように制御されています。ところが、何らかの理由で栄養状態が悪化したり、疾患にかかったりすると、代謝機能が変化するなどが一因となり、血中アミノ酸濃度バランスが崩れます」。味の素(株)フロンティア研究所長の尾道一哉はそう話す。

疾患がアミノ酸バランスに関係していることは、従来から知られていた。

「しかし、血液中のアミノ酸濃度バランスを調べて、栄養状態の優劣や、疾患の有無、その進行状態を判断するのは、従来の方法では困難でした。そうした中で、私たちはアミノ酸にこだわって研究を続け、その結果、医療機関で使用可能なアミノ酸の解析技術を得ることができました。それ



味の素(株)フロンティア研究所の尾道一哉 所長

が、『アミノインデックス技術』です」。尾道はそう述べる。

味の素(株)が開発した「アミノインデックス技術」は、血液中の複数のアミノ酸濃度を測定して指標化し、それを、各種の疾患にかかった患者のそれと比較することで、健康状態や、罹患リスクを予測する技術である。バイオインフォマティクスを使った多変量解析であり、アミノ酸同士の相関関係を数式化したものである。

「自動アミノ酸分析計が世界で最初に開発されたのは1950年代です。その1号機を導入したのは米国の医薬品・化学品企業であるメルク社ですが、2号機を導入したのは当社です」。尾道のこの言葉が示す通り、世界に先駆けてアミノ酸の解析に着手した味の素(株)は、大規模な研究開発体制でアミノ酸の解析を続け、様々な応用開発を行ってきた。例を挙げれば、アミノ酸を中心的な成分とする輸液、さらには肝疾患用分岐鎖アミノ酸製剤「リーバクト」などがあり、医薬・健康分野は現在、同社の事業の重要な一角を占めている。

そのような、味の素(株)がベースとしてもちアミノ酸解析技術に加えて、ここにきて「アミノインデックス技術」の事業化が可能になったのには、主に2つの理由があ



おいしき、そして、いのちへ。
Eat Well, Live Well.
AJINOMOTO.

る。まず、血液中のアミノ酸を高速で分析する試薬と機器を他社と協力して開発したこと。従来は2時間かかっていたが、この機器では7分以内で分析できるようになった。また、検体を室温にさらしておく、採血から分析までの間にアミノ酸濃度が変わってしまうという問題があったが、他社と共同でキューブクーラー®と呼ぶ保冷型運搬装置を開発し、検体を劣化させない環境を整えた。

「罹患するとアミノ酸バランスが崩れることが知られているものには、がん、動脈硬化などの循環器疾患、生活習慣病、そしてアルツハイマーといった、数多くの疾患があります。アミノインデックス®はがんに対しては、実用化に至りました。受診者が増えて、多くの方の健康に寄与できることを願っています。そして今後は、他の疾患への応用展開をはかっていきます」。尾道は期待を込めて、そう語る。

複数のがんリスクを一度の検査で測定

実用化は、がん罹患している可能性を予測する「アミノインデックス®がんリスクスクリーニング(AminoIndex® Cancer Screening: AICS)」から始まった。2011年4月にまず、胃がん、肺がん、大腸がん、前立腺がん(男性の場合)、乳がん(女性の場合)でスタートし、2012年5月には、婦人科がん(子宮頸がん、子宮体がん、卵巣がん)が追加された。

健康ケア事業本部アミノインデックス部長の吉元良太は、最初にごんを選んだ理由として、日本人のがん死亡率の高さを挙げる。

AICSは2012年6月現在、日本国内の約

300の健診機関・医療機関において受診が可能である。人間ドックなどで採血したサンプルは、外部機関でアミノ酸を分析し、それを味の素®が解析する。診断結果は、1~2週間ほどで健診機関・医療機関から受診者に伝えられる。受診者からすれば、一度の採血で、男性4種、女性5種のがんの罹患リスクがわかることになる。罹患リスクは、ランクA~Cの3段階で示される。

吉元は言う。「一度の検査でがんの種類までわかるのは、がん種によって濃度が変動するアミノ酸と、そうでないアミノ酸とがあるからです。また、臨床試験を進めるうちに、早期がんでも進行がんでも、どちらに対してもほぼ同等の感度を持っていることがわかってきました」。

吉元は、企業の健康診断や人間ドックでの、AICSのもつ意義についてこう語る。

「現在、日本ではがん検診の受診率は高いとは言えません。それは、痛みのような身体的負担や恥ずかしさなどの精神的な抵抗感を覚える検査があることが、障害になっていると考えています。しかし、AICSでは、採血だけでスクリーニング検査が可能です。健康診断では、通常、血液検査が行われますから、検査をする側もされる側も負担は少なくすみます。AICSの普及で、検診の受診率が上がり、早期発見が増えればと考えています」。

今後は、対象となるがんの種類増加と、他の疾患への展開を検討しているという。

「現在、膵臓がんについての臨床試験を進めているところです。また、生活習慣病の罹患リスクや、現在は腹囲の測定やBMIなどで判断しているメタボリック症候群に

関しても、『アミノインデックス技術』が、より正確な診断に貢献できるようになればと願っています」と吉元は語る。

がん・前がん状態の発見に寄与

AICSをいち早く導入した病院の1つに、東京都千代田区にある三井記念病院総合健診センターがある。ここでは2011年9月から、人間ドックのオプションメニューに、AICSを加えている。総合健診センター所長の山門實は「常に予知や予防に役立つ技術を探してきたなかで、『アミノインデックス技術』に出会いました」と話す。

AICSを目的に来院する人も多く、遠くは、日本列島の両端の北海道や沖縄から飛行機で受診しにくる人もいる。

「AICSをご存じない方でも、こちらから説明すると、オプションに加える方が多くいます。費用はかかりますが、わずか5 mlの採血だけでいい手軽さが評価されているのでしょう」と山門は話す。

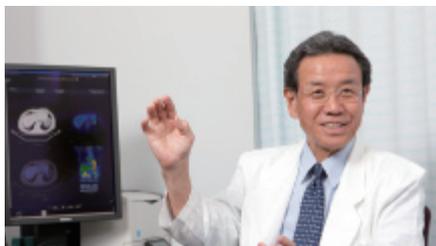
検査希望者は月日が経つにつれて増えており、2012年3月末までに300名近くが同院でAICSの検査を受けている。その結果について、山門はこう説明する。

「例えば、肺がんに関しては、257名のうち29名が、『ランクC』というがん罹患リスクが高いグループでした。そのうちCT検査が終わっているのは21名ですが、うち1名に肺がんの疑いがあり、その1名を含む13名に、何らかの前がん状態が見つかっています。胃がんに関しては257名のうち16名が『ランクC』で、精密検査を終了した12名のうちの8名に萎縮性胃炎が見つかっています。それは放っておくと、



画像提供:川崎市

おいしき、そして、いのちへ。
Eat Well, Live Well.
AJINOMOTO.



三井記念病院総合健診センターの山門實所長

将来、がんに進展する可能性があります。少なくとも、前がん状態が多く発見できていることは間違いありません」。

山門は、「AICSの実績が蓄積していけば、がん検診にはCTやPETといった画像診断は必要なくなり、AICSと超音波診断の組み合わせが、最終的な人間ドックのメニューになるのではないのでしょうか」とも語る。

そのためにも、他のがん種についても、AICSで対応することを期待している。

「特に膵臓がんは、超音波でもなかなか発見できませんから、近い将来、AICSが従来の検査方法を凌駕してほしいと思っています」。そう山門は結んだ。

「アミノインデックス技術」を世界標準に

川崎で生まれ、川崎で育った「アミノインデックス技術」に対しては、川崎市が寄せる期待もきわめて大きい。川崎市総合企画局担当理事で臨海部国際戦略室長こぼやしほのぶひでの小林延秀は「『アミノインデックス技術』には、ぜひ世界標準になってほしい」と語る。

少子高齢化が急速に進み、平均寿命も長い日本は、世界から見ると、健康に関する先進事例を多く持つ国である。川崎市が味の素㈱などと連携して進める京浜臨海部ライフイノベーション国際戦略総合特区が、

日本におけるライフイノベーションの先進地域になろうとしているように、日本もまた、世界における“健康”先進国になる可能性を秘めている。

「それも、1つのやり方を各国に押しつけるのではなく、味の素㈱がこれまで、各国の食文化にふさわしい調味料を提供してきたのと同様、『アミノインデックス技術』もローカライズされ、それぞれの地域で、より受け入れやすい形になって展開されていくようになるのではないのでしょうか」。そう小林は語る。

それが、川崎のイメージをも変えることを小林は期待している。「今、川崎と言われてライフイノベーションを連想する人はほとんどいないでしょう。多くの人は、高度経済成長期の日本を支えた化学工業や重工業を連想すると思います。しかし、『アミノインデックス技術』が世界に貢献すれば、そのイメージは変わるはずだ」。

イメージが変わっていくことは、味の素㈱も望んでいることだ。同社の國本副社長はこう述べる。「味の素㈱は、世界ナンバーワンのアミノ酸技術によって、食とライフサイエンスと健康に貢献する企業だと、世界中から認識してもらえようになりたい」と話す。パートナーシップも、広く国内外で結んでいく。

「『アミノインデックス技術』は、期待されている個別化医療および予防医療を実現するサービスです。しかし、『アミノインデックス技術』だけ、味の素㈱だけはその大きな理想を実現できるわけではありません。今回、京浜特区では、『アミノインデックス技術』がシステム全体の中でどう

機能し、貢献できるかに注目しています。その過程を見ながら、他地域や、他の強みを持つ企業との連携を考えていきます」。そう國本は語る。

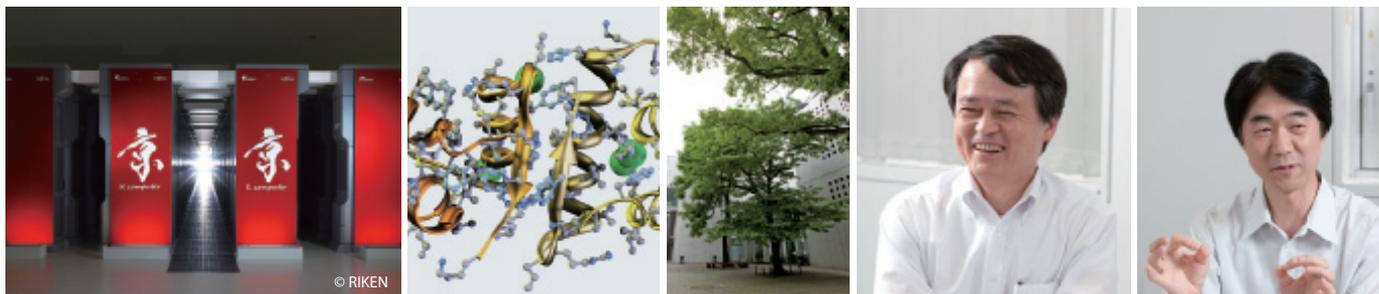
アミノ酸で始まった会社が、100年以上の時を経て、アミノ酸に基づいた新しい健康革命の起点になろうとしている。アミノサイエンスがここまで発展する可能性を予見して、研究開発を続けてきたのだろうか。

その疑問に國本は「予見していたか、続けているうちに可能性を見いだしてきたのか、どちらなのかはわかりません。ただ1つ言えるのは、私たちは食品会社としては珍しく、グルタミン酸を発端としてアミノ酸というヒトの食と健康の結節点にある物質の探究を続けてきた会社であるということです。『新価値創造と開拓者精神』を念頭に、根源のところを追究したいという思いが、途切れることなく続いてきました」と答える。

味の素㈱の年間研究開発費は、約380億円に上る。味の素㈱の従業員は単体で約4000人いるが、そのうち1300人近くが研究開発に従事している。これは、日本の食品メーカーとしてはずば抜けて大きい数字であり、高い比率である。米国の調査会社パテントボード社が、米国における特許登録件数や特許の被引用件数などを総合的に評価した結果、味の素㈱は、常に食品・飲料・たばこ関連企業部門で上位に位置している。

味の素株式会社

www.ajinomoto.co.jp/pr_info@ajinomoto.com



富士通株式会社

スーパーコンピュータが創薬を変える

FUJITSU

富士通は、東京大学や製薬会社、さらにシンガポールの政府系機関と共同で、がんなどに有効な新しい薬を創り出すプロジェクトを進めている。シミュレーションの高速化により、これまでにない新薬の短期間での登場が期待される。

富士通株式会社で、コンピュータを創薬に活用できないかと考え始めたのは、25年以上前のことだ。「当初は、海外のシミュレーションソフトを日本でも展開していました。その後、自社でもソフトを開発するようになり、高い精度が得られるようになってきました」とバイオIT事業開発本部やまぐちまさひとの山口政仁は語る。そのシミュレーションの成果である新しい薬が、2012年秋に誕生しようとしている。これは、2011年7月から東京大学先端科学技術研究センターと、3つの製薬会社との共同で進めている研究によるものだ。

「この創薬プロジェクトにおける富士通の役割は、2つあります。まず、疾患を引き起こすタンパク質に強く結合して薬として働く低分子化合物を見つけ出すこと。そして、それらの結合エネルギーを高精度にシミュレーションすることで、薬の効き具合を推定することです」とバイオIT事業開発本部IT創薬推進室長で、東大先端研客員研究員でもある松本俊二まつもととしゆんじは説明する。前段のアプリケーションにはOPMF (Optimum Packing of Molecular Fragments)、後段のアプリケーションにはMAPLE CAFEE (MAssively Parallel Computation of Absolute binding Free Energy with well-Equilibrated system)の名称が付いている。

松本は「MAPLE CAFEEは、2005年時点で、世界一の精度を出しています」と言う。

MAPLE CAFEEの特徴の1つは、大規模並列環境においてシミュレーションを同時に実行できる点である。これにより、1つのCPUなら30年かかる計算が、400個のCPUを同時に動かせば1週間できる。それでも課題になっていたのは、シミュレーション速度だった。数ある候補のうち1つの薬の効き具合を推定するのに、数カ月もかかっていたという。それが、新しいスーパーコンピュータの誕生で、劇的に短くなった。現在進めている“がんと生活習慣病向けの新薬創生プロジェクト”は、2012年夏には富士通の担当部分が終わり、製薬会社による実際の合成の段階へ進む予定になっている。

「さらに『京』を使えば、1週間で2000種類のシミュレーションが可能だ」と松本はいう。「京」※とは、理化学研究所と富士通が共同開発したスーパーコンピュータで、コンピュータの性能を測る代表的な指標であるLINPACKベンチマークで2011年6月と11月に、世界一と認定されている。その設計・開発には、富士通川崎事業所のスタッフが中心となって関わった。

“がんと生活習慣病向けの新薬創生プロジェクト”のシミュレーションは、2012年3月から現在まで、インテル製のCPUを用いて富士通が開発した商用スーパーコンピュータ(PCクラスシステム)で行われてきたが、2012年9月からは神戸市にある「京」でも行われる予定になっている。すると、計算時間は約10分の1になる。また、これまで業界の標準となっ

ているフリーの分子動力学ソフトウェアGROMACSはインテル製のCPUに最適に作られていたが、現在、「京」で使われているCPU用への最適化もストックホルム大学によって進んでいることから、新薬開発のさらなる高速化が期待できる。

「1つの分子に関する計算が速くできれば、それだけたくさんのサンプルを試すことができ、実験では出てこない、今までにない薬を創れる可能性が高くなります。また、その分子が他のタンパク質には作用しないか、つまり副作用を起こさないかも確認でき、薬の設計の後に続く治験にかかる時間やコストを圧縮できます」と松本は語る。

富士通は、シンガポールでも政府系組織A*STARと共同で、IT創薬の研究を進めている。がんのほか、日本脳炎やウエストナイル熱などの感染症用の薬を創ることを目的としたプロジェクトだ。

山口は、富士通単独ではなく、他の研究機関や製薬会社と共同で研究を進めることの利点を「どのタンパク質をターゲットにしたらいいのかは、我々には知見がありません。また、シミュレーションではまったく同じように作れる薬でも、実際に合成するとなると難易度が異なることがあります。我々だけでは得られない、別の視点からの評価が得られること、それによって解析の速度がさらに上がること、そして我々はアプリケーションの開発とその適用に専念できることが、大きなメリットです」と説明する。

富士通株式会社

<http://jp.fujitsu.com/> TEL: 0120-933-200

※「京」は理化学研究所の登録商標です。



日本医科大学武蔵小杉病院

専門医の密な連携で先進医療を提供



川崎市中原区で、75年にわたって地域医療の中心的役割を果たしている日本医科大学武蔵小杉病院。ここでは診療科の間の連携を深めながら、時代の変化を先取りする先進的な医療を提供している。

川崎市にある7つの区の中で最も人口が多いのが中原区だ。その中原区を代表する街“武蔵小杉”に、日本医科大学武蔵小杉病院がある。1937年に日本医科大学丸子病院として開設されて以来、地域の医療を預かってきた。病床数が372床という規模に対して、診療科の数は32科と多い。救命救急医である黒川 頤 院長は「いくら多くの科がある総合病院でも、それぞれの診療科の間に壁があり、スムーズな連携ができなければ、病院としての総合力は十分に発揮できません」と話す。

そこで、同院ではここ数年、診療科の間の連携を強化する取り組みを進めてきた。

「関連のある診療科にまたがる『センター』の開設です。臓器別の診療科が病院の縦糸ならば、このセンターが横糸になることで、これまでは受け入れが難しかった患者さんを受け入れられるようになり、より地域へ貢献できる病院になりつつあると感じています」。

例えば、2003年に開設された救命救急部は、2006年には厚生労働省から「救命救急センター」に認定されている。川崎市内にある救命救急センターは、ここを含め3カ所しかない。黒川は、日本で初めて厚生労働省から認定された救命救急センターが東京都文京区にある日本医科大学付属病院にで

きたときの、開設スタッフでもあり、救命救急に対して強い熱意を持っている。

「現在は医師6名、研修医3名の体制で、主として、いくつかの診療科にまたがる特に高度な処置が必要とされる三次救急患者を受け入れています」と話すのは松田 潔 救命救急センター長だ。必要に応じて、脳外科、整形外科、消化器外科など、各専門領域の医師とともに、集中治療にあたっている。

2012年4月に同院に着任した松田は、救命救急医になって28年目のベテランだ。これから克服すべき課題として、“治療に着手するまでの時間の短縮”を挙げる。「特に、他院からのスムーズな転院を促すには、その医院の医師や看護師の同乗を必要としない、自前のドクターカーが必要だと考えました」と言う。

早速、同院では、2012年6月からドクターカーの運用を始めている。さらに松田は、同院が大学病院であることも強く意識している。「ここで研修を受けている研修医のすべてが、必ずしも将来救急医になるとは限りませんが、どの診療科に進むことになろうとも、救急の現場に立ち会う可能性はあります。このセンターは、搬送されてくる患者さんの数が多く、研修機関として恵まれています。ここで救急のノウハウを学び、それぞれが進む先で、地域やひいては日本の救急医療に貢献できる医師が1人でも多く育ててほしいと思っています」。

NICUの増床で医療従事者の志も高く

中原区は、川崎市で住民の平均年齢が最も低い区だ。「高齢化が進む日本において、この20年間に14歳以下の人口が増えてい



黒川頤院長：歴史ある病院を変え続ける

る珍しい地域です」と勝部康弘小児科部長は言う。それだけに、産科、小児科に対するニーズも高い。2011年10月に本格的に稼働した「新生児・小児医療センター」は、産科、新生児内科、小児科、小児外科で構成されている。NICU（新生児集中治療室）は3床から6床へ、GCU（継続治療室）は6床から12床に増床した。他のNICUで学んできた医師や看護師が核になっている。センター長を兼任する勝部は、次のように話す。

「川崎市ではNICUが計30床必要と言われてきましたが、不足した状態が続いており、隣接する東京や横浜への患者の流出が課題になっていました。当院の増床後も、他院と合計で24床とまだ足りていないのですが、以前よりも貢献できているのではないかと思います。また今回、小児外科が加わったことの意義も、地域の開業医との会話などを通じて強く感じています。以前は扱えなかったハイリスクの妊婦さんのお産や、重症度の高いお子さんも受け入れられるようになり、医師や看護師のモチベーションが向上しました」。

小児科は、様々な症例の患者が訪れる総合診療科だ。「1人の医師が幅広い領域をカバーしなくてはなりません、より専門性を必要とする疾患に対しては院内に数



多くある他の診療科と連携をとり診療に当たっています」。

地域が一体となって認知症に取り組む

高齢者へのケアも進んでいる。「街ぐるみ認知症相談センター」は、2007年に文部科学省の私立大学学術研究高度化推進事業の一環として作られた組織だ。事業期間は2012年3月で終了したが、現在も活動を続けている。

「認知症の患者さんに必要なのは、医療だけでなく介護でもありません。みんなで取り組み、街をあげて支えなくてはならないものです」と、北村伸^{きたむらしん}センター長は話す。従来は、認知症に関して、気軽にかつ継続的に専門家に相談できる場がきわめて少ないという問題があった。

「全国に認知症疾患医療センターは150カ所作られる予定ですが、いずれも相談部門は病院の内部にあります。しかしそれでは、足を運ぶ側の精神的負担が大きくなることが想像されます。そこで、少しでも気軽に相談してもらえるように、相談センターを病院の外に設置しました。さらに相談は無料で受け付けています」。

2012年4月20日までの相談者数は延べ3185名に上る。家族が相談に訪れることもあるが、本人がきた場合には、まずタッチパネルを用いた15点満点のテストを実施し、点数が12点以下だった場合には、さらに詳しい検査と面談を行うことになっている。その結果は、相談者のかかりつけの医師宛ての「情報提供書」にまとめられる。これまでに、978件の「情報提供書」を発行している。「この978名の方は、こ

の相談センターがなければ、認知症の疑いをもってかかりつけのお医者さんに相談することはなかったでしょう。早期発見に貢献できたと自負しています」。

訪問者は日を追うごとに増えており、現在は月に20名から30名が新たに訪れるという。このセンターの運営には、市民ボランティアも協力しており、地域ぐるみの取り組みが進んでいる。「さらに認知症への理解が進むことと、症状が早く見つかり早く治療できる患者さんが増えてほしいと思っています」と北村は言う。

高度先進医療に取り組むのは伝統

同院にはできたばかりの新しいセンターがもう1つある。「血管内・低侵襲治療センター」だ。センター長は、国内でも屈指の治療症例数を誇る田島廣之^{たしまひろゆき}副院長が務める。

「センター名に『低侵襲』という言葉を入れたのは、それをアピールしたかったからです」。侵襲とは、外部から肉体を通常とは異なる状態に乱す刺激を意味し、手術もそれに含まれる。しかし、医療の進歩に伴い、開頭や開胸、そして開腹といった、侵襲性の高い手術を行わなくても、画像を見ながらカテーテルを用い治療ができる疾患が増えている。これにより、従来と比べて入院期間の短縮やスムーズな社会復帰が可能になっている。また、外傷などに伴う大量出血に対する低侵襲止血術のニーズも高まっている。「カテーテルからヒストアクリルという薬剤を注入し、血管内から止血します。脳梗塞などを防ぐために血液をサラサラにする薬を服用している患者さんが最近増えていることもあり、特に高い技術が求められる手技ですが、これを

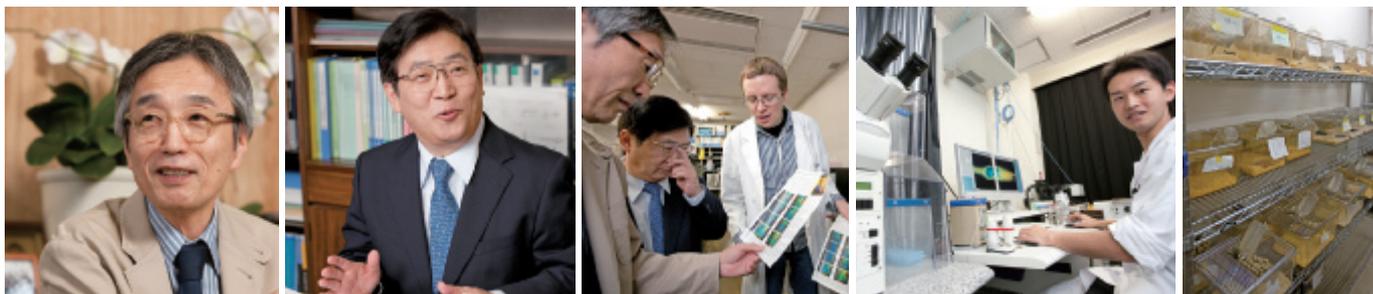
える医師がここには専任で3名います。現在は保険適用外ですが、院内の倫理委員会での議論を経て、処置を可能にしています」。

こういった高度先進医療への積極的な取り組みを、田島は「日本医科大学の伝統」と説明する。院長の黒川も、先進的な試み続けることは、研究機関を持つ大学病院としての使命だと感じている。「とにかく先へ先へと、今後求められる医療のあり方を、先取りして実現していきます。センター開設による横のつながりの強化も進めます。近く、『がん診療センター』を開設する予定です。そうすることで、診療科の異なる医師同士やコメディカルがフランクに話し合い、患者さんにより良い医療を提供できるようになることが、まさに私の望んでいることです」。

同院は、2014年に隣接する土地で新病院の建設がスタートし、2016年に病院の機能をそちらへ移転させる予定だ。そして残された土地の活用について、黒川は大きな構想を抱いている。

「低層階には医療や介護、福祉に関する企業等が入り、中層階には介護施設や保育所を設置し、さらに高層階は住居部分とする建物を作れないかと考えています。するとこの武蔵小杉キャンパスは、川崎市まちづくり局が目指す医療・健康・介護・福祉・文教ゾーンとしてもさらに発展するでしょうし、私たちもそこへより大きな貢献ができると考えています」。

日本医科大学武蔵小杉病院
<http://kosugi-h.nms.ac.jp/>
kurokawa@nms.ac.jp
 TEL: 044-733-5181



日本医科大学老人病研究所

生命科学への熱意は衰えない



日本で初めて老化に注目した研究機関は、現在の日本医科大学老人病研究所だ。60年近い歴史を持つこの研究所は、現在も老化を中心に幅広い生命科学分野の研究を続けており、隣接する日本医科大学武蔵小杉病院と一体となって、新しい研究成果を1日でも早く臨床につなげようと努力している。

現在は武蔵小杉にある日本医科大学老人病研究所は、1954年に東京都千代田区に設立された、日本最古の老化に関する研究機関「老人病研究所」が前身である。開設直後から、故・緒方知三郎おがたともさぶろう所長は、唾液腺ホルモンやビタミンEと老化や老人病に関する研究を進め、学会発表や論文投稿も積極的に行ってきた。その後、緒方が日本医科大学で教鞭をとっていたこと、また、研究所に日本医科大学の関係者が数多く出入りしていたことが縁となり、同研究所は1968年に日本医科大学に移管された。その後、拠点を東京都文京区などへ移したが、1990年に現在の地に落ち着いた。

南 史朗みなみしろう所長は「現在、老人病研究所の名はそのままだ、老化に限定することなく、広く生命科学を研究の対象とし、その成果を臨床の場へ展開するまでの検証を行う組織となっています」と解説する。

また、ここは日本医科大学の大学院（医学博士課程）の教育も担っており、ゲノム科学、ポストゲノム科学、分子レベルの形態学、ミトコンドリア科学、神経内分泌学、生命情報解析学などの学びの場としても活用されている。

昨今、同研究所で進められている研究の

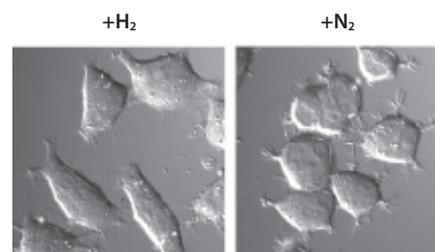
中で特にユニークで注目されているのが、水素の医療への応用だ。

最も小さな分子“水素”が老化を防ぐ

「細胞内小器官であるミトコンドリアは、エネルギーを合成することで知られていますが、その際の副産物である電子が酸素と結びついて発生する活性酸素は、生活習慣病や老化の原因になります」と、日本におけるミトコンドリア研究の第一人者である太田成男教授おおたしげおは言う。そのため、これまでも活性酸素を不活性化する研究は盛んに行われてきた。しかし、不活性化が不十分であったり、逆に抑制しすぎたりと、適切な方法が見いだせない状態が続いていた。

そこで太田は、ヒドロキシルラジカル（最も反応性の高い活性酸素）など問題の活性酸素だけを不活性化する抗酸化物質として“水素”に注目した。「なぜ水素に注目したかと聞かれたら、研究者としての勘としか答えようがありません。最初に水素で不活性化を試みたのは2005年1月ですが、このとき得られた結果には腰を抜かすほど驚きました。活性酸素によって弱められて丸みを帯びていた細胞が、すりと元気になっていたからです。これはいけると思いました」。

生理学的側面から見た場合、水素には大きな2つの特徴がある。それは、分子サイズが小さく体への循環が早いことと、水溶性と脂溶性の両方の性質を兼ね備えていることだ。他の抗酸化物質は血流によって体中を巡るが、水素の場合は拡散作用で体の隅々にまで効率よく到達する。「さらに、細胞というのは周りが油で中が水ですか



+H₂は水素のある培養液の細胞で、+N₂は水素の代わりに窒素を加えた培養液で、活性酸素を発生させたPC12という細胞

ら、油にも水にも溶ける水素は扱いやすいのです」。

この研究に関する最初の論文は、*Nature Medicine* 2007年6月号に掲載されている。その後の5年間で臨床実験の結果が得られる直前まできている。歩みは順調と言えるが、今日までの道のりは決して楽ではなかったと太田は言う。「『水素水』とうたっておきながら、水素の含まれていないものが流通するなど、水素という言葉のイメージが必ずしも良くなかったからです」。また、水素は、あまりにありふれた分子なので、頭から疑ってかかる人もいた。

それもあってか、太田が本格的に取り組むまで継続的な研究はなされなかった。「私も、日本医科大学に所属していなければ、この研究を本格的に始めることはできなかっただろうと思っています。日本医科大学は伝統的にオリジナリティを大切にする組織ですから、そういった雰囲気にも助けられて、ここまでやってきました」。

投薬前に遺伝子で体質を判断する

南が進めている研究は、遺伝子に注目し、副作用を発生させない薬を創り出すことに寄



与するものだ。「薬には必ず副作用があります。湿疹が出たり熱が出たり、強い薬には、筋肉を溶かしたり白血球を消滅させたりするものもあります。特に抗がん剤の場合この問題は深刻で、10人に8人は深刻な副作用に苦しんでいます。しかし、同じ薬を投与しても、副作用が出ない人もいます。それは、体質が違うからです」。

そこで、ゲノム配列のSNPに注目した。そもそもヒトゲノムには、約30億個の塩基対が存在するが、そのおよそ0.1%にあたる配列が個人によって異なることが知られている。その1つの塩基の違い（SNP＝一塩基多型）が、ヒトの外見や性格、体質などを決めているのである。

「わかりやすい例として、お酒に強い、弱いがあります。これは、特定の塩基の違いで生じるものです。同じようにある塩基を調べれば、その人がある薬に対して、副作用を起こしやすいかそうでないかわかります」。

南らの研究の結果、特定の塩基を検査することで、その体質を比較的容易に判断できることが明らかになっている。現在は、その実効性を裏付けるために検証実験を行っているところだ。

「まずは抗がん剤、そして副作用が強い脳梗塞の薬『ワルファリン』からの展開を考えています。その後は、抗てんかん薬にも応用していきます。将来的には、採血をして1時間で、その患者さんにはどんな薬が不向きなのか判断できるようになればと思っています」。

水素の活用にしる、より適した薬を提供する試みにしる、同研究所で進められてい

る研究は、いずれも患者へのメリットを最優先に考えている。すぐ隣に日本医科大学武蔵小杉病院があるので、研究の成果は臨床の場へスムーズに持ち込まれるし、反対に臨床での知見や疑問もすぐに研究所に伝わるため、地に足の着いた研究が続けられている。

臨床の現場からの同研究所への期待は大きい。武蔵小杉病院の土佐眞美子医師はケロイド治療のスペシャリストだ。土佐は、ケロイド治療の難しさを「ケロイドはヒトにしかなないので、動物実験ができず、特効薬がありません。そして、ケロイドができる人とできない人がいます。これは今のところ、できてみないとわかりません。また、ケロイドを手術して取り除き、術後3日間の放射線治療をしても、およそ20%の患者さんは再発してしまうのが現状です」と説明する。

ケロイドは目立つため、できると気にな病む患者が多いことも、土佐の心を痛めている。だからこそ、体質診断や特効薬の開発が急務である。土佐が同研究所と共同研究しているのはゲノムによる体質診断だ。

「ケロイドになりやすい体質だとわかれば、例えばピアスの穴を開けないという選択もできます」。

もちろん、その後の治療法、薬の選び方にも研究成果を反映できることを期待している。さらに、ゲノム診断に基づいて体質の改善までできればと考えている。「そうできると思って取り組まなくては、実現できません。研究所と一体になって、一刻も早い臨床応用を目指し、前向きに取り組んでいきます」。

早すぎる研究もすべて患者のため

こういったオーダーメイド医療は進展が期待される領域だが、一方で、根強い抵抗感を持つ人も多かったと南は言う。「遺伝子情報は、究極の個人情報だからです。しかし、必ず必要とされるものだと思って、めげずに取り組んできました。結果として、必要性が徐々に認められてきたことをうれしく思っています」。

また、解析に用いる技術の進歩も研究を後押ししてきた。「かつて、薬と言えば、個人個人に合わせて適量を調合するのが普通でした。ところがいつのまにか、体の大きな人も小さな人も同じ量が処方されるようになりました。この点でも、1日も早くオーダーメイド医療を実現させたいと考えています。輸血をする前には患者さんの血液型を必ず調べますが、それと同じように、その人の副作用の可能性や、適切な薬剤の量がはっきりしてから、投薬するのが理想の姿です」。

南はその理由を「すべては患者さんのため。それが私たちの研究の唯一、そして最終的な目的です」と説明する。

「時には、早すぎるのではと言われる分野にも積極的に取り組んできたのが、日本医科大学であり老人病研究所です。あまり早すぎて、周囲の理解を得にくいこともありましたが、この伝統的な姿勢は今後も継続していきます」と強調する。

日本医科大学老人病研究所
<http://home.nms.ac.jp/ig/index.html>
 shirom@nms.ac.jp
 TEL: 044-733-1821



聖マリアンナ医科大学

最先端医療を支える人道的精神



聖マリアンナ医科大学は1971年に創立され、キリスト教的人類愛に根差した生命の尊厳を基調とし、良医の養成を建学の精神に掲げ、川崎市北部の地域医療の拠点としての役割を果たしている。

「聖マリアンナ医科大学という名が示す通り、我々はキリスト教精神に則った教育・医療を実践している医学の単科大学です。このような医学単科大学は、世界的に見ても当校の他に例がないと聞いています」。三宅良彦学長はそう述べる。

“マリアンナ・スピリット”が基本

同大では、1つの専門分野に偏らない幅広い知識と豊かな人間性を兼ね備えた医師を育成することを目指している。三宅はその点を強調する。「愛ある医療を、マリアンナ・スピリットと呼んでいます。それを身につけさせる取り組みの1つとして、1年次に宗教学の講義があります。医療に携わる者に必要な基本的な心構えを、宗教学を通じて学生に教えるのです」。

同大では、川崎市が運営する救急車に学生を乗り込ませ、救急医療の現場を経験させるという形で、実地教育も行っている。また、外来診療においても、初診の患者が来た時に、学生1人を付き添わせ、患者と一緒に行動させることも実施している。そのメリットについて三宅はこう述べる。

「外来や検査の待ち時間に、患者さんは自分の症状にとどまらず、様々な話を学生に対してします。そして最後は、しばしば『良い医者になってくださいね』と言って帰っていきます。これは学生にとって医療

の原点を学ぶことであり、将来、医師として患者さんと対面で診療をする時に、寄り添う気持ちを忘れないためにも大切な基礎教育なのです」。



聖マリアンナ医科大学 三宅良彦学長

よい医療を提供するためには、医師だけではなく、医療に関わる様々な専門職の連携が不可欠だ。そこで同大では、総合教育センターの主催で種々のテーマについて、医師や看護師、検査技師、理学療法士、薬剤師、栄養士、メディカルコーディネーターなど多職種が参加するワークショップが活発に開催されている。

一方、同大はスポーツ医学の世界でも知られている。元学長の青木治人副理事長は日本サッカー協会スポーツ医学委員長を務めたこともあり、聖マリアンナ医大病院はFIFA（国際サッカー連盟）のメディカルセンターに、世界で5番目、アジアで最初に認定されている。

最先端医療と「心」の両立

日本では、高度先進医療の推進と病診連携を目的に、大学病院本院などを「特定機能病院」として認定している。聖マリアンナ医大病院は、特定機能病院として、また川崎市北部を中心とする地域医療の中核病院

として役割を果たしている。救命救急センターを有するほか、総合周産期母子医療センターでは、一般の病院では対応できない難産の母子を受け入れている。

様々な高度先進医療が提供されているなかで、特に生殖医療センターにおいては、最先端の不妊治療が行われている。石塚文平特任教授は、米国スタンフォード大学医学部産婦人科と共同で研究を重ね、休眠原始卵胞活性化技術を応用した早発閉経治療の開発を世界で初めて行い、臨床応用を開始している。この治療法に不可欠な卵巣組織凍結保存の技術は、若年女性がん患者ががん治療後も妊娠できるようにするため、治療前に取り出した卵巣の保存技術として、全国の大学に先駆けて開発を進めてきたものである。

三宅はこの最先端治療についてこう述べる。「がん患者さんの卵巣を、がんの本格的な治療に入る前に取り出しておいて凍結しておくという形の治療が、すでに始まっています。その際、お母さんになる患者さん本人の意思、病状、家族の意思をもとに、社会的な倫理観や道徳観もふまえて総合判断をした上で治療を進めます。高度先進医療の担い手として、最高の医療技術を追求する。その上で、患者さんや家族の意思を尊重して、最もふさわしい治療法を決めていく。技術と『心』という次元の異なる二者の両立に、マリアンナ・スピリットが求められるのです」。

聖マリアンナ医科大学

www.marianna-u.ac.jp/univ/univ.html
soumu@marianna-u.ac.jp TEL: 044-977-8111



聖マリアンナ医科大学知財事業推進センター

高度医療の普遍化を目指して



聖マリアンナ医科大学では、基礎研究にとどまるのではなく、臨床応用をはかり、さらには一般の病院でも使える医療にすることが目標とされている。知財活用にも力を入れ、大学発ベンチャーが育っている。

聖マリアンナ医科大学の研究施設の1つに難病治療研究センターがある。近年はHTLV-1関連脊髄症（HAM）を主軸に、治療が困難な病気の病態解析・治療法開発に取り組んでいる。HAMは、脊髄が障害され歩けなくなるといった症状を示す病気だ。その原因となるHTLV-1の感染者は世界に2000万人以上いると推測され、患者の多くは発展途上国に分布する。日本のHAM患者数は約3000人。患者数としては少ないが、他の先進国と比較すると多い。そこで同大では、HAMの専門外来を設けて全国から患者を受け入れるとともに、山野嘉久准教授が中心となって革新的な新薬開発のための研究をしている。

これについて、鈴木登知財事業推進センター長は「日本がリーダーシップをとるべき分野と位置付けています。海外の研究機関との国際共同臨床試験も視野に入れて、HAM分野の世界的な拠点を目指しています」と語る。

臨床を見据えて

鈴木は、同大の研究の特徴として、基礎研究にとどまるのではなく臨床応用を見据えた研究であること、さらに大学病院だけが可能な治療ではなく一般の病院でも治療可能な形にする、という2点を強調する。そ

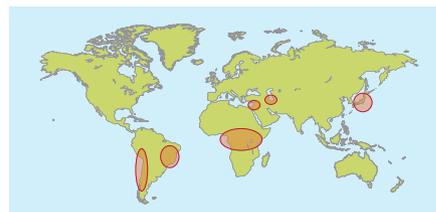
の好例として鈴木が挙げるのが、応用分子腫瘍学の太田智彦教授による乳がん研究である。太田らは、乳がんおよび卵巣がんの抑制遺伝子であるBRCA1の機能解析を行い、BRCA1がユビキチンリガーゼという酵素であることを発見した。「BRCA1の機能解析自体も基礎医学として大きな成果ですが、多くの研究者の努力によって最近では、一般の病院でもBRCA1に異常があるかないかを調べることができるようになってつづつあります」と鈴木は述べる。

知財を有効に活用する

同大では、知的財産の活用に積極的に取り組んでおり、知財を活用した事業推進のためにMPO株式会社という技術移転機関が存在する。知財を活用した製品の一例が骨セメント針である。これは、放射線医学の滝澤謙治教授が、骨粗鬆症やがんの骨転移が原因で脊椎圧迫骨折になった患者の脊椎に骨セメントを注入する「骨セメント注入療法」に使用する針を開発した。近々製品化する予定である。

ほかにも、心肺停止の患者に対して胸骨圧迫を行う際に、脳血流をリアルタイムで測定することができる機器が開発中である。これは救急医学の小山泰明助教が考案したもので、近赤外線分光法を用いた医療機械の改良を進め、数年後には製品化される見通しだ。

心臓CT装置の分野でも、循環器内科の米山喜平助教は、従来では着目されなかったデータを活用する世界初の心臓CT装置のアイデアを考案した。今後、さらなる信頼性の高い画像と低被曝を同時に実現する



HTLV-1感染者の分布:全世界で2000万人以上の感染者がおり、先進国の中では日本の感染率が高い

心臓CT装置の開発を東芝メディカルシステムズ株式会社と行っている。

そのほか、株式会社ナノエッグという同大発ベンチャーの医薬品開発事業・化粧品会社がある。難病治療研究センターの山口葉子准教授らが、ドラッグ・デリバリー・システム（DDS）として有効なナノカプセル化技術と、皮膚から薬剤を導入するための外用剤技術を、化粧品に応用したものである。化粧品にDDS技術を導入した前例はなく、「MARIANNA」ブランドの化粧品は、医学部が開発した化粧品として新市場を切り開いている。

鈴木は「MARIANNA」化粧品の意義についてこう述べる。「皮膚は大事な器官であり、化粧品に関しても医薬品と同様、専門家が効果と副作用を検証しながら作っていくことが今後ますます求められるのではないのでしょうか。医学部発の化粧品の存在意義はそこにあると思います」。

聖マリアンナ医科大学知財事業推進センター
www.marianna-u.ac.jp/chizai/
chizai@marianna-u.ac.jp



明治大学先端数理科学インスティテュート

社会に貢献する“先端”数理科学



明治大学では、「現象数理学」という数理科学における新しいアプローチが生まれ、数学がこれまで対象としてこなかった領域にも果敢に挑戦している。

明治大学は日本が開国して間もない1881年に開学し、日本の近代化とともに歩んできた私立大学である。その生田キャンパス（川崎市）においては、理工学系の学部・大学院の学生・研究者が、緑に囲まれた環境の下で多様な学問を展開している。

中でも、明治大学先端数理科学インスティテュート（MIMS）は社会および自然に現れる様々な現象の数理的解析を課題とする国際的研究拠点として、際立った個性を持つ。

三村昌泰^{みむらまさやす}所長は、MIMSが目指している学問についてこう語る。「私たちが目指しているのは社会に貢献する数理科学です。実験技術や観測技術の進歩により、膨大なデータが入手できるようになりました。一方、個々の要素の解明も、精緻を極めていきます。しかし、例えば疫病の流行や金融の不安定化、交通渋滞といった現象がなぜ起きるのかを考える際には、個々のエージェントの動きよりも、相互作用の解析が重要です。ヒトゲノムの塩基配列の解明だけでは、疾患が起きるメカニズムや、ヒトという複雑なシステムの全体はわかりません。システムを構成する部品や要素の解明から、複雑な相互作用の全体像の解明へ、そこに数理科学の新たな役割があると考えています」。

三村は、2008年に文部科学省のグローバルCOEプログラム（GCOE）に採択された「現象数理学の形成と発展」の拠点リーダー

も務めている。「現象数理学」と命名したのは三村であり、具体的にはモデリング、数理解析、シミュレーションを扱う。三村自身は、モデリングが専門であり、明治大学に来るまでに、広島大学、東京大学などで、「現象数理学」の先駆けとなるような講義を行ってきた。ただ、三村のアプローチは、純粋数学が主流の日本の数学界では、異端視されることもあったという。そうした中で2007年にMIMSが設立されたことは、三村にとっても、理想的な研究環境が整ったことになる。

錯覚と数理の融合研究

MIMSの研究者の中で、人の知覚・認識の仕組みを錯覚という側面から数理モデル化して探求する「計算錯覚学」に取り組んでいるのが、副所長^{すきばらこうきち}の杉原厚吉である。

杉原はこう説明する。「今まで心理学や認知科学で研究されてきた錯覚の分野に、数学を持ち込みました。錯覚を起こす眼の機能を数理モデル化してその仕組みを調べる。そうすると、錯覚の強さを数値で表せまし、最適化やコントロールができるようになります」。錯覚は通常、事故の原因になる。錯覚ができるだけ起こらない環境をつくるのが安全な社会づくりに役立つ。他方、錯覚を強めることにより、見落としにくい標識なども作り出せる。杉原は言う。「計算錯覚学を応用すれば、錯覚を強めたり弱めたりすることで、社会に貢献できるのです」。

折り紙の工学への応用

一方、機械工学をバックグラウンドに持つ^{はぎわらいちろう}萩原一郎MIMS副所長は、京都大学の野島^{のしま}武敏^{たけとし}博士らとともに、「折り紙工学」という

ユニークな分野を確立してきた。「日本には優秀な折り紙作家が多数いますが、彼らは感覚で作ります。いわばアートです。ところが欧米人が折り紙に幾何学を持ち込んで、産業化も行いました。日本の七夕飾りをもとに、英国人のエンジニアがハニカム構造を開発し、これが数兆円の産業規模になっています。そこで我々は日本で折紙工学を提唱して新たな産業応用を図ろうとしています」。具体的には、ハニカム以外の構造や金属材料など多様な材料を提案している。太陽光パネルのほか、今後は車の衝突エネルギーを吸収する新バンパーの開発など、多方面に展開する予定だ。

MIMSの教育と連携

所長の三村はMIMSの位置づけについて、「日本にはもともと数学では優れた研究者が多数いるので、数学と現象をつなぐ場所にしていきたいと思っています。そのために教育も重視しています」と述べる。実際、MIMSではGCOEの資金を有効活用して、奨学金付きのPh.D.プログラムを提供しており、海外からの留学生を多く集めている。

研究においても、国内外の研究機関等との連携が盛んだ。三村は期待を込めてこう語る。「英国オックスフォード大学の数理生物学センターや、フランスの国立科学研究センターとの連携が実現しています。お互いの強みを生かし合う形での国際連携を、今後さらに進めていく予定です」。

明治大学先端数理科学インスティテュート

www.mims.meiji.ac.jp/

mims@meiji.ac.jp TEL: 044-934-7658



明治大学バイオリソース研究国際インスティテュート



MEIJI
UNIVERSITY

クローンブタ、トランスジェニックブタが拓く未来

ヒトへの臨床研究を見据えて、大型動物であるブタに注目が集まっている。疾患モデルの作出をはじめ、さらには異種移植を視野に入れた創造的な取り組みが多数生まれている。

明治大学バイオリソース研究国際インスティテュート (MUIIBR) は、ブタを用いて、難治性疾患・臓器移植 (異種移植)・臓器再生・生殖医療などの分野のトランスレーショナル・リサーチを推進する国際研究組織である。MUIIBR 所長・研究統括の長嶋比呂志・農学部生命科学科教授は、体細胞クローンブタ、トランスジェニックブタの研究で世界の先頭を走る1人だ。体細胞クローン技術により、2009年11月には第6世代クローンブタを世界で初めて誕生させた。

クローンブタの研究が注目されるようになった背景について、長嶋はこう述べる。「ブタは臓器のサイズがヒトに近く、雑食動物でもあることから消化管の構造・消化生理もヒトに近いのです。1990年代に遺伝子組み換え家畜の利用が医学的な目的にシフトするという世界的な潮流があり、疾患モデル動物と臓器移植のドナー動物の作出が課題になる中で、ブタへの注目が高まったのです」。

希少難病疾患モデルを創出する

クローンブタの研究で培われた体細胞核移植の技術により、様々な疾患モデル動物を作り出すことが可能になった。その一例が、長嶋たちが世界で初めて作りだした糖尿病疾患モデルブタである。若年発症成人型糖尿病タイプ3 (MODY3) の原因遺伝子である変異型ヒト肝細胞核因子1α

(HNF1α) を導入した細胞を卵に核移植して作成した。「糖尿病治療薬や新しい治療法の開発、再生医療などの前臨床研究に有用です。さらに、この発生工学的な手法を他の難病や希少疾患に応用できます」。その例として長嶋は、拡張型心筋症や肝臓の先天性代謝異常 (OTC欠損症) を挙げる。

長嶋らは、異種間の臓器再生の取り組みにも着手している。遺伝子改変により臓器を持たないブタをまず作り、その体内の空間 (niche) を使ってヒトのiPS細胞 (人工多能性幹細胞) から臓器を作ることを最終目標にしている。長嶋はこのプロジェクトへの意気込みを語る。「すでに臓器のないブタはできています。ブタの受精卵へのヒトの細胞の注入は現在の日本の法律では制限されているので、まずはウシやサルのiPS細胞を使って、大型動物で異種間の臓器再生が可能であることを証明します」。

MUIIBRでの臨床を見据えた研究は、日本国内の他大学、病院、企業のほか、ドイツのミュンヘン大学、米国ミズーリ大学のNSRRC、中国の雲南農業大学、韓国のソウル大学などと連携して行われている。

遺伝子資源の保存

トランスジェニックブタ、クローンブタを資源として利用するためには、ジーンバンク化が課題となる。だが長嶋によれば、ブタの受精卵は低温に弱いので、凍結保存が他の家畜に比べて難しい。そこで長嶋らはブタの体外成熟・体外受精卵の「中空糸ガラス化保存」という手法を編み出した。「腎臓疾患の人工透析装置の中に入っている、患者さんの血液をろ過する中空糸が、



ブタの体細胞核移植:核を除いた卵に、遺伝子操作した細胞を核移植しようとしているところ

凍結保存に良いデバイスになることがわかりました。これを長さ1~2cmのカプセル状にして、受精卵を数十個収容します。一瞬でガラス化状態にするのですが、この方法だと細胞の生存率が高いのです」。

このほか、赤色の蛍光タンパク遺伝子を導入した「赤色蛍光ブタ」も長嶋らが世界で初めて生み出したものの1つである。蛍光タンパクでは緑色のGFPがよく知られている。長嶋は言う。「赤色は緑色よりも波長が長く、移植した細胞の追跡やイメージングに有利なのです」。この赤色蛍光ブタは、靭帯移植において、移植した靭帯が再構築される様子を追跡するモデルなどに使われている。

これらの要素技術をもとに、長嶋は、今後は2つの方向を考えているという。「すでにできているモデル動物は、なるべく多くの人にプラットフォームとして使ってもらいたい。一方、希少難病のうちでも小児科領域の疾患モデルを作って、小児の難病患者の治療や回復に貢献したいですね」。

明治大学バイオリソース研究
国際インスティテュート
<http://muiibr.com>



昭和電工株式会社川崎事業所

創業の地で最先端のリサイクル

SHOWA DENKO

多様で個性的な製品を幅広い産業分野に提供する昭和電工川崎事業所では、最新のプラントによって廃プラスチックから水素をはじめ種々の物質を回収し、無駄のない先端的なリサイクルを行っている。

昭和電工株式会社川崎事業所は、同社の全国にある事業所のなかでも最大級の規模の事業所だ。55万9000平方メートルと広大な敷地を持ち、有機・無機化学製品の開発・製造の拠点である。昭和電工は1928年に昭和肥料として設立され、その3年後に、現在、川崎事業所のある土地で、農業肥料用のアンモニアと硫酸の製造を開始した。

「当時、他社は海外からの導入技術でアンモニアを生産していましたが、当社は初めて、東工試（東京工業試験所、産総研の前身）法と呼ぶ国産法でのアンモニアと硫酸の製造に成功しました」と、川崎事業所の長井^{ながいたい}太一^{いち}所長は語る。以来、その製品の種類は年を重ねるごとに増え、肥料原料以外のものも数多く手がけるようになった。

現在では、アンモニアをはじめ、カセイソーダ（水酸化ナトリウム）や次亜塩素酸ナトリウムなど他の化学製品の原料となる基礎化学品、窒素、水素、酸素を中心とした工業用ガス、半導体や液晶、太陽電池やLEDの製造に必要な純度の高いアンモニアや塩素などの高純度ガス、そして、食品添加物や化粧品材料などの特殊化学品、およそ100に達する製品ラインナップを誇る。

なかでも現在、最も力を入れているのは、2011年からの中期経営計画の事業ドメインであるエネルギー・環境分野と、情報・電子

分野に関わる、オリジナリティに富んだ製品と技術だ。エネルギー・環境分野における川崎事業所の取り組みで最もユニークなものに、使用済みプラスチックを利用して、アンモニアを製造する技術がある。そのキーとなるプラントが、同所にある「ゼロエミッション型使用済みプラスチック・ケミカルリサイクルプラント」だ。ここで、家庭から排出されるパンの袋やシャンプーのボトルといった廃プラスチックから、アンモニアの原料となる水素を取り出す。年間6万4000トンの廃プラスチックを処理できるプラントは、日本最大級だ。プラントの高さはおよそ60メートル。1班3名の従業員が3交替で管理・運転に当たっている。

廃プラスチックからアンモニアを製造

アンモニアの製造には窒素と水素が欠かせない。窒素は大気から得られるが、一方の水素を何から得るかは、長い歴史の中で変遷してきた。製造を始めたばかりの1931年頃は、水を電気分解していた。それが石油やナフサ、LNGから取り出すようになった。さらに、低コストで環境負荷の少ない原料を探してきた結果、現在では廃プラスチックを利用して水素を得るようになった。

「廃プラスチックには大量の水素と炭素が含まれています。これらをしっかりと分解して取り出し、水素はアンモニアの原料に、炭素は二酸化炭素の原料にします。従来の製造方法と比べると、サプライチェーン全体での二酸化炭素排出量は半減します」と長井。

このプラントは、廃プラスチックを破砕して、減容成形する工程と、有毒なダイオ



ゼロエミッション型リサイクル:製造中に排出されるほとんどの副産物がリサイクルされる

キシンなどを含む排気ガスを一切放出しない二段式ガス化炉によるガス化工程との、2工程からなっている。後半の工程では、まずプラスチックを600度から800度の低温のガス化炉で処理し、続いて1400度の高温ガス化炉で、それを水素と一酸化炭素を主体とする合成ガスに改質して水素を取り出す。その後、隣接する別のプラントで、大気から取得した窒素と化合させてアンモニアを製造する。

こうした過程で、水素だけでなく、炭素、塩、硫黄、スラグ、金属、ガラスなども回収でき、同所の設備で、塩はソーダ原料の、硫黄は硫黄誘導品の原料として使うことができる。現在、回収できずに捨てているものは、ほとんどないという。

「回収率の高さが、このリサイクル方法の最大のメリットです。廃プラスチックをプラスチックとして再利用したり、燃料として活用したりする方法に比べて、圧倒的に無駄がありません。プラントの稼働時に発生する熱も、一部を別のプラントで活用しており、この熱のリサイクルを今後も増やしていく予定です。また、このプラントの稼働に必要な蒸気は、他のプラントの発生蒸気を活用しており、事業所全体が1つ



のエコシステムになっています」。

2003年にプラントが本格稼働した当時は、自治体が収集した廃プラスチックを敷地内に運び入れてからの管理や、様々な混合物の除去、塩化ビニールなどから発生する塩素によるプラントの腐食などに悩まされることもあったが、それらをひとつひとつ改善してきた。

現在、このプラントで製造されるアンモニアの量は、川崎事業所全体の年間製造量10万~12万トンのおよそ3分の1を占める。ここで作られたアンモニアは、アクリル繊維、窒素系肥料、接着剤、クリア系樹脂の原料のほか、火力発電所で発生する窒素酸化物の除去と浄化、フロンの代替品などとして環境分野でも使われている。昭和電工では、このアンモニアに「ECOANN®」の名をつけており、これは2012年2月に、川崎市の「低CO₂川崎パイロットブランド'11」に選定された。今後も、全アンモニアに占めるECOANN®の比率を高めていくという。

さらに長井は、「このプラントでガス化できるのは廃プラスチックだけに限らないので、石油産業系のプラントから排出されるような有機系廃棄物のリサイクルに取り組みたいと考えています」と展望を語る。

バイオエタノールや水の分析に寄与

エネルギー・環境分野に貢献する代表的な技術と製品にはもう1つ、高速クロマトグラフィー用のカラムがある。

「高速液体クロマトグラフィーとは、化学物質の分離や分析に用いる技術で、どんな化合物がどれだけ含まれているか解析で

きる機器です。そしてカラムとは、クロマトグラフィーに欠かせない、試料を分離する素材が充填された直径数ミリから数センチの細長い筒です。分析の能力は大きくカラムの能力に依存します」と化学品開発部の辻勝行部長は話す。

液体の試料を、カラムに入れると、その中で成分ごとに分離され、時差を伴って外へ出てくる。例えばオレンジジュースをカラムへ注入すると、ショ糖、ブドウ糖、果糖の順に取り出せる。

「川崎事業所ではカラムの充填剤として多様なポリマーを製造しており、それをステンレス管に充填した後に、カラムの完成品として出荷しています」。さらに辻はこう話す。「現在は、同じカラムでも、エネルギー・環境分野で活用できる製品を重点的に拡充しています。汎用品に加え、バイオエタノールの開発や製造に欠かせない、「シュガー系」と呼ばれる糖類の分析に優れた効果をもたらすもの、それから、水の分析に有効なカラムなどに力を入れていきます」。

昭和電工のカラムには「Shodex®」の名が付けられているが、このShodex®のポリマーカラムのシェアは、日本国内では約5割に達している。また、世界でのシェアも高く、大手3社の一角を占めている。

高純度アンモニアを東アジアで展開

情報・電子分野では、川崎事業所で培われた高純度ガス製造技術の海外への展開を始めている。これは、高純度ガスを必要とする工場が、東アジアを中心に急増していることによる。川崎事業所で生まれた技術が世界へ展開していく一例であり、これまでに、中国、韓

SHOWA
DENKO

シリコン半導体

C₂F₆
N₂O

化合物半導体

c-C₄F₈ CH₂F₂ C₄F₆ BCl₃
CH₃F C₃F₈ CHF₃ HBr PETa

液晶

HCl

太陽電池

COF₂ Cl₂

NH₃ SF₆

CF₄ H₂Se

電子材料ガス製品:電子産業に必要とされるプロセス材料ガスを豊富に提供している

国、台湾に製造拠点を設けている。

「様々なデバイスに使われる半導体や液晶、環境の分野でも注目されている太陽電池とLEDをはじめ、昨今需要が増加している各種デバイスの製造にも、高純度ガスは欠かせません。高純度ガスにはさまざまな種類がありますが、前述した素子やデバイスの製造に欠かせないのが、高純度のアンモニアガスです」と辻。

昭和電工が高純度のアンモニア製造に積極的に取り組むようになったのは、窒化ガリウム系半導体の需要の急増を見越してのことだった。窒化ガリウムは、省エネ需要の急増で注目されている白色LEDに欠かせない化合物半導体である。そこで、不純物、とりわけ水を極力含まない高純度アンモニアの製造技術を磨いてきた。すでに2011年には、それまでは年間約3000トンだった高純度アンモニアの製造量を、年間5000トンにまで引き上げている。

川崎事業所は、アンモニアの製造技術、その製造過程で生まれる中間品の製造技術を基礎に発展してきた。その長い歴史の間に蓄積した技術力と先見性を礎に、今後も進化する世界への貢献を続けていく。

昭和電工株式会社川崎事業所

www.sdk.co.jp/

TEL: 03-5470-3235



株式会社ケイエスピー

研究開発を事業化する

KSP

四半世紀の歴史をもつ、かながわサイエンスパーク（KSP）では、株式会社ケイエスピーの支援のもとで、独創的なベンチャー企業が次々と生まれている。

京浜工業地帯の高付加価値化が最初にテーマとして浮上するのは、1970年代の終わりである。それを背景に日本初のサイエンスパークである「かながわサイエンスパーク（KSP）」の構想が生まれた。KSPを運営するケイエスピーは1986年に創業。研究開発型ベンチャーに対し、創業前の段階から企業の成長段階に応じたインキュベーション・育成支援を行っている。

研究そのものの支援は、財団法人神奈川科学技術アカデミー（KAST）が担当し、技術シーズを事業化・商業化する部分をケイエスピーが担っている。そのような連携により事業化した一例が、株式会社リブテックである。リブテックはKASTでの5年間の「幹細胞制御プロジェクト」終了後、中心研究者がケイエスピーの支援を受けて創業した。同社は、「がん」をターゲットにした抗体医薬品の研究開発を行っている。

インキュベーションを実現する仕組み

ケイエスピーのビジネスモデルについて、代表取締役社長の^{おおきたともよし}大北智良はこう説明する。「当社では、創業されるベンチャー企業に対して、研究施設の提供、投資を通じた事業資金の提供、スクールやビジネスマッチングなどの支援サービスの提供といった、3つ側面からサポートを行っています。例えば、研究者が創業する場合には、ケイエスピーとして投資する場合もあ

りますし、投資はしないけれど研究施設を提供するなど様々な形で、計画づくりから創業後の事業運営まで継続的に関わっていきます」。

ここ数年、スクールで学んだ研究者が卒業後にベンチャーを創業する事例が増えているという。その1つは、聖マリアンナ医科大学発のベンチャー企業、株式会社ナノエッグである。同社はナノカプセル化技術を応用した化粧品を製造・販売している。

横浜市にある、理化学研究所 横浜研究所発のベンチャーであるタグシクス・バイオ株式会社と、動物アレルギー検査株式会社の2社も、同スクールの卒業生によって創業された企業だ。タグシクス・バイオは、人工塩基対システムによる遺伝情報の拡張技術をシーズとして、2007年に創業。動物アレルギー検査は、イヌに対するアレルギーおよびアレルギー強度を測定できる検査法を開発して、主に獣医向けに提供している。

研究開発拠点としての魅力

KSPにはベンチャー企業約50社のほか、国内外の大企業約70社が入居している。それらの企業の多くはKSPを研究開発のための施設として活用している。ここでの研究開発のメリットについて大北はこう述べる。

「KSPは、一般的なオフィスビルとは異なり、企業の研究開発を想定した設備を完備しています。例えば、建物内にクリーンルームの設置が可能ですし、集中排水処理設備もあります。また、大型設備の設置が可能な床荷重や大容量の電気設備なども備えており、東京都心から電車で30分の距離

研究成果から新事業を創出するための連携体制



で、これほどの研究開発環境が整っている施設は他に例がありません。KSPの周辺は市街地であるために動物を使った実験など一部制限もありますが、必要な場合には京浜臨海部の施設などを紹介しており、あらゆる分野の研究開発に対応が可能です」。

KSPがこれまでに投資してきたベンチャー企業は約100社あり、株式公開(IPO)を行ったのはそのうちの7社である。

「特にリーマンショック後、ベンチャー企業の新興市場への株式公開は低迷していましたが、2011年になって改善が見られ、当社の投資先でも3社が株式を公開しました。今後は株式公開だけでなく、企業買収なども含めて、ベンチャー企業が育んだ技術が商品として世の中に出ていってほしいと思っています」。大北はベンチャー支援に込める決意をそう締めくくった。

株式会社ケイエスピー

www.ksp.or.jp/

info@ksp.or.jp TEL: 044-819-2001



財団法人神奈川科学技術アカデミー

神奈川発の先端科学技術を世界に発信する



財団法人神奈川科学技術アカデミー（KAST）は、大学や研究機関、企業の研究所の科学技術系人材が集積する神奈川県において、1989年の創設以来、KSP内に拠点を置き、先端科学技術による地域振興の中核的な役割を担ってきた。

先端的かつ高度な研究の推進と技術移転、科学技術革新を担う人材の育成、地域中小企業のものづくり支援などの事業活動を展開し、地域経済の活性化と県民生活の質的向上に資するとともに、神奈川から先端科学技術を世界に発信している。

特に中心的な活動は、産学公連携のもとに進められる研究プロジェクトの推進であり、そこで創出される研究成果を発信し、技術移転することで、科学技術の力による地域課題の解決や産業の活性化、豊かな県民生活の実現に貢献している。

近年、国際戦略を考える上で重要な、ライフサイエンスなどの先端科学技術分野における先駆的研究に取り組むとともに、市場展開を見据えた性能評価・認証基準の確立に向けた研究開発を産学公の力を結集し推進している。

ニュートリゲノミクス手法を用いた食品の機能性・安全性評価法の開発

KASTでは、東京大学の阿部啓子^{あべけいこ}名誉教授／特任教授をプロジェクトリーダーとして、健康・アンチエイジングのための機能性食品・化粧品などの効果・効能を、科学的エビデンスに基づいて評価解析する「健康・アンチエイジングプロジェクト」を推進している。

食は健康な生体を築き上げ、それを維持する上で限りなく重要であり、適正な食生活は“quality of life”（QOL）の向上に寄与し、生活習慣病を防ぎ、健康寿命を延ばす手段としても高い関心が寄せられている。まもなくわが国では、65歳以上の高齢者が人口の30%に達すると予想されており、健康を保ち、エイジング（加齢）に伴う生活習慣病の発症を遅らせる機能性食品の開発は国際的にも注目されている。

機能性食品の効果・効能の解析は、これまで、一面的現象に偏りがちであった。しかし、近ごろ急速に利用が進みつつあるDNAマイクロアレイというチップを用い、遺伝子レベルで予知する科学技術

“ニュートリゲノミクス”は、食品のトータルな作用・機能を網羅的に解析することを可能にした。

ニュートリゲノミクスはアレイ実験ならびにデータ解析からなるが、その結果の正しい解釈には、ゲノミクス（トランスクリプトミクス）を主体としつつも、プロテオミクス、メタボロミクスといったオミクス技術を組み合わせることが重要であり、より広範な学問的知見の蓄積を必要とする。また、食品や化粧品は、医薬品と違って劇的な効果を生むものではないので、これら製品ならではの解析の難しさがある。

特に健康・アンチエイジングを目指す製品の開発には、効果・効能のこうした評価解析による幅広い（一面的現象にとらわれない）科学的エビデンスを実証することが求められている。その課題に応えるため、本プロジェクトでは、ニュートリゲノミクス（トランスクリプトミクス）を含めたオミクス技術により、製品の生体機能を検証し、その結果を製品設計、およびヒトでの試験に向けた基盤研究へ適用することを目標としている。



「健康・アンチエイジングプロジェクト」の阿部啓子リーダー

さらに、本プロジェクトは、神奈川県内に多い食品企業や化粧品企業の健康・アンチエイジング製品の開発に資することを強く意識し、当初からこれら企業と連携することを特徴としている。

本プロジェクトのもう1つの目標は、科学的エビデンスに基づく「健康・アンチエイジング」の商品を開発するための公的な第三者評価機関（国際認証基準開発評価センター機能）を世界に先駆けて構築することにある。日本では機能性食品の研究が進んでおり、physiologically functional food（生理機能性食品）の概念を日本から提唱したことが、*Nature*1993年7月15日号のニュース記事で紹介されている。

健康寿命を延ばし、加齢を抑えて豊かな生活を営むことは社会の願望であり、本プロジェクトは、この日本発の領域を、学術的・産業的・社会的に発展させ世界に発信していくことを目指している。

財団法人神奈川科学技術アカデミー

www.newkast.or.jp/

sks@newkast.or.jp TEL:044-819-2031

SPOTLIGHT
ON KAWASAKI

Published in Nature,
SEPTEMBER 20 2012

> www.naturejpn.com/kawasaki-spotlight