

関西の科学・技術の 底力を検証する

ノーベル賞を輩出した基礎研究の系譜と、
応用技術開発の風土を併せ持つ関西。
その科学・技術の底力の今を探るため、
地域の特色を生かしながら新たな動きを見せる、
関西各地を訪ねてみた。

国立循環器病研究センター病院の「カテーテル検査室」では、カテーテルを使った脳血管障害や心疾患などのカテーテル検査や、血栓溶解術、血管拡張術、血管塞栓術など高度な血管内カテーテル治療を行っている

大阪モノレール・万博記念公園駅から彩都線で北上すると、五分あまりで阪大病院前駅に着く。西側に大阪大学医学部附属病院が建ち、背後には阪大吹田キャンパス、北西方向には国立循環器病研究センターがある。終点の彩都西駅周辺には、医薬基盤研究所など彩都ライフサイエンスパークが広がっている。

これら整備の進む「北大阪バイオクラスター」には、三百社を超える製薬企業や研究機関、大学が集積し、「薬の町」と呼ばれた大阪の強みを生かして、医薬品や医療機器などバイオ関連産業の育成をめざす拠点となっている。なかでも、最も早い一九七七年に、千里・北摂地区に開設されたのが、国立循環器病研究センターだ。研究センター研究所副所長兼研究開発基盤センター長の妙中義之さんが「私たちの研究は、臨床現場のニーズから始まり、その研究成果を患者さんのところへ届けるのが最終目的の一つです」と言うように、病院と研究所が一体となって循環器病（脳血管障害と心疾患）の最先端医療を追求。製薬、医療機器関連企業と連携し、臨床現場で成果を挙げてきた。

人工心臓開発では八〇年代後半、繊維系企業と連携して血栓のできにくい高分子素材を用い形状を工夫した補助人工心臓の開発に成功。臨床治験ののち、九〇年に国

の製造承認を得て世界で初めて製品化した。妙中さんによれば、これは心筋梗塞などの重症患者や手術後の患者が使用し、症状改善するまでの一時的な血液循環の維持が目的だった。ところが、欧米や日本で心臓移植を待つ患者の状況を良くする「移植までの橋渡し」に役立つことが評価され、その用途での使用が増加した。当初、補助人工心臓の駆動装置は二百kg以上で、移動や院外生活は大変だった。そこで患者のQOL（生活の質）向上のため、自動車機器企業と連携して重さ十二kgのキャリーバッグ方式を開発。現在、重さ三kgのショルダーバッグタイプを開発中だ。さらには企業と連携し、心臓移植に頼らず社会復帰できる、次世代型の超小型軸流式体内埋込型補助人工心臓を開発し、数年後の実用化をめざしている。

知的資産を活用し、基礎から臨床への橋渡し

国立循環器病研究センターでは、二〇一〇年四月、新

たに「研究開発基盤センター」を設置し、

研究センターの知的資産の運用を開

始した。「これは、病院と研究

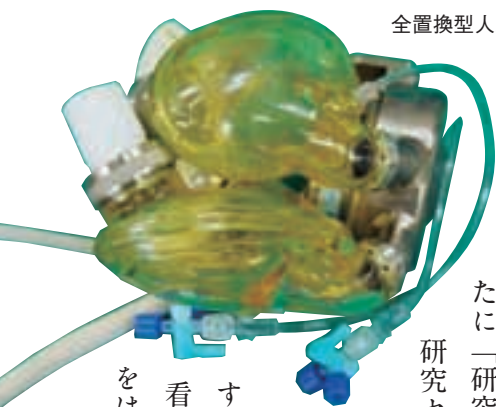
所に蓄積された活力をいかに

活用するか、という取り組みで

す」と妙中さん。研究者、臨床医、

看護師、臨床工学技士などの人材

をはじめ、研究・臨床成果、ブラ



全置換型人工心臓

①開発中の補助人工心臓の血液ポンプの性能を試験し、評価する装置

②病院と研究所が一体となって循環器病の最先端医療を追求する国立循環器病研究センター

③補助人工心臓を装着した人体模型の傍らで、現在開発中の超小型軸流式体内埋込型補助人工心臓について語る妙中義之さん

④カテーテル検査室のモニタールームから検査室内を見る



基礎から臨床につなぐ先端医療の拠点

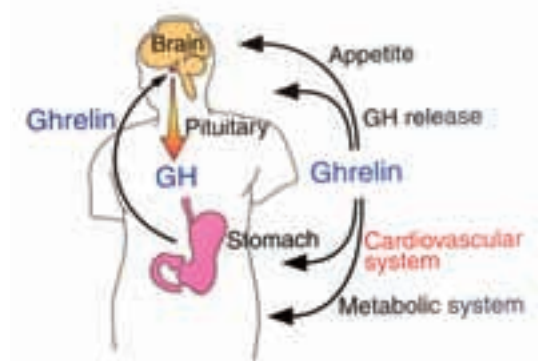
北大阪



ンド力、施設、患者、産学官のネットワークなどを活用。病院と研究所が併設されているため、研究成果を臨床に直結できる強みを生かし、臨床への橋渡し研究を強化して、医療分野をはじめさまざまな産業との連携をさらに深めて先端的な医療機器や新薬開発を加速させる。加えて、予防医学に関わる社会的なサービス事業まで視野に入れ、例えば、永年蓄積した、病状回復に重要な役割を果たすリハビリや治療食の技術、ノウハウを使った事業化も検討課題の一つだ。「センターでは商工会議所などと連携し、サービス産業と病院をつなぐなど、従来とは違ったかたちで社会と連携していきたい」と話す。

北大阪バイオクラスターが、今後、そのようなまちづくりという観点をもって進んでくれば、と妙中さんは期待する。もちろん、基本は医療機関を中心とした産業基盤の確立だ。「日本の医療費は何年かあとには五十兆円を超えるといわれています。国民には大きな負担ですが、産業的に見れば、今後、このように急激に伸びる分野はありません」。医療機器・サービス分野を考えれば、関西の中小企業も含めて、日本のモノづくり企業の技術力はレベルが高く、経験がなくとも医療機器分野へ参入すれば十分やっつけている、と妙中さんは言い、「そのような産業の活性化も私たちの大切な仕事です」と力を込めた。

国立循環器病研究センター研究所で世界に先駆けて発見された生理活性ペプチド「Ghrelin (グレリン)」が、食欲の促進、筋肉の増進、さらに心臓負荷の低減などに作用することが明らかにされ、現在、医薬品化が進んでいる



①心臓の収縮力を高める遺伝子を心筋内に導入する再生医療研究で、遺伝子の導入状況を顕微鏡で調べる ②バイオ、医薬、食品、ヘルスケアなどライフサイエンス分野の研究、技術開発関連施設が集まる彩都ライフサイエンスパーク ④国立循環器病研究センター病院の心臓リハビリ室にある、心臓の機能などを検査する機械

国際的・学際的頭脳集積による新学術萌芽の創出

構想から三十年。「都市びらき」から十六年が経ち、風格あるサイエンスシティに育ってきた、関西文化学術研究都市。京阪奈丘陵の一角に国内外の頭脳を集集し、近未来の人類の発展と幸福のため、人文、社会、自然諸科学分野の枠を超えて、自由闊達な議論を重ねながら研究活動を展開している国際高等研究所がある。

近年、大学や研究機関では長期的な視野で議論、研究する環境が少なくなったため、科学や技術の新たな研究課題を生み出してきた土壌もやせ、このままでは枯渇しかねない、と研究所長の尾池和夫さんは言う。「そこで高等研では次世代のために、五つの研究領域において、新たな学術の芽を見つけ、育てていこうとしています」。それら五領域とは「言語と文学と芸術」「世界の構造変化と世界観の転換」「脳科学と心の科学」「宇宙・地球・人類」「物質と光」で、今年度はそのうち十八の研究プロジェクトが進行中だ。

「異分野だと、最初は研究者同士で言葉すら通じません。でも三年も議論しているとお互いのやっていることが理解でき、共通のリテラシーを持てる。そこから学術の芽が見つかります」(尾池さん)。そのタネを持ち帰り、

新たな学術の芽を見つけ、育てる場





①「アジア・デザイン」について活発な議論を交わす海外からの参加研究者たち

②④国際高等研究所のフォーラム「複雑系情報の社会への発信システム」研究会では研究者たちが自由に議論を交わす

③昼食休憩時、館外の庭園でくつろぐ参加研究者たち

⑤国際高等研究所と京都大学数理解析研究所との共同研究「ガロア理論幾何」の合宿型セミナーの光景

⑥国際高等研究所の今後の研究プロジェクトについて語る尾池和夫さん

外部の研究施設で育てた研究者がノーベル賞に輝く。そのために、高等研は安心して伸び伸びと議論できるシステムを提供する。「こうして知恵を磨く場所が必要なんです」と、尾池さんは話す。

地球と人類の千年先を考える

現在、高等研では、企画委員、上級研究員、研究代表者、フェローなどが参加する企画委員会で研究プロジェクトの選定を行っている。今後は、高等研の特色、役割をさらに明確にするために、まず少数人数の有識者会議で、二十一世紀の後半に向かって何が必要か検討して主要テーマを絞り込み、それを具体化していく研究プロジェクトを選んでいきたい、と尾池さんは言う。

「テーマの一つは、人間の意識、心の問題です。それを、例えば霊長類の研究者に集まってもらい、チンパンジー、ボノボ、ゴリラなどの世界から人類を見ると、人の心が見えてくるのではないか、と考えています」

「アジア」も大切なテーマだ、と尾池さんは続ける。欧米型の文化や社会は前世紀に行き詰まり、積極的にアジアを再評価すべき時代になった。しかし、かつて、アジアの文化を主導してきた中国は、現在、経済発展に懸命だ。そこで、遣隋使・遣唐使の時代から中国文化を容れてきた日本が中心となって、中国をはじめ多様なアジアの文化について歴史的に分析しながら、二十一世紀にふさわしいアジア型文化と社会のあり方を考えてみよう、というわけである。

さらに、「私自身としては、千年先を考えるプロジェクトをやりうと思っっています」。例えば、現在、日本各地で指定されつつある、地球活動の貴重な地質遺産を基本とした「ジオパーク」、千三百年の生活史が蓄積する「京都」などを、地域経済を潤しながら千年先まで保つていくにはどうすればいいか、といった千年構想を議論していこうというのが尾池さんの想いだ。

高等研・発のどのような着想、アイデア、議論、研究が、将来、次世代を拓くどのような基礎研究を生み出していくのか。長い目で見つめていきたい。

京阪奈丘陵に広がる関西文化学術研究都市の一角に建つ国際高等研究所



和歌山

クロマグロもクエも。水産資源をつくり出す

魚に教えてもらい、稚魚の飼育に成功

本州最南端、串本町の紀伊大島港外の島影に幾つもの大きな円形の生け簀が浮かぶ。生け簀に接岸した漁船からスコップで餌のサバがまかれるたび、群遊するクロマグロがバシヤバシヤと水しぶきを上げ、瞬時に食べつくす。波静かな港内の四角い生け簀には育ちざかりの、孵化百日前後の稚魚が群れていた——近畿大学水産研究所の大島実験場。ここで二〇〇二年、世界で初めてクロマグロの完全養殖に成功した。

戦後の食糧難を救うため、大阪理工科大学（現・近畿大学）が、ほとんど前例のなかった海水魚の養殖研究に挑むべく、研究所本部となる白浜臨海研究所（現・白浜実験場）を開設したのは一九四八年。しかし、当初は経験も知識も資金もなく、試行錯誤の日々だった。水産研究所長の村田修さんによれば、大きな転機となったのは五〇年代後半。海上に浮かぶ網生け簀養殖法を開発し、さらには養殖業の安定経営のため、人工孵化する方式に乗り出してからだだった。もともと「六〇年にブリで始めた最初の人工孵化は、うまく孵っても、どんな環境、どんな条件でどんな餌をやればいいのかわからなかった」。

本州最南端の紀伊大島港外に設置されたクロマグロを養殖する円形生け簀に船を停泊させる近畿大学水産研究所大島実験場の所員たち

次に始めたヒラメの人工孵化成功は六五年。しかし、田辺湾で育てたブリの卵を人工授精させ、生まれた仔魚を育てることができたのは、八年後の六八年だった。

村田さんによれば、成功の秘訣は「魚に教えてもらうこと」。毎年、ブリの産卵シーズンになると、ほとんど不眠不休で仔魚や稚魚たちの動き、色、餌の食べ方などをひたすら観察。ようやく育て方を会得した。

継続力とチーム力で、完全養殖と産業化を実現

七〇年、近大水産研究所では国家プロジェクトチームの一員として、大型回遊魚クロマグロの養殖に着手した。しかし三年間、どのチームも天然の幼魚（ヨコワ）を育てることができず、国家プロジェクトは解散。唯一、近大だけが養殖実験を継続し、四年目に幼魚を一年以上育てることができた。

次の目標はクロマグロの人工孵化と仔魚飼育。クロマグロは傷つきやすいため、幼魚の入手は網漁から釣り漁へ。さらに手で触らず釣り針を外す方法を工夫して、生存率を向上させた。そうして育てた親魚の卵を、七九年、世界で初めて人工孵化することに成功。しかし、稚魚は孵化四十日前後で死に、三年余りそれを繰り返したあと、親魚が生け簀の中でまったく産卵しなくなった。九四年、十二年ぶりに親魚が産卵した卵から稚魚を育てることができたものの、稚魚から親魚に育つのに六年。完全養殖にこぎつけたのは、〇二年だった。

「やはり、続けることが大切。クロマグロの養殖には、長い年月と資金がかかります。それに増殖学だけでなく、魚病学、餌料学、環境学、水槽や生け簀をつくる水産土木、さらに水道や排水、電気工事などの技術が必要で、多くの人々が一丸となって初めてできる仕事です」（村田さん）

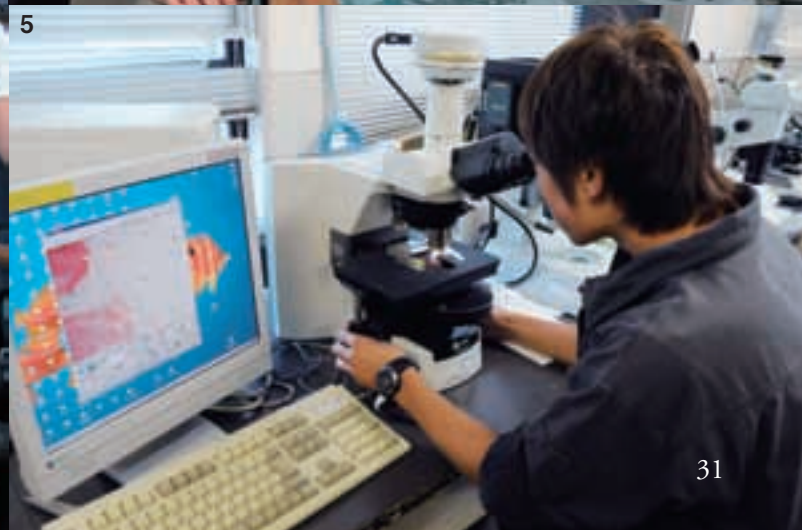
同時に、産業化への挑戦も始まっていた。成長期間の長い魚はリスクが大きく、できるだけ早く、おいしく食べられるサイズに育てて出荷する必要がある。研究の結果、クロマグロは三十kgから六十kgに育つと脂が乗って、流通市場に出せることがわかった。しかし串本でそこまです育てるには三年から三年半かかる。そこで〇一年、海水温が高く、成育の早い奄美大島に実験場を開設。成長期間を一年短縮させ、〇四年、初出荷した。

地元特産のクエも、八〇年代後半、人工孵化に成功したが、稚魚の飼育が難しく、クロマグロ以上に生育に歳月がかかった。地域おこしのため、「紀州クエ」のブランド名で和歌山県内に流通し始めたのは〇七年だった。最後に村田さんは言った。「アカデミックな研究も大切ですが、私たちにとって、産業として世の中の役に立つことが基本です」と。



クロマグロの稚魚の標本

- ①注文通りの大きさのクロマグロだけを、群れのなかから釣り上げる
- ②南紀白浜にある近畿大学水産研究所本部（白浜実験場）
- ③孵化後100日前後のクロマグロの稚魚を生け簀から別の生け簀へ移しながら、選別を行う
- ④白浜実験場の水槽で、孵化後の「仔魚」の段階から順調に育ってきたクロマグロの「稚魚」を眺める村田修さん
- ⑤顕微鏡で、魚卵の発生について観察する





神戸

医療産業集積都市への挑戦

①「神戸バイオテクノロジー研究・人材育成センター」内の研究室で、糖尿病の予防と治療の研究に役立てるウイルスを培養する研究者 ②甲南大学ポートアイランドキャンパスにあるフロンティアサイエンス学部生命化学科の実験室で、ヘモグロビンなどの素となる有機化合物「ポルフィリン」を合成し、単離する研究者 ③神戸医療産業都市の現状と今後について述べる、構想の推進者・三木孝さん

経済活性化と市民福祉の向上、国際貢献のために

三宮から神戸空港行きのポートライナーに乗って十分あまり。ポートアイランド二期地区では、神戸市が産学官連携で推進する「神戸医療産業都市構想」が着実に進んでいた。先端医療センター、理化学研究所の発生・再生科学総合研究センター、開院目前の神戸市立医療センター中央市民病院など多数の医療関連施設や企業が集まり、大規模なメディカルクラスターを形成しつつある。

構想は、阪神・淡路大震災後の経済復興を模索するなかで誕生した。一九九八年、着工迫る神戸空港を活用し、ポートアイランドに医療関係企業を誘致する案が浮上。アメリカにあるメディカルクラスターの視察が行われた。「そこでは、病院の研究成果を受けて地元中小企業が医療に関わるモノをつくっていた。まさに経済活性化をめざす神戸のモデルでした」と、同行した神戸市企画調整局参与の三木孝さんは言う。

市ではすぐに構想をまとめるための懇談会を設置。「震災で大変だった神戸を応援しようと、地元有識者や企業が



惜しみなく協力してくれました」（三木さん）

構想の目的は、雇用の確保と経済の活性化、市民の健康福祉の向上、アジアの医療水準向上による国際貢献で、主な研究分野は医療機器の研究開発、医薬品の治験、再生医療の臨床応用とした。構想の中核機能を担うのは、基礎から臨床への橋渡し研究施設である先端医療センター、起業化支援を行うメディカルビジネスサポートセンター、人材育成を推進するトレーニングセンターだ。

構着想手から十年を超え、神戸は国内有数の医療産業集積都市へと成長した。「神戸は住みやすく、交通の便がいいので、最先端機関が集積すれば神戸に来たいという企業が多かった。実際、再生医療と治験の支援、試薬や実験機器を扱う企業がたくさん集まってきて、二〇一〇年十一月末現在、百九十社になりました」（三木さん）。一五年度には医療関連企業が三百社を超え、市内の経済効果は千六百二十五億円になると予測されている。

高度専門医療機関集積と健康を楽しむまちづくり

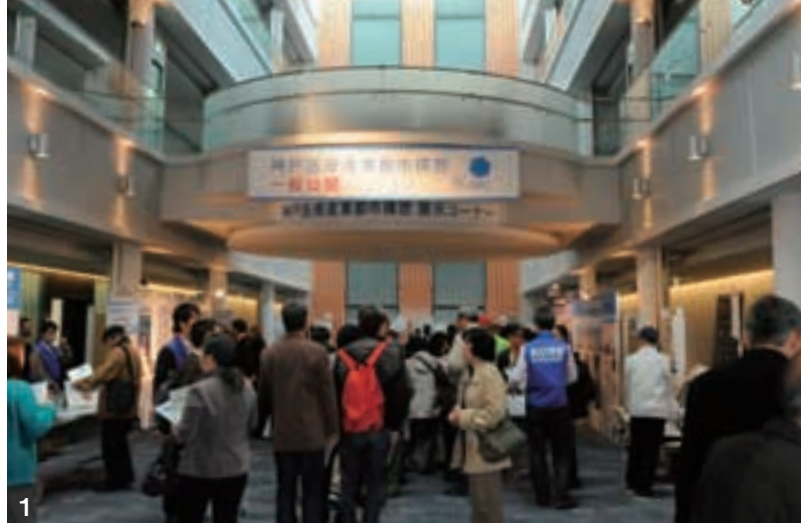
この間、日本では少子高齢化がさらに進み、高齢者が健康を維持して暮らす社会づくりが強く求められるようになってきた。また、世界的に医学関係の研究開発の進展が必ずしも新薬開発などに結びつかないという反省もあった。医療福祉分野のさまざまな問題が指摘されるなか、神戸市では〇七年、構想をさらに展開させるため、「神

戸健康科学振興ビジョン」を策定。高度専門医療機関の集積と、大学や市民の参画により市民の科学的な健康づくりを支援する「健康を楽しむまちづくり」によって、優秀な臨床医や研究者、研究機関、関連企業をさらに集め、研究成果をいち早く市民に還元できる「メディカルイノベーションシステム」構築をめざす。「神戸は京都や大阪と比べ人口当たりの医師数が少なく、高度医療機能の集積が必要です」と三木さんは話す。

今、新中央市民病院の東側では、生体肝移植や内視鏡手術により、肝疾患や消化器がんの治療を行う神戸国際フロンティアメディカルセンター病院と先端医療機器開

①神戸医療産業都市構想の一般公開につめかけた、施設見学ツアー参加希望者たち ②神戸医療産業都市にある理化学研究所 計算科学研究機構に導入中の次世代スーパーコンピュータ「京(けい)」の説明をする理研の研究者

左下：先端医療センター病院のCT室で、操作する職員



発を行う国際医療開発センターの建設計画が、北には、放射線治療と化学療法を基本とする神戸低侵襲がん医療センターの建設計画も始動。一方、市民約二千人を対象に長期間の追跡調査を行うことで生活習慣と疾病との関連を研究する都市型コホート研究など、生活習慣病予防や介護予防にも取り組み始めた。

「今、人々の一番の関心事は健康です。神戸医療産業都市構想では、今後、研究者たちがプレイヤーとなり、市民が科学的に健康になるようなしくみづくりを進めていかなければ」と三木さんは結んだ。

臨床と基礎研究の融合と医工連携、産学連携で最先端医療の道を拓いていく「北大阪バイオクラスター」、人類の発展と幸福のため、二十一世紀後半に向かって、新たな基礎研究創出の「芽」を見つけるために対話型研究を展開する「国際高等研究所」、栽培漁業という新たな水産分野に挑戦し、世界初のク

ロマグロの完全養殖を成し遂げた「近畿大学水産研究所」、震災復興のため、先端医療を核とした医療産業集積で超高齢時代のまちづくりをめ

ざす「神戸医療産業都市」

——新たな科学・技術創出に取り組む関西の明日に期待したい。 **【羅】**

