

ゲノム医療の課題とB T・I T・N Tの融合による新産業の創成

日時： 平成16年3月25日（木）18:30~21:10
講師： 新井 賢一 東京大学医科学研究所教授

講師紹介

1942年生まれ 東大医学部卒業 東大医学系大学院修了
東大医科学研究所化学研究部助手
DNAX 分子細胞生物学研究所分子生物学部長
スタンフォード大学客員教授
東大医科学研究所分子生物学研究部教授
同研究所長

3月末で東大教授を退官するので3月10日大学で最終講義を行う。同じテキストでお話を頂いた。

1. ゲノムの概要

1.1 ゲノムとは何か

人の体には60兆個以上の細胞がある。その細胞の核の中には23対の染色体があり、それは二重らせん構造のDNAからできている。このDNAの中に書き記されているすべての遺伝情報をゲノムと呼んでいる。この遺伝情報は、遺伝暗号を作る4種類の素子の組み合わせによって出来ているが、その素子の数は約30億個にもものぼっている。この膨大な素子の遺伝暗号を読み取り、人間の遺伝子に書かれている内容を総て明らかにするのがヒトゲノム解析である。

1.2 ポスト・ゲノム

人間の全ゲノム情報の解読は、1991年に日米欧の共同の16チームからなる国際ヒト・ゲノム解析計画により進められ、2000年に概ね完成した。ゲノム解読完了を受けて、米英首脳が「単なるゲノム情報だけでは特許を与えない」ことを確認した。特許が与えられるのは、応用研究の結果に対してだけになる。ゲノム解読の後には次のような方向に進むものと考えられる。

①遺伝子がかかわる病気がわかる。

アレルギー、糖尿病、高血圧病、癌等の原因の一部に遺伝子が絡んでいる。原因が解かれれば診断ができる。遺伝子を補う又は抑える薬の開発が可能になる。

②個人に合わせたオーダーメイド医療。

標準的なゲノム構造が明らかになれば、個人差も明らかになる。薬ばかりでなく、治療法も選べる。

DNAチップによる予防や早期治療のための診断が可能になる。農作物の品種改良も容易になる。

このポスト・ゲノムの応用は上記のように広範囲のため、その研究に各国は国を挙げて取り組み、一斉に研究者は走り出している。

1.3 融合科学の時代

膨大な数の遺伝子の分析とその変化の解析には、数学、物理学、化学、工学、生物学、遺伝学、情報科学が組み合わせられてはじめて可能になり、これにより

ナノ生命科学、システム生命科学が生まれた。しかし、大学の学部、官庁の縦割りの縄張りは伝統的な分野のままになっていて、この新しい産業への対応を難しくしている。

1.4 日本の特色

固定的な、大学、官庁の問題があるが、産業界には次のような優れているところもある。

①生産管理、品質管理の高レベルの管理能力を有している。

②酵素は、体内の生化学反応を司るタンパク質そのものであり、酵素の研究は、現在のゲノム創薬につながるタンパク質研究の基礎ともなっている。発酵化学は味噌、醤油、日本酒による伝統があり、国際的にも有利な産業基盤を有している。

③米は世界の40%が主食としている最大級の食物だが、米の生産を質、量ともに飛躍的に向上させるイネ・ゲノムの解析は、日本が世界レベルに達している。米はトウモロコシや小麦など他の主要穀物とゲノム構造がよく似ている。イネ・ゲノム研究は他の主要穀物のモデル食物として重要な価値があり、植物全体の生命現象を解明する基礎となる。付加価値の高い作物を作り出す事を通じて、地球規模での食料問題の解決や高機能食品の開発が期待されている。

④国内に巨大な市場を有している。また化学、薬品、醸造等ゲノム関連産業の集積度が高い。

⑤タンパク質解析には高性能コンピューターやソフトが必要となり、多額の投資が必要になる。

IT産業が発達していることも有利である。

2. シリコンバレーの教訓

講師がスタンフォード大学にいた時、シリコンバレーで多くの事を学んだ。

2.1 シリコンバレーの産業の特色

①多彩な民族の優秀な頭脳の流入

米国東海岸は政府の支援や大企業の支援により産業が成り立っている。しかし縦割りで、管理が厳しくなりがちである。西海岸のシリコンバレーはスタンフォード大学とベンチャーキャピタルの支援により産業が発達している。政府機関の拠点から離れていることもあってより自由度が高い。開放的な雰囲気が幸いして、東海岸やヨーロッパ、アジア等各地から多彩な民族の優秀な頭脳が多数流入し続けている。自由な研究が行え、差別を受けないこともない。ここにチャレンジ・スピリットが生まれ、世界の頭脳が新たな頭脳を生み出す。

②産学連携

開発コストと価値に見合った価格を開発側が設定できる仕組みが製薬企業、開発者、投資家、行政の間に出来ていて、企業の創業を容易にしている。地元スタンフォード大学には生命工学や情報工学分野でノーベル賞を得たような著名な学者が多くいて、大学・企業がオープンネットワークで連携していて製品開発を支援している。

③ 学者が学者の予算配分

生命・医科学研究の個人助成金は、独立機関であるNIH（アメリカ国立衛生研究所）によって配分されている。特色は、申請者と同じ分野を研究している別の科学者によって評価されて配分されていることである。学者が学者に予算の配分を行うことで、必要な金額が本当に優れた研究者がいる必要なところに支援されている。

④ 立地条件

Alejandro Zaffaroni 博士はベンチャー企業の発展に不可欠な次の3点が当地にはあると言う。

◎国際的頭脳を集める開かれた国際的な大学の存在

◎国際空港から30分以内での交通

◎住んで楽しい環境

2.2 産業発展に伴う変化

上記特色に恵まれて多くの企業を生み出し、発展させたが、その主力産業は次のように時代とともに急速に変化してきている。

①第一世代 機能分子探索型 個人主体型

(Genentech, Amgen, Affymax, DNAX)

②第二世代 先端技術開発型 工学型

(Affymetrix, Maxygen, Lynx, ABI)

③第三世代 情報創造集積型 システム型

(Celera, Incyte, Millennium, HGS)

近年は、エレクトロニクスだけではなく情報産業や生命科学分野の産業の発展が著しい。

3. 講師の体験

3.1 科学の樹を育てる

祖父、父も医者であった。東大医学部の初代内科教授であったエルウィン・ベルツ博士が1901年に言った言葉に次のようなものがある。「科学は社会が栄養を与えて育てる生きた樹木である。私は科学の樹を育てる為に日本に來たが、日本人は私にその成果である果物だけをもとめた。」私はこの言葉に感銘を受けて臨床医になる事はやめて、医学の基礎研究に一生を捧げることとした。大学卒業後、医科学研究所でタンパク質の生合成に関与するペプチド鎖延長因子の構造変化を研究していた。

3.2 シリコンバレー体験

その後、DNA合成でノーベル賞を受賞したスタンフォード大学のアーサー・コーンバーグ氏に学ぶことができた。1970年代は遺伝子工学の揺籃期でありその中で多くの体験をすることができた。1980年には現地の薬のデリバリーと遺伝子工学による革新的診断治療で著名な学者ザファロニ氏と組んでバイオの研究開発型ベンチャー企業DNAX研究所を創立し、研究部長としてマネジメントの責任者を務め、新たな分子免疫学の開拓とそれにもとづく事業に成功した。ベンチャー・キャピタルや大学との連携等現地の産業発展の背景を自分の体で体験することができた。

3.3 日本の未来価値を上げる

14年間のシリコンバレー体験をもって1990年に帰国、東大医科学研究所に戻った。「有限の資源から無限の価値創造により日本の未来価値を高める」ことをめざして、私は日本にシリコンバレーのような環境を整備することに注力した。東大の研究所所長として大学の改革によりゲノム医科学の推進体制を確立した。折りしも、自民党の加藤紘一氏、尾身幸次氏は1995年に科学技術創造立国を提唱し、ライフ・サイエンス推進議員連盟を設立し、その政策的な支援体制が作られた。早速、関係官庁はバイオ産業に関する基本戦略を立ち上げ、具体的な政策が以下のように次々と実施された。

3.4 ミレニアム・プロジェクト

2000年に新しいミレニアムの始まりに当たって、産官学の力を結集して、本格的な高齢化社会を考慮して2004年をめざして以下の内容の目標を掲げて活動を開始した。

①痴呆、癌など5大疾患を対象とした疾患遺伝子解明と、それに基づくオーダーメイド医療の実現。

②人の体細胞が有する自己修復能力のメカニズムを解明し、これを用いた拒絶反応や後遺症のない再生医療の実現。

③イネ・ゲノムの解析による高機能作物および低農薬作物の実現

このプロジェクトは、従来の研究開発予算の別枠として、5年間集中的、継続的に資金を投入するという特色があり、この特別枠の2500億円のうち、バイオ分野は1200億円を獲得している。

3.5 テクノロジー・プラットフォーム

ゲノム創薬は知識を活用し、先回りしながら積極的に進んでゆく能動的なプロセスであり、創造的なプロセスなのである。これを実現化させていくには、アカデミックな研究分野とベンチャー、製薬会社に代表される企業、そして行政の支援によって形成される総合的な技術体系（テクノロジー・プラットフォーム）が必要となってくる。コストのかかるプラットフォームを製薬会社個々に作る事は効率が悪く資金的な負担も大きい。オープンなプラットフォームを公的な場所に作るのが望ましい。ゲノム医科学の拠点としての医科学研究所の総合研究棟と探索型病院は、ミレニアム・プロジェクトと共に提案し、2004年3月には完成した。次の課題は、各大学、各研究機関が連携して先端医療開発のテクノロジー・プラットフォームを白金台の公衆衛生院跡地に設立することである。ソ連時代にはなかった産業だが、自由化の波に乗り、政治権力を上手く活用し、米国の投資筋や金融勢力と組んで新分野で急激に発展。産業界の序列ではエネルギー部門を超えてトップに位置する程になっている。

3.6 沖縄新大学院大学

尾身氏により、日本の伝統的な大学と発想の全く異なる、スタンフォード大学のような開放的な大学の新設が沖縄に提案され、すでに大規模に構想が展開されている。英語を共通語として、生命科学、情報科学、物理科学、化学、工学を総合したシステム科学の完成を目指す。今まで背景が何も無い所に新設されるので難しさがあるが、伝統に縛られない自由が貴重であり、無限の可能性を秘めている。既に、学長に著名な外国人が指名されている。

3.7 日本バイオバンク

SNPプロジェクトに続き、30万人のボランティアの血液を集めバイオバンクを設立し、そのDNAを解析し、臨床とのデータベースを作成するリーディングプロジェクトが文部科学省によってすすめられている。管理を適切にして、研究所、大学、企業にデータを提供する。既に5年で200億円の予算が付い

ている。

3.8 東京ゲノム・ベイ計画

東京圏に集積したゲノム科学の成果を結集し、先端医療開発システムの国内ネットワークを先ず構築し、アジア・環太平洋や欧米の拠点とネットワークを構築しようとするものである。

① 東京ベイ・エリア・ネットワーク

世界に誇るべき日本の知的、経済的ストックを人類共通財産として活用するには、文化的、制度的な障壁を取り除くが必要になる。その為には、大学を拠点として、その周辺にフリー・ゾーンを設置し従来型の教育システムから脱却して、女性、若手、外国人が力を発揮できる若手独立型のキャリア・パス（将来の研究職や管理職に通じる道）を整備する必要がある。その為に先端医療開発システムの国内のネットワークとして東京湾を囲む地域に東京ベイ・エリア・ネットワークを構築する。この地域には次の諸施設がある。又、民間研究所のバイオ技術（BT）、ナノテクノロジー（NT）、情報技術（IT）も多く存在する。ここは米国で多くのベンチャー企業・研究所を立ち上げた起業家でもあるアルフレッドロ・ザファロニ博士が挙げているベンチャーの発展に不可欠な3条件（前掲2. 2.1 ④）を備えている地域でもある。

- | | |
|---|---|
| ◎ 白金台
東京大学医科学研究所
探索型研究病院
先端治療開発機構
遺伝子多型研究センター
SNPセンタ | ◎ 横浜サイエンスフロンティア
理化学研究所
ゲノム科学総合C（センター）
植物科学研究C
遺伝子多型研究C
免疫・アレルギー科学総合研究C |
| ◎ お台場
産業技術総合研究所
生物情報科学研究センター
生物情報解析研究センター | ◎ かずさアカデミアパーク
かずさDNA研究所 |

② アジア太平洋地域の共通財産

シンガポール、オーストラリア、マレーシア、インドネシアに生命科学が発展しつつある。1997年にアジア・環太平洋地域の主要研究機関の科学者の合意により、アジア太平洋国際分子生物学ネットワークが設立された。講師はこの会の代表をしている。この会は若い科学者の教育、科学技術の交換、優れた分子生物学とバイオテクノロジーの評価、研究フォーラムの開催を活動目的としている。会の交流を通じて各国の研究拠点と互換性有る価値形成の仕組みを作り、欧米と相互乗り入れが出来ることを目指している

4. 感想

アジア諸国の発展により第一世代、第二世代の産業が各国に展開しつつある。これが我が国の空洞化をもたらしている。先行きの見えない悲しい現実であった。このような時に第三世代の産業の夢に富んだ話を聞く事が出来、日本に大きな未来が存在し、既に実現しつつあることが分かった。保守的な大学、役所、国会を動かして、着々としてその成果を実現し、新産業を広い立場から推進している。未実現は、巨大プロジェクトの東京ベイ・エリア・ネットワークのみである。その実現も遠くないであろう。偶然、退官記念講演の同じ日に講師の

一生を賭けた仕事の総括を聞いたのは幸いであった。

(文責 榎本) 以上