

L A - 3 8

駐在員事務所報告

国 際 部

米国バイエリアに見られるバイオクラスター形成のための  
新たな取り組み（ミッションベイプロジェクト）

～シリコンバレーモデルの再構築に向けて～

日 本 政 策 投 資 銀 行

ロサンゼルス事務所

2 0 0 2 年 3 月

## 要 旨

1. バイオ産業が21世紀の成長産業として注目を集めている。2000年4月に米国のベンチャー企業セレーラ社がヒトの遺伝子（ヒトゲノム）の一次解析を終了したと発表した。ベンチャー企業1社が日米の国を挙げてのプロジェクトに先駆けて遺伝子解析を成功したことは、世界中に大きな衝撃を与えた。この遺伝子情報は創薬開発に革新的な潜在力を持っている。さらにこうしたバイオテクノロジーは創薬の分野に限らず、化学、食品、農業、環境など幅広い分野への応用も期待され、日米欧の世界規模で競争が繰り広げられている。今までのところ日本はバイオ研究の面で米国に出遅れている感が強く、さらに大学等で生まれた研究成果が商業化に結びついていない問題点も指摘されている。
2. 米国におけるバイオ産業は、サンフランシスコ、シリコンバレーを含むベイエリア、マサチューセッツ工科大学などの大学・研究機関が集積しているボストン周辺、国立衛生研究所などの政府関係機関が集積するワシントンDC周辺などのバイオクラスターを中心に発展を遂げてきている。こうした地域では、大学、研究所を中心に産学連携→技術移転→ベンチャー企業の育成→企業の成長→スピノフが繰り返されクラスターの形成が進められている。共通のクラスター形成要因としては、①核となる大学や研究機関の存在、②ベンチャーキャピタルとのアクセスに成功していること、③成功企業からのスピノフによるベンチャー企業群の形成を挙げることができる。
3. ベイエリアはIT産業が有名であるが、バイオ産業の分野においても、全米約3分の1のバイオ企業が集積する全米最大のバイオクラスターである。バイオ産業の老舗であるジェネンティック社など上場企業は76社（2000年）を数え、雇用者数は2万6千人を越えている。ベイエリアにおけるバイオ産業集積の要因は、スタンフォード大学、UCSFなどの有力な大学・研究機関の存在、ベンチャーキャピタルの集積、バイオ企業をサポートする弁護士、会計士などの人材さらには有形・無形のネットワークの存在である。これらを背景にジェネンティック社からスピノアウトした多くの人材が、バイオベンチャー企業を生み出すことで、バイオクラスターが形成されていった。ベイエリアにおけるバイオベンチャー企業育成は大学、研究機関のシーズを元にマネジメントチームが形成され、ベンチャーキャピタル、コンサルタント、弁護士、会計事務所といったバイオクラスターのバックアップを受けて行われる。豊富なベンチャー資金、流動化している人材などのインフラを有効に活用し、最も効率的な方法で事業化を図るというシステムで、言わば「シリコンバレーモデル」呼べるものである。

4. 近時、バイオ産業においてコンピュータを利用して膨大な遺伝子情報の解析を行うバイオインフォマティクスなどの新たな分野が生まれ、従来の研究分野、産業分野があらゆる局面で融合する状況が出てきている。従来のシリコンバレーモデルをより発展させ、バイオ産業のこうした展開へ対応するためのプロジェクトが進められている。1つは、サンフランシスコ湾に面した地区に UCSF の新キャンパスを建設し、周辺にバイオ関連企業を集積させることで、全米最大規模のバイオリサーチパークを建設する計画である（ミッションベイプロジェクト）。中核となる UCSF の新キャンパスは、単に既存の学部が移動して行くのではなく、学部横断的に結成されたプロジェクトチームごとに研究内容が評価され、競争的に割り当てられる。そこで実施される具体的プログラムとしては、①大学とベンチャーキャピタルの資金を併せベンチャー企業設立のためのシードファンドの設定、②大学の研究成果の技術評価、マーケティングから事業化までのマネージメントサービスの提供、③設立されたベンチャー企業を軌道に載せるため、隣接する地区にインキュベータを設置する、④UCSF の教授、学生を対象とした起業家養成講座の設定、などが予定されている。このプロジェクトにおいては、融合的な分野に対応したダイナミックな研究環境の提供と UCSF 内で生み出されたシーズがインキュベータを経てバイオリサーチパークで事業化されるというプロセスを確立し、起業化までの時間を短縮することを狙いとしている。

また、スタンフォード大学で建設が進んでいるクラークセンターは、バイオ分野において、学部の専門領域を越えた研究を進めるため、多くの分野からの交流が可能なスペースの提供を目指すものである。このプロジェクトにおいては、①学際的な研究のハブを作ることで、バイオなどの融合的分野の研究効率を高める。②教授、学生が幅広く交流することで、研究リソースの共有を図り、既存の研究テーマの活性化を図る、③他校に先んじてバイオ分野における最先端の研究施設、環境を作ることで、世界的レベルの研究者を集めることを目指している。こうした動きは、ベイエリアに見られる自然発生的、市場型のバイオ企業形成モデルに対し、バイオ産業の進展のなかで、従来のモデルをより公式化し、極大化することを狙った新たなシリコンバレーモデル構築の動きである。

5. 日本では政府の都市再生本部が大阪圏を、ライフサイエンスの国際拠点と位地づけるなど、いくつかの地域でバイオの拠点作りが急速に進められている。ベイエリアにおけるバイオ産業集積の経緯及び今後の展開は、日本におけるバイオクラスター形成及びバイオベンチャー育成を行う上で、示唆に富むものと思われる。

(日本政策投資銀行 ロスアンジェルス事務所 野田健太郎)

## 目 次

I	はじめに	p 4
II	バイオ産業の概要	
1.	概要	p 5
2.	日本のバイオ産業の動向と課題	p 7
III	米国のバイオ産業の概要	
1.	概要	p 9
2.	最近の動向	p 1 2
3.	米国のバイオクラスター	p 1 4
IV	バイエリアにおけるバイオ産業	
1.	集積の概要	p 1 7
2.	集積の経緯	p 1 9
3.	集積の要因	p 2 0
4.	シリコンバレーモデル	p 2 1
V	ベイエリアにおける新たな展開	
1.	ミッション・ベイプロジェクト	p 2 4
2.	スタンフォード大学のクックセンター	p 3 0
3.	スタンフォード大学の運営するメディカル・デバイス・ネットワーク	p 3 1
4.	バイオスター・プロジェクト	p 3 2
VI	さいごに	
1.	日本におけるバイオクラスター形成にむけて	p 3 4
2.	バイオベンチャー育成に向けて	p 3 5

## I はじめに

バイオ産業が21世紀の成長産業として注目を集めている。2000年4月に米国のベンチャー企業セレーラ社がヒトの遺伝子（ヒトゲノム）の一次解析を終了したと発表した。ベンチャー企業1社が日米の国を挙げてのプロジェクトに先駆けて遺伝子解析に成功したことは、世界中に大きな衝撃を与えた。この遺伝子情報は創薬開発に革新的な潜在力を持っている。さらにこうしたバイオテクノロジーは創薬の分野に限らず、化学、食品、農業、環境など幅広い分野への応用も期待され、日米欧の世界規模で競争が繰り広げられている。

今までのところ日本はバイオ研究の面で米国に出遅れている感が強く、さらに大学等で生まれた研究成果が商業化に結びついていない問題点も指摘されている。こうした状況に対応するため、2001年3月に定められた新技術基本計画の中で、ライフサイエンスを今後の科学技術振興における主要4分野の1つと定め、重点的な予算配分を行う予定である。さらに大学の研究成果を事業化に結びつけるため、大学発ベンチャーを3年で1千社設立することを目指し、公的資金を呼び水としたファンドの活用、特許取得、会計、法律などの人材の育成、技術シーズと事業化ニーズのマッチングによる産学連携などを推し進めている。

米国におけるバイオ産業は、カリフォルニア州のベイエリア（サンフランシスコからシリコンバレーまでの地域）、マサチューセッツ州ボストン、ワシントンの国立衛生研究所周辺などのバイオクラスターを中心に発展を遂げてきている。クラスター内では、大学、研究所を中心に産学連携や技術移転が行われ、ベンチャー企業の育成、成長、スピノフが繰り返され、バイオ産業の集積が進められている。効率的なバイオ産業の育成のためには、こうしたバイオクラスターの形成が重要な鍵を握っている。

本稿においては、最初に遺伝子解析が終了しポストゲノムの段階を迎えつつある米国バイオ産業の動向を概観し、次に米国最大のバイオ産業の集積地であるベイエリアにおける集積のメカニズムを明らかにする。そして最後に、カリフォルニア大学サンフランシスコ校（UCSF）を中心に進められているバイオリサーチパーク建設のためのプロジェクト（ミッションベイプロジェクト）など、ベイエリアで進められているプロジェクトの最近の取り組みを紹介することとする。

## II バイオ産業の概要

### 1. 概要

#### (1) バイオ産業の概要

2000年6月クリントン大統領がヒトゲノムの解析が終了したと発表したことは、人々の記憶に新しいところである。ゲノムとは、生物の遺伝情報を意味し、人間の遺伝情報をヒトゲノムと呼んでいる。ヒトの細胞にある核には46本の染色体が存在し、この中にDNAが折りこまれている。DNAは二重のらせん構造からなっており、A（アデニン）、T（チミン）、C（シトニン）、G（グアニン）の4つの塩基が並んでいる。この4つからなる情報を解析し、生命活動を根本から理解することができれば、創薬開発を始め多く分野において革新的な製品を生み出す可能性を持っている。現在、この塩基配列の解析はほぼ終了し、今後は遺伝子機能の解明に研究の重点が移ってきている。

遺伝子機能を解明してその配列に重要な機能を発見できれば、特許の対象となり（単なる塩基配列の解析のみでは、特許としては認められていない）、医薬品の開発や遺伝子治療に利用されることによって、巨額の特許料収入を得ることができる。

こうした医薬品の開発方法はゲノム創薬と呼ばれ、遺伝子や蛋白質レベルで病気のメカニズムを解明できるため、従来の医薬品とは異なる根本的な治療を実施できる製品の開発が可能となる。しかしながら、バイオ創薬の開発は、候補物質の発見から新薬として市場化できるものは数%程度といわれており、しかも10年以上の歳月と巨額の研究開発費が必要となる。1社だけですべての分野をカバーすることは不可能である。そのため90年代以降、ゲノム創薬の将来性に注目した大手製薬メーカーは、大学・研究所の開発動向を注視し、そこからスピンアウトしたベンチャー企業を買収や提携の形で取りこむことでバイオ産業に参入を図っている。

#### ～バイオ産業の広がり、医療費抑制の切り札としても期待～

バイオ産業は化学、医療、農業、食品、環境など幅広い産業分野への広がりを見せており、その市場規模については、米国では2025年には現在の1.9兆円から300兆円に達するという試算もある。

	1997年	将来予測
米国	1.9兆円 (ベンチャーのみ)	300兆円(2025年)
欧州	6.5兆円	41兆円(2005年)
日本	1.1兆円	25兆円(2010年)

(経済産業省)

我々個人はDNAの僅かな相違によって、肥満になりやすいか、癌や糖尿病などの成人病にかかりやすいか、という個体差が決定される。そこでDNAのどの部分の違いが個体差や発病に繋がるかを知ることが重要となってくる。さらに高度な情報処理技術を活用することで、個人の遺伝情報の解析を進め個体差を決定すれば、個別の予防・治療方針の策定も可能となる。これによって、医療の方法を治療から予防に重点が移すことで、先進国ではGDPの10%を占め、今後高齢化の進展によって一層の増加が見込まれている医療費を抑制することができるかもしれない。医療費の上昇は先進国にとって大きな問題となっており、この面からもバイオ産業への期待は大きいのである。

## **(2) バイオ産業の特徴**

21世紀の世界経済を牽引する有望産業として期待されているバイオ産業は、一般的に以下の点が特徴的である。

### **① 産学連携の重要性**

バイオ産業は基礎研究の領域が非常に広く、医薬品開発には毒性、副作用の検証などに膨大な資金と長期の臨床テストが必要であることから、研究成果の事業化は容易ではない。こうした特徴から大学・研究所との結びつきが強く、バイオ産業振興のためには、産学連携が重要な要素を占めている。

### **② 事業の進捗が把握しやすい。**

創薬に関していえば、米国の場合は米国食品医薬品局（FDA）のプレフェイズ、フェイズ1から3までの段階を経て薬として承認されるので、ベンチャー企業における事業のマイルストーンを把握しやすい。

(注) プレフェイズ：動物実験のデータを基に臨床試験の承諾を得る段階

フェイズ1：毒性、副作用の試験を目的とする段階

フェイズ2：薬効の判断を行う段階

フェイズ3：多数の患者を対象として試験を行う段階

### **③ 会社設立から利益が出るまでに長期を要する。**

現在、米国には339社のバイオ関連の上場企業があるが、このなかで利益を出しているのは約20社である。今回のインターネットバブル崩壊時には、利益を生まない企業が大半を占めたインターネット産業と似ているため、ビジネスモデルに対する懸念の声も上がった。しかしながら、バイオ産業の場合、臨床試験から認可までのプロセスを経る必要があることから、起業から株式公開まで平均14年かかると言われている。そのためインターネット企業などのIT産業とはビジネスモデルが異なることは、ベンチャーキャピタルからも認識されている。

#### ④ 大手企業との連携

バイオ産業においては、アムジェンなど創薬まで手がける大企業は例外で、大半が中小企業である。医薬品開発には、長期の研究期間と膨大な資金が必要なため、中小企業が独自の製品を生産・販売する製薬企業までに成長するのは容易ではない。殆どの企業は自社の技術を大手製薬会社に売りこむことで資金の提供を受けている。ベンチャーキャピタルや公的資金に比べ、はるかに多額の研究開発資金を獲得でき、臨床試験、製品販売などの面で提携先企業の支援を得ることで、コア事業に集中することも可能となる。一方、製薬会社から見た場合のメリットとしては、以下の点を挙げることができる。現状、製薬には平均 13 年、300～500 億円の研究開発費が必要とされている。発見された候補物質のうち 10% の確率で新薬ができるが、90% の製品は 180 億円以下の売上高にしかならない。さらに製薬企業が今後、生き残るためには、2005 年までに研究開発の効率を 300% 以上向上させる必要がある、という報告もある (**Pharma 2005 Report PricewaterhouseCoopers**)。従来は薬の候補になる化合物を 1 種類ずつ確認するという力ずくの作業が必要であった。バイオ創薬は開発のプロセス、スピードを飛躍的に高める可能性を秘めていることから、バイオ関連企業との連携が不可欠となってきた。また、製薬メーカーとバイオベンチャー企業との契約においては、製薬メーカーが研究開発費の提供等初期投資を行い、一定のマイルストーンが達成される段階で成功報酬を払い、製品の市場化後にロイヤリティーを払うケースが多い。そのため、自社で製品の開発を行う場合に比べリスクを軽減でき、トータルで見れば投資額が少なくできるメリットもある。

#### ⑤ 特許戦略の重要性

IT 産業の場合、プログラムや製造に関してプラットフォームを共有し、特許の広範なライセンスによって産業全体規模の拡大が図られるとともに、ニッチマーケットの機会も多く提供されている。これに対しバイオ産業においては、特許を独占的に所有し保護することによって、その会社の価値を高める戦略がとられる。

## 2. 日本のバイオ産業の動向と課題

日米のバイオ産業を比較してみると、DNA 解析のデータ量では米国が世界の 6 割に対し、日本は世界の約 1 割に過ぎない。また政府のバイオ関連予算に関しても米国の約 4 分の 1 にとどまるなど、研究開発の分野で大きく水をあけられている状況にある。また研究成果の事業化と言う観点からも、日本のバイオベンチャー企業数は米国に比べ圧倒的に少ない状況となっている。



日米バイオ産業の比較（1998年）

	日 本	米 国
バイオベンチャー企業数	約 250 社(2001年)	約 1,300 社
バイオ関連予算額	5,600 億円	20,800 億円
DNA 解析データ量	世界の約 1 割	世界の約 6 割

(経済産業省)

このような現状を踏まえ、バイオ産業の振興にむけた日本の主要な課題を整理すると以下の通りとなる。

- (1) 大学や研究所は既存の学部や身内からの人材登用に縛られており、高いレベルで競争的な環境をもつ基礎研究機関が少ない。
- (2) バイオベンチャーに対する大きな資金提供元である製薬メーカーは、米国のバイオベンチャーには投資するものの、日本のバイオベンチャーには目を向けていない。これは日本のバイオベンチャーに有望な企業が現状では少ないことや、日本の製薬メーカーは自前で研究開発から製品化まで扱う傾向が依然として強いためである。
- (3) バイオベンチャー設立に関して、
  - ① 大学の研究成果を実用化するための T L O、インキュベータ、臨床請負機関などのインフラが不十分。
  - ② 大学関係者にとって産学連携へのインセンティブが少ない。
  - ③ 事業化にあたって必要な弁護士、会計士、コンサルタントなどの人材が不足。
  - ④ 過去にバイオ関連の成功企業がほとんど出ていないため、過去の経験に基づいてマネージメントを実施したり、ビジネスプランを作成できる人材が少ない。
  - ⑤ 事業目利きができる人材、バイオ専門のベンチャーキャピタルが不足。米国の例で見ると、ナスダック上場のバイオベンチャー **Human Genome Sciences** 社は、製品売上もなく、累損も 4 億ドルに達しているが、市場では約 3 0 億ドルの時価総額を持っている。赤字であっても企業価値を判断する尺度がしっかりしており、バイオ専門のアナリストを通じて情報が的確に開示されている。日本ではバイオ企業の内容を根本的に投資家に説明できる人間も少ないため、ベンチャー企業に資金が循環しにくい。
- (4) 関西や首都圏などいくつかの地域でバイオクラスターの形成が進められているが、研究者、事業家、ベンチャーキャピタルなどを結ぶネットワークなどソフト面でのインフラの充実が必要。

### Ⅲ 米国のバイオ産業の概要

#### 1. 概要

##### (1) 米国のバイオ産業の歴史

ここでは米国バイオ産業の歴史を技術的な流れと会社設立の点から見ることにする。

##### (1980年前後)

米国のバイオ産業は、カリフォルニア大学サンフランシスコ校のハーバート・ボイヤーの発明したDNA技術を、ベンチャー・キャピタリストであったロバート・スワンソンが企業化したことに始まると言われている。こうして1976年にサンフランシスコにジェネンティック社（Genentech）が設立された。現在あるバイオ企業のほとんどがジェネンティック社の技術の流れを汲んでおり、バイオ産業の草分け的存在である。80年代の初めには、

**Amgen**、**Immunex**、**Genzyme** など現在あるバイオの主要企業が登場した。

##### (1990年頃)

コンピュータのハード、ソフトの進歩によってゲノムの解析技術など周辺技術が発展し、インサイト、アフィメトリックス、ミレニアムなどゲノム解析に関係する初期の会社生まれた。

##### (1993年頃)

次に誕生したのが、こうした解析技術を駆使して創薬を行う **IDEC** や **Tularik** などの企業である。従来の蛋白質の創薬以外にも現在のところ研究段階ではあるが、遺伝子治療などを目指す企業が誕生してきた。

##### (1995年頃)

遺伝子解析に関して、以前は個別の病気に焦点をあてて解析を進めていたが、広範かつ網羅的な遺伝子解析を行うことが可能になり、セレーラなどの企業が誕生した。

##### (1997年以降)

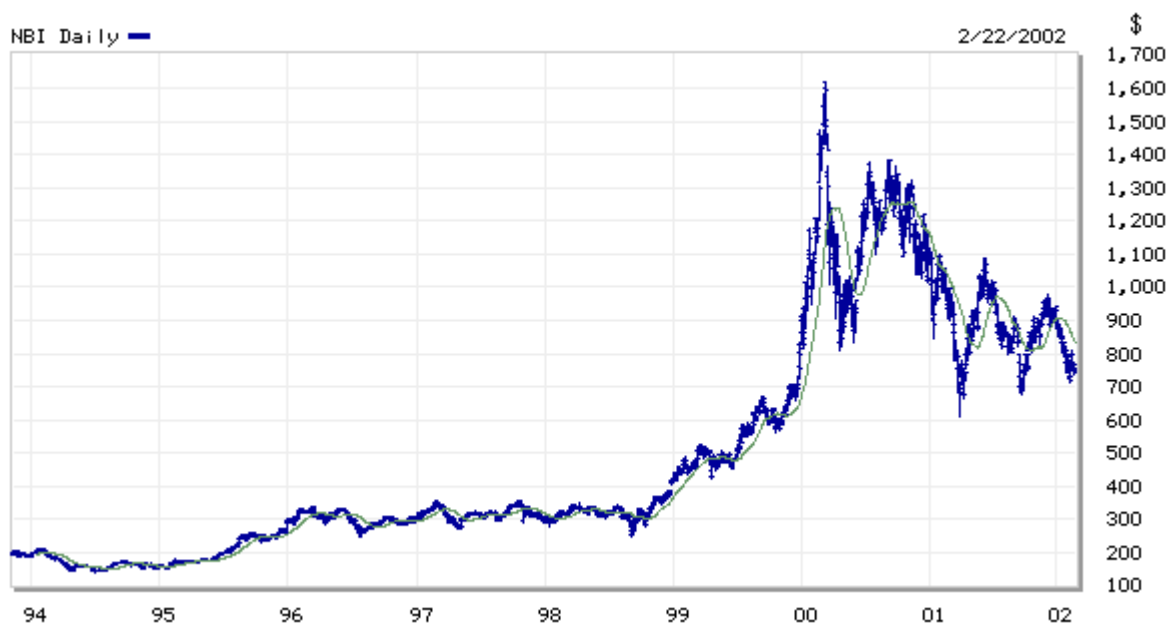
解析関連ビジネスがゲノムだけでなく、遺伝子機能の解明や診断などの分野にも拡大し、創薬開発のスピードを高める創薬支援ビジネスを行う企業群が形成されてきている。

#### ～株価の推移から見たバイオ産業：90年代で3回のブーム～

バイオ産業へ大きな関心が寄せられたのは、今回が初めてではない。最初は1991年に **Amgen** が、バイオベンチャーとして始めて大型の医薬品である **Epogen**（腎透析患者の貧血治療薬）、**Neupogen**（化学療法患者用の血液疾患治療薬）の認可を **FDA** から取得した時期である。これをきっかけにバイオベンチャー企業への投資が進んだ。しかしながら **Amgen** に続く大ヒットは現われず、1992年から1994年までにバイオ関連の株価は大きく下落した。95年半ばに、製薬大手のチバガイギー社によるバイオ企業大手のチロン（**Chiron**）社買収の話を契機として、バイオ産業が再び注目を集めることとなる。しかしその後は、保険制度のおけ

る薬価基準の引き下げにより各社の業績が悪化したため、株価自体も1998年まで低迷を続けることになる。三度目は1999年からインターネットブームに乗ってバイオ関連株も急上昇した時である。2000年の春からバブル崩壊の影響を受け、バイオ関連株式も大幅に落ちこんだ。その後は、収益性の高い製品が2002年以降、市場に投入される見通しであることに加え、インターネットバブル崩壊による同分野からの資金流入が下支えになって、株価は比較的堅調に推移している。

株価推移(ナスダックバイオテクノロジーインデックス)



## (2) 市場規模 ～90年代、急成長を遂げたバイオ産業～

1990年代に入るとバイオ産業は急成長をどけた。バイオ産業の市場規模は93年の81億ドルから2001年には250億ドルと3倍以上に拡大した。2001年時点で約1379社のバイオ企業が存在し、うち339社が上場企業となっている(時価総額3308億ドル)。バイオ企業直接の雇用数は17万4千人、関連のサービス産業を含めると40万人に達している。バイオ産業全体での納税額は10億ドルとなっている。

バイオ産業統計

(単位：10億ドル)

年 度	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
売 上	5.9	7.0	7.7	9.3	10.8	13.0	14.5	16.1	18.1
収 入	8.1	10	11.2	12.7	14.6	17.4	20.2	22.3	25.0
研究開 発費	4.9	5.7	7.0	7.7	7.9	9.0	10.6	10.7	13.8
純損失	3.4	3.6	4.1	4.6	4.5	4.1	4.4	5.6	5.8
時 価 総 額	n/a	45	41	52	83	93	138	354	331
上 場 企 業 数(社)	225	235	265	260	294	317	316	300	339
総 企 業 数(社)	1,231	1,272	1,311	1,308	1,287	1,274	1,311	1,273	1,379
従 業 員 数(人)	79,000	97,000	103,000	108,000	118,000	141,000 0	155,000	162,000	174,000

(Ernst&Young LLP Annual Biotechnology Industry Report)

### (3) バイオ産業育成を強力に進める連邦政府

バイオ産業においては、基礎研究への比重が大きいため、大学や研究機関の役割が重要となる。米国の2000年度におけるバイオサイエンス分野への研究費助成は**186.6**億ドルに達している。この金額はバイオ企業の研究開発費総額**99**億ドル(99年)の約2倍に相当する金額である。また、連邦政府の研究費助成のうち、バイオサイエンスへの割合は1970年の**29.4%**から97年には**43.1%**に拡大している。大学への研究費助成のうち、約6割は国立衛生研究所(NIH)が占めているが、この**9**割がバイオサイエンス向けに充てられており、大学におけるバイオ関連の技術開発につながっている。90年代を通じて連邦政府の研究開発費が伸び悩む中、バイオ関連分野への研究費助成の大幅な増加は、米国政府のバイオ産業育成への並々ならぬスタンスを示している。

なかでもバイオベンチャー企業の育成に対しては、1982年にNIHによって**SBIR(Small Business Innovation Research)**と呼ばれる制度が創設された。これは従業員500人以下の中小企業に対し、スタート段階であるフェイズ1では6ヶ月間で10万ドルまでが、それぞれの研究開発プロジェクトに対して支給される。さらに商業化の段階にあたるフェイズ2では、2年間にわたって最高75万ドルが交付されることになる。2000年度におけるこのプログラムによる支援は4億106万ドル、1188件となっており、その数は米国のバイオ企業の総数に近い件数である。こうした公的支援のメリットとしては以下の点を挙げる事ができる。①優れた技術を持っている企業であっても、初期の段階ではベンチャーキャピ

タルの資金を受けることは難しいケースが多い。②ベンチャーキャピタルに比べ、金額的には小額ではあるものの、投資に対するリターンの要求が強いベンチャーキャピタルからの資金に比べ、安定的に研究活動を行うことができる。③公的資金が入ることで信頼感が増し、将来ベンチャーキャピタルなどの資金の導入が容易となる。ベンチャーキャピタルの資金や大企業からの研究開発資金の提供は、ある程度の規模や技術的レベルが必要であることから、公的資金はそれまでの橋渡しとしての役割を担っている。

## 2. 最近の動向

### (1) ポストゲノムを見据えて新たな段階へ ～第2のインターネットへの期待～

I Tバブル崩壊後、バイオベンチャーへの投資が注目されている。ベンチャーキャピタル投資額全体に占めるバイオ関連分野への割合は、**2000**年第4四半期の8%から**2001**年第4四半期は**19%**へ上昇している。この要因はバブルの崩壊で、これまでI T分野に向かっていた資金が回ってきていることもあるが、大きいのはバイオ産業が遺伝子の解析を終了し、ポストゲノムの段階に入ったことに対する期待である。I Tの場合で言えば、コアの技術であるインターネットの技術が確立されて、その後にルーターを扱うシスコ、インターネット検索のヤフーなどの新しい産業分野が急速に広がっていった。バイオもコアの技術（遺伝子解析）が確立し、関連の産業が見えてくる時期にさしかかっている。言わばバイオは「第2のインターネット」になるという期待が膨らんでいる結果である。

### (2) バイオインフォマティックスの動向

#### ～解析から創薬支援までバイオインフォマティックスの用途が拡大～

バイオ・インフォマティックスは、コンピュータを利用して膨大な遺伝子情報を処理することによって、創薬開発や診断に利用する技術である。この分野は99年4月にセレーラ(Celera)がヒトのゲノム（遺伝子情報）の解析に成功して急速に注目を集めることとなった。他にも遺伝子解析を行うインサイト (Incyte)、遺伝子解析用のチップを手がけるアフィメトリックス(Affymetrix)、解析用テスト装置のナノジェン(Nanogen)などの新興企業が誕生している。ゲノム解析の成功が発表された時期には、インサイトやアフィメトリックスは共通のプラットフォームを押さえることで、バイオ分野の「マイクロソフト」「インテル」になるという大きな期待がよせられた。しかしながら近時は、遺伝子情報の解析だけでは特許として認められないことや、解析したデータを製薬メーカーに販売するだけのビジネスモデルでは、将来的に大幅な収益増加のモデルが描けないことが明らかになった。そのためこうしたプラットフォーム提供型企業の株価は低迷しており、データの販売を手がけるビジネスモデルからデータを利用して創薬、または創薬に近い段階の製品開発に重点を移すような戦略の転換を迫られている。

確かに一部にこうした状況はあるものの、バイオ・インフォマティックスの分野は、データの解析から創薬まであらゆる段階で創薬支援のために必要であり、その分野・用途が拡大していることから、バイオ産業においてバイオ・インフォマティックスが重要な鍵を握っていることに変わりはない。

### ～バイオ・インフォマティックスにとってシステムオープン化も追い風～

バイオ・インフォマティックスの分野においては、高度な情報処理能力を有するハード、ソフトが必要となることから、サンマイクロシステムズ、ヒューレット・パッカードなど大手IT企業も成長性の高いこの分野へ積極的な進出を図っている。米国の調査会社IDC (**International Data Corporation**)によれば、この分野の市場規模は2001年の40億ドルから2004年には110億ドルにまで拡大すると予想されている。従来、IT企業は遺伝子関連の情報を持っていないため、製品の供給元にとどまっていたが、最近ではオラクルがバイオ創薬のミリヤード・ジェネンティック (**Myriad Genentics**) と、ヒューレット・パッカードはアフィメトリックスとそれぞれ共同研究をスタートさせており、今後、バイオ産業への影響力を強めていくものと予想されている。昨年、サンマイクロシステムズの提案で生命工学の分野におけるシステム共有化のための団体 **I3C(Interoperable Informatics Infrastructure Consortium)** が発足した。加盟企業はサンマイクロシステムズ、オラクルなどの大手IT企業やバイオ関連企業など78社に達している。これにより今後、システムの互換性が高まり、データの共有化が進むことによって、大手IT企業だけではなく、ベンチャー企業や大学などにも参入の機会が増えることになるであろう。

### (3) 子会社化によって失われたイノベーション

バイオ産業における創薬開発では、独立的運営方針に基づく研究体制がイノベーションを生む大きな要素となっている。例えばスイスの製薬大手ロッシュは、1998年にジェネンティックを買収して100%子会社化した。その結果多くの人材が流失し、製品開発は必ずしも以前ほど革新的ではなくなった。これに危機感を覚えたロッシュは、すぐさま一部株式を手放すことで、再度上場を図ったのである。製薬大手のアメリカン・ホームプロダクツ社もシアトルに本社のあるバイオ大手企業イミュネックス社の完全子会社化を同様の理由であきらめざるをえなかった。バイオ企業の場合、キーマンがもっている技術が非常に重要な要素を占めている。買収により思い通りの研究ができないことで、その人が組織を去れば、そのプロジェクトの価値は急速に失われることになる。このように新しい創薬を生み出すようなイノベーションに溢れた研究環境を維持することは容易ではない。

#### **(4) アムジェンによるイミュネックス買収の意義**

バイオ企業最大手のアムジェンが2001年12月、同3位のイミュネックス買収を発表した。大手製薬メーカーによるバイオ企業買収は、近年急増しているが（99年は138億ドル60件）、バイオ企業同士の大型買収では最初のケースである。アムジェンは今から3～5年後を睨んだとき、自社開発だけでは新しいパイプライン（有望な製品）が不足すると判断したため、潤沢な手元資金を活用し、豊富なパイプラインを有するイミュネックスを買収することにしたのである。近時、いくつかのバイオベンチャー企業は、中堅製薬メーカーへと成長してきている。これらの企業は一層技術力を高め、製品のラインナップを整えるために、同業のバイオ企業を買収する段階に入ってきている。

90年代を通じてバイオ企業と大手製薬メーカーとの提携は既に飽和状態に達しており、今後はバイオベンチャー同士の提携も活発化していくものと思われる。従って、バイオベンチャーが単独で事業を行うのではなく、自社のコアビジネスを中心に相互に連携を図るネットワーク型のビジネスモデルの比重が高まることになる。

### **3. 米国のバイオクラスター**

バイオ産業は広範で長期の基礎研究が不可欠な要素であることから、大学や研究所の近くに多くの企業が集積する傾向がある。米国におけるバイオ産業は、サンフランシスコ、シリコンバレーを含むベイエリア、マサチューセッツ工科大学、ハーバート大などの大学・研究機関が集積しているボストン周辺、国立衛生研究所などの政府関係機関が集積するワシントンDC周辺などのバイオクラスターを中心に発展を遂げてきている。こうした地域では、大学・研究所を中心に産学連携→技術移転→ベンチャー企業の育成→企業の成長→スピノフが繰り返され、クラスターの形成が進められている。こうしたクラスターの形成を通じて、バイオ産業における多くの技術的ブレークスルーも成し遂げられている。これらのクラスターにおける共通の形成要因としては、①大学や研究機関の存在、②ベンチャーキャピタルへのアクセスに成功していること、③最低1社成功した企業があり、その企業からスピノフによるベンチャー企業群が形成されていること、を挙げることができる。

米国各地のバイオクラスター



米国バイオクラスターランキング (2000年)

(百万ドル)

地 域	公開企業数 (社)	時価総額	従業員数 (人)	収入	研究開発費	純利益
ベイエリア	76	92,168	26,464	5,851	2,956	▲1,228
ボストン周辺	48	53,575	20,641	3,609	2,105	▲ 980
サンディエゴ 周辺	31	23,272	7,976	874	555	▲ 573
ワシントンD C周辺	21	10,592	3,556	550	272	▲ 176
ノースカロラ イナ州	19	22,240	3,871	769	591	▲ 510
シアトル周辺	19	17,910	3,258	1,097	1,122	▲ 827

(Ernst & Young)



米国バイオクラスター概要

地 域	集 積 の 要 因
ベ イ エ リ ア	UCSF、スタンフォード大学 ジェネンテック社からのスピノフ 豊富なベンチャー資金 主要企業：ジェネンテック、チロン
ボ ス ト ン 周 辺	マサチューセッツ工科大学 ハーバート大学 主要企業：バイオジェン、ミレニアム
サンディエゴ周辺	スクリプス研究所 ソーク研究所 UCSD 主要企業：IDEC
ワシントンDC周辺	NIH ジョンズ・ホプキンス大学 主要企業：MedImmune <b>Human Genome Sciences</b>
ノースカロライナ州	デューク大学 ノースカロライナ大学
シ ア ト ル 周 辺	イミュネックス社からのスピノフ マイクロソフトによるベンチャー投資

#### IV ベイエリアにおけるバイオ産業

##### 1. 集積の概要

サンフランシスコ、シリコンバレーを含むベイエリアは、IT産業が有名であるがバイオ産業の分野においても、米国バイオ企業約3分の1が集積する全米最大のバイオクラスターである。バイオ企業の老舗であるジェネンティック社（1976年設立、本社南サンフランシスコ、詳細は後述）やチロン社（1981年設立、本社エマービル）など上場企業は76社（2000年）を数え、雇用者数は2万6千人を越えている。

バイエリアの主要バイオ企業

	会社名	所在地	事業内容	時価総額(億ドル)
1	Genentech	South San Francisco	創薬	296
2	Chiron Corp	Emeryville	創薬	100
3	Applied Biosystems	Foster City	ツール	64
4	Gilead Sciences	Foster City	感染症創薬	64
5	Protein Design Labs	Fremont	臨床関連	32
6	Abgenix	Fremont	抗体治療製品	27
7	Affymetrix	Santa Clara	DNA チップ	18
8	Cor Therapeutics	South San Francisco	心臓血管関連	14
9	Scios	Sunnyvale	心臓血管関連	11
10	Incyte Genomics	Palo Alto	遺伝子情報	11

時価総額は2001年10月26日

(San Francisco Chronicle)



## 2. 集積の経緯

### (1) ジェネンティック社の設立：バイオ産業の幕開け

1976年にUCSF医学部のハーバート・ボイヤー教授(Herbert W. Boyer)とKPCB(クライナ・パーキンズ・コフィールド&バイヤーズ：シリコンバレーの著名なベンチャーキャピタル)のパートナーであったボブ・スワンソン(Bob Swanson)によって、南サンフランシスコにジェネンティック社が設立されたのがバイオ産業の始まりであると言われている。同社の成功は、研究室段階の発見が産業レベルとしても十分通用することを証明し、その後生まれた多くのバイオ企業にとってビジネスモデルの先例となった。

### (2) スタンフォード大学による技術移転機関の整備

バイオ産業においては、大学の研究成果を実用化に結びつける技術移転機関の存在が重要である。米国における技術移転は、1925年にウィスコンシン大学がTLOを設立するなどその歴史は非常に古く、現在では、約120のTLOが活動を行っている。この中にあって、スタンフォード大学が最初に本格的な技術移転機関を整備した(1970年)。同大学の技術移転の中で最も大きな成功は、コーヘン・ボイヤーの遺伝子組替え技術の特許である(コーヘンはスタンフォード大学の教授、ボイヤーは前述のUCSF教授でジェネンティック社の創業者)。1974年にこの技術が新聞に発表されたとき、スタンフォード大学の技術移転機関の中心にいたレイマン氏は、2人に特許を出願することを説得した。1981年に非排他的ライセンス契約を73社と締結してから特許が切れた1997年までに、累計で2億3100万ドルのライセンス収入を同大学にもたらしたのである。この成功は多くの技術移転機関にとって大きな目標となった。また、この技術に関しては400件以上のライセンスが実施されたが、もし1社と排他的な契約を結んでいたら、その後のバイオ産業の発展を阻害することになったかもしれない。従って、非排他的なライセンス契約を結んだ技術移転機関の判断は、適切なものであった。

もう一つの大きなできごとは、1980年にバイドール法(連邦政府の研究費で賄われた研究について、研究を行った大学等に特許取得とライセンスによる特許料収入の取得を認める法律)が制定されたことである。これによりスタンフォード大学やUCSFなどの大学からの技術移転、企業のスピノフに拍車がかかった。特に特許によって自社の価値が大きく左右されるバイオ関連の分野には、非常に大きな恩恵をもたらすこととなった。

### (3) ジェネンティック社からのスピノフ

ジェネンティック社から独立した技術者などによって、Tularik(1991年設立、遺伝子が

蛋白質を作る際に作用する物質(転写調節因子)をターゲットとした炎症、免疫性疾患等の研究開発)、ミレニウム(1993年設立、創薬)、Rigel Pharmaceutical(1996年設立、アミノ酸配列を細胞内で発現させ、性質変化が出た細胞を拡大培養し解析する技術開発)、レイベン・バイオテクノロジーズ社(1999年設立、細胞表面の抗体を短期間で発見する技術開発)など、数多くの企業が設立されている。ジェネンティック OB の研究者、マネージャーは GenenExers と呼ばれ全世界で活躍しており、関係する会社をすべて合計すると1千社を超えられている。

GenenExers によって事業コンセプト、マネジメントスタイルが多くのベンチャー企業に伝えられた。GenenExers はベンチャーキャピタルからもマークされており、ベンチャー企業の役員に GenenExers がいるだけで、その会社に対する評価があがると言われている。こうしてジェネンティック及びそのスピンオフ企業は、バイエリアにおけるバイオクラスターの形成に大きく貢献してきたのである。

### 3. 集積の要因

#### (1) 有力な研究開発型大学の存在

バイエリア周辺には、UCSF、UC バークレー、UCデービス、UC サンタクルーズ、スタンフォード大学などの研究開発型の大学が多数存在している。こうした大学に併設されている大学病院は、スポンサー企業と極めて密接な連携を行い、新薬や新しい医療器具などに対する臨床試験の場を提供している。バイオ産業の場合、大学からのシーズが技術移転機関などを通じて提供されることで、大学発のバイオベンチャー企業が多数生み出されるが、これらの大学においては技術移転機関の整備が進んでいる。さらにバイオベンチャー企業が成長するためには、10年を超える年月と膨大な研究開発費が必要となるが、これを側面から支えるのが臨床請負機関や評価センターなどである(トランスレーショナルリサーチセンター)。バイエリアにおいては、こうしたインフラが切れ目なく整備されている。

バイエリア周辺の大学からのスピンオフ企業数

大学名	企業数(社)
スタンフォード	64
UC サンフランシスコ	56
UC バークレー	32
UC デービス	11
Lawrence Livermore 国立研究所	5

(San Francisco Chronicle)



バイオ分野で米国トップクラスにある UCSF

## (2) ベンチャーキャピタルの集積

バイエリアへのベンチャー投資額は米国全体の約3分の1を占め、バイオ関連への投資を幅広く手掛けているベンチャーキャピタルも多い。バイオベンチャー企業の典型的な成長パターンは、シードマネー⇒投資額2～4百万ドル⇒投資額5～10百万ドル⇒投資額20～40百万ドルが平均的な姿であるが、こうした成長段階に応じた資金提供が可能である。

## (3) バイオベンチャー企業育成のためのサポート体制が充実

会計士、弁護士、コンサルタントなどバイオベンチャー企業育成のためのサポート体制が充実している。こうしたメンバーを中心としたネットワークやバイオ産業発展のためのNPO組織 **Bay Area Bioscience Center** など公式、非公式のネットワーク組織が存在し、密度の高いバイオクラスターが形成されている。クラスター全体で見れば、バイオベンチャー企業設立のための基本的モデルが既に存在するため、ベンチャー企業の設立が増えれば、その分設立コストの低減が可能となる。

## 4. シリコンバレーモデル

次にバイエリアでのバイオ企業の成功例をいくつか取り上げることとする。大学、研究機関のシーズを元にベンチャーキャピタル、コンサルタント、弁護士、会計事務所などのクラスターのバックアップを受け、企業を成長させるモデルである。このモデルは豊富なベンチャー資

金、流動化している人材などのインフラを有効に活用し、最も効率的な方法で企業価値の拡大を図るシステムで、言わば「シリコンバレーモデル」呼べるものである。

### (1) ジェネンテック (Genentech)

設立に関しては既述の通りである。K P C Bのボブ・スワンソン(**Bob Swanson**)が、1973年に雑誌に掲載されたコーヘンとボイヤーによる遺伝子組替え技術に関する記事に注目し、UCSF医学部のハーバート・ボイヤー教授(**Herbert W. Boyer**)に連絡をとったのが同社の始まりであった。1976年にスワンソンは自らビジネスプランを書き上げ、クライナ・パーキンズ等から1.9百万ドルの投資を受けジェネンティックを設立した。

スワンソンのビジネスプランの作成には、パロアルトのベンチャーキャピタリストであるブルック・バイヤー(**Brook Byers**)も協力を行っている。バイヤーはジェネンティックの設立を通じてクライナ・パーキンズに認められ、1977年には同社のパートナーに加わっている。その後、彼はベイエリアやサンディエゴにある数多くのバイオベンチャー企業の育成に貢献している。中でもサンディエゴのバイオ企業の草分けであるハイブリテック(**Hybritech**)の設立が有名である。

ジェネンティックはベンチャーキャピタルから受けた資金を使って、ボイヤーの研究室やシティーオブホープ国立医学センターの板倉啓一のもとで研究を進め、ヒトホルモンの遺伝子を合成し大腸菌に組み込むことに成功した。この成功によって世界的に有名になると、スワンソンは当時、企業で働くことに抵抗が強かった基礎研究に携わる若手研究者を数多くリクルートすることで、各部門に強力なスタッフを集めた。例えば、最初の従業員の1人ゲデルは、1991年に別のバイオベンチャー企業 **Tulalik** を立ち上げるまで当社の中核として活躍した。ドイツ人の二人は母国のバイオ関連の研究所で要職を務めている。もう1人のレビンソンは1995年から現在まで当社のCEOについている。研究者に対し、研究の自由を最大限保障するというマネジメントスタイルが着実に成果を上げ、ヒトのインシュリン、ヒトの成長ホルモンのクローニングに成功し、1980年に株式公開を行っている。当時としては、何も製品を作っていない企業に対し(当社にとっては1984年のインシュリンが最初の製品)、株式公開時に\$35の値段がつくことは驚くべきことであった。最終的には初のバイオ企業上場としての期待は高く、20分間でそれまでのIPO最高となる\$89の値段をつけた。このIPOの成功は、その後のバイオベンチャー企業育成にとって大きなインセンティブとなった。

ジェネンティックは設立から20年あまりを経て、中堅の製薬メーカーへ成長した。後発の多くのバイオ企業は、研究所内の技術開発からスタートして、薬品の製造・販売を行うところまで成長したジェネンティックのモデルを辿ってきている。

## (2) Rigel Pharmaceutical, Inc.

当社は1996年にスタンフォード大学の **Garry Nolan** 准教授とバイオベンチャー**AxyS Pharmaceutical** の元副社長であった **Donald Payan** の2人によって設立されたバイオベンチャー企業である（本社：南サンフランシスコ市）。**Nolan** 准教授によって開発された技術を元に強力なマネージメントチームが集められ、バイオ分野で実績のあるベンチャーキャピタルの支援を受けて運営されているシリコンバレーモデルの典型的な企業である。当社の技術は不規則なアミノ酸配列を細胞内で発現させ、性質変化が出た細胞を拡大培養し解析するものである。スタンフォード大学の技術移転機関（**TLO**）を通じて、当社に排他的なライセンスが実施されている。

同社の主要な経営陣は以下の3名であり、**CEO**、**COO** ともにバイオベンチャーの草分けであるジェネンティックの元役員である。さらに彼らは技術とビジネスの両バックグラウンドを持っており、極めて経験豊富な陣容であるといえる。

<b>CEO : James Gower</b>	学歴： バイオサイエンス、 <b>MBA</b> 職歴： <b>Tularik</b> の元 <b>CEO</b> 、ジェネンティックの元 <b>VP</b>
<b>CSO : Donald Payan</b>	学歴： 医学 職歴： <b>AxyS Pharmaceutical</b> の元 <b>VP</b>
<b>COO&amp;CFO : Brian Cunningham</b>	学歴： バイオサイエンス、法律 職歴： ジェネンティックの元 <b>VP</b>

設立者の **Garry Nolan** 准教授は、スタンフォード大学の医学部に現在も在籍しており、同社に対しては週1回、技術顧問として参画している。また同教授の研究室の卒業生が **Rigel** 社に就職することもあり、大学と同社は極めて密接な関係が保たれている。

同社の戦略はコア技術を元に創薬を目指すものであるが、一方で一部の研究プロジェクトを大手製薬メーカーに売りこむことで収入を確保しており、ファイザー製薬と200万ドル、ノバルティスと100万ドルの契約をそれぞれ成立させている。同社の製品は研究・開発段階でフェイズ1にも達していないが、将来性は高く評価されており、2000年12月に **IPO** を実施している。

**Rigel** 社の例からは、①大学の研究成果を製品に結びつけるための **TLO** の存在、②事業化へ向けて大学と企業が密接な関係を保つこと、③技術とビジネス経験の両方の資質を持つバイリンガルなマネージャーの存在が、バイオ企業創出のためには重要であることがわかる。そしてこのモデルが可能になるのは、極めて活発な活動をしているスタンフォード大学 **TLO** の存在、教授のビジネス活動を最大限容認しているスタンフォード大学のスタンス、そして地域に強力なマネージメントチームを構成できる人材が豊富であることが背景にはある。



## V ベイエリアにおける新たな展開

ベイエリアは、バイオ関連分野で蓄積のある **UCSF** やスタンフォード大学など多くの大学をかかえ、さらにバイオベンチャーの草分けであるジェネンティックが創業した場所でもある。そして現在では全米最大のバイオクラスターを形成している。こうした中、バイオ産業にはコンピュータを利用して、膨大な量の遺伝子情報の解析を行うバイオインフォーマティクスなどの新たな分野が生まれ、従来の研究・産業分野があらゆる局面で融合する状況が出てきている。また、個々の企業においても解析、ツール、創薬など個々のコア分野に資源を集中し、他社との提携などネットワークを通じて行うビジネスモデルが増加している。これまでベイエリアにおいては、大学からのシーズを引き出し、ベンチャーキャピタル、コンサルタントなどネットワークを活用することで迅速、効率的に多くのバイオ企業を育成する、所謂「シリコンバレーモデル」が起業の中心であった。近時のこうしたバイオ産業の新たな展開へ対応するために、シリコンバレーモデルを発展させることで、さらに大きなイノベーションを起こすためのプロジェクトが進められている。以下では、こうしたプロジェクトの概要と狙いを紹介することとする。

### 1. ミッションベイプロジェクト (Mission Bay Project)

#### (1) 沿革

サンフランシスコ市はバイオテクノロジーをはじめとするライフサイエンスの分野で、全米トップレベルの評価を得ている **UCSF** が立地するなど、バイオ産業のポテンシャルを有していた。しかしながら、バイオ企業の多くは南サンフランシスコからシリコンバレーにかけて立地し、必ずしも市内にはバイオ産業の集積は進んでいなかった。そこでバイオ企業をサンフランシスコ市内に誘致しその集積を図るとともに、**UCSF** などの大学、研究機関との一層の連携を促進するため、サンフランシスコ湾に面した303エーカー（約123万㎡）の地区にバイオ産業を中心とするリサーチパーク建設しようという計画がミッションベイプロジェクト (Mission Bay Project) である。

この地区はサザン・パシフィック鉄道 (Southern Pacific Railroad) の操車場跡地であり、同社の子会社であるカテラス社 (Catellus Development Corporation) が大半を保有している。1980年代からこの地区を開発し第二の金融街とする計画があったが、厳しい開発抑制政策などにより、長い間計画は中断したままとなっていた。1996年に就任したブラウン市長により、計画は実現に向けて動きだした。当時 **UCSF** は市内にあった従来のキャンパスが手狭になり、新たなキャンパスを郊外に探しているところであった。市長の働きかけにより、**UCSF** 医学部のバイオ・メディカルがミッションベイに進出することが決まり、従来のオフィスビルを中心とする構想から **UCSF** のキャンパスを中核として、周辺にバイオ産業を集積させるバイオ

リサーチパークの建設に変更された。この構想は1998年に承認され、サンフランシスコ再開発庁のプロジェクトとしてスタートした。位置的には、現在のUCSFのキャンパスから自動車で20分、湾の対岸にあるUCバークレーからも20分、南部のスタンフォード大学にも35分さらに西海岸の金融の中心であるサンフランシスコのダウンタウンにも近接しており、極めてポテンシャルの高い地区であるといえる。



建設が進むミッションベイプロジェクト

## (2) 計画の概要

このプロジェクトは、UCSFの新キャンパスを中心にオフィス、住宅、ホテル・商業地区、公共施設などからなる複合施設である。UCSFのキャンパス43エーカー(17.4万㎡)はカテラス社(一部は市)から贈与される予定になっており、この資産価値は1億ドルと見積もられている。第一期工事として分子生物学、遺伝子工学、神経科学などバイオ関連の最先端の研究所2棟、研究者のコミュニティー施設、駐車場の4棟を建設し、2005年半ばに完成の見込みである。UCSFの部分の工事費用は約4億ドルであり、その過半が企業や個人からの寄付で賄われ、残りの一部(2千万ドル)を州が負担する予定である。

### ～カリフォルニア研究所の建設(California Institute for Science and Innovation)～

上記の計画に加え、2001年1月にカリフォルニア州のデービス知事によって発表された「科学と革新のためのカリフォルニア研究所」の3箇所の内1つが、ミッションベイに建設されることが決まった。この計画はカリフォルニア州の経済発展の原動力となっているイノベーションを維持し、新たな戦略的分野における技術開発・新発見を目指して開始されたものである。カリフォルニア大学サンディエゴ校のテレコミュニケーションと無線技術研究所、ロスアンゼルス校のナノテクノロジー研究所そしてUCSF研究所の3箇所には、それぞれ1億ドルづ

つが寄託される予定となっている。

UCSF研究所はUCバークレー、UCサンタクルーズとともにパートナーシップを形成し、3校を横断する研究プログラムと研修プログラムが設けられ、約100人の研究者が集められることになっている。研究テーマはバイオメディカルに数学、物理学、化学、工学を融合させることで、バイオエンジニアリング、バイオテクノロジー、バイオメディカルの3分野が中心となる(QB3と呼ばれている)。研究所から生まれた技術を製品化するスピードを早めるため、産業界との密接な連携やUCSFの2つの研究棟との協力も想定されている。

### ～巨大なバイオリサーチパークの全体像～

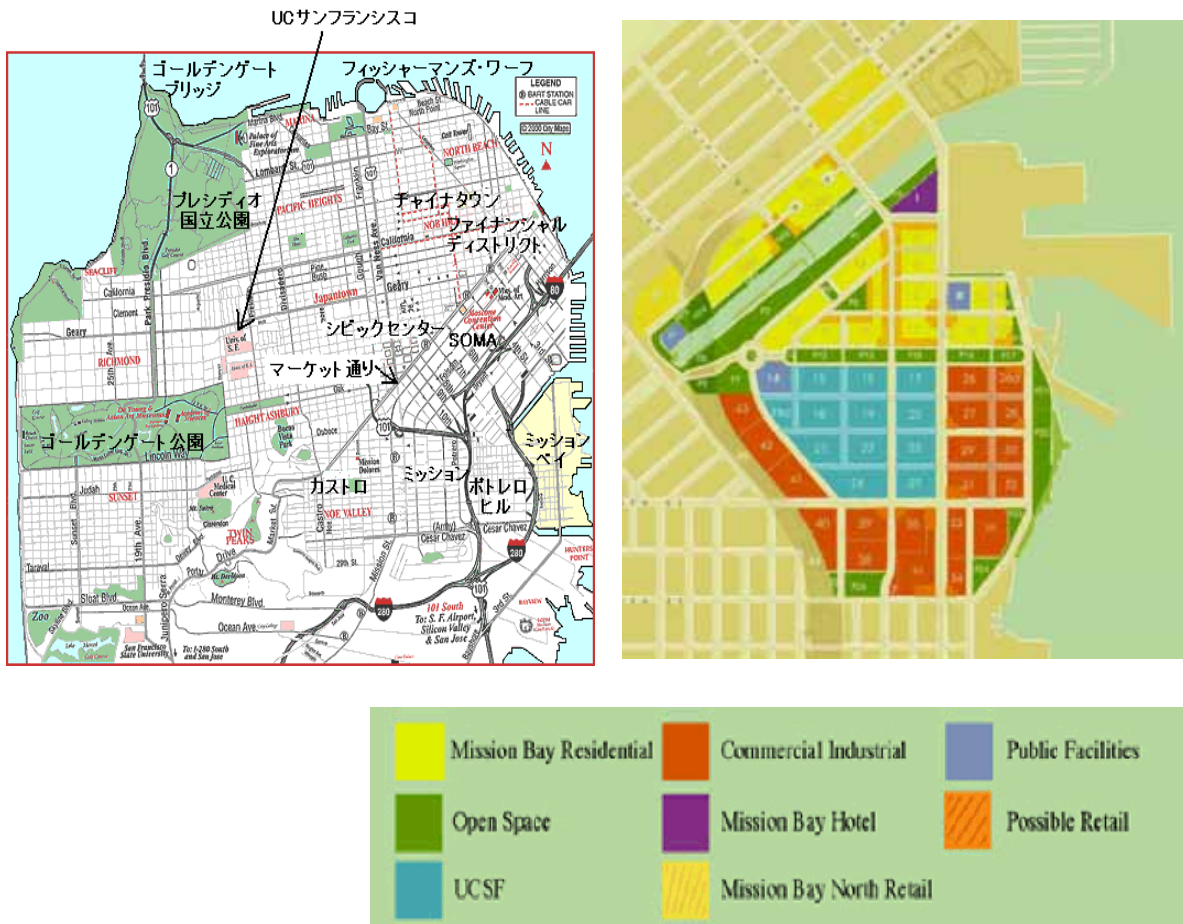
UCSFに近接する地区に5万平方フィート(約46万5千㎡)のオフィス群を建設し、ここにバイオ関連企業を誘致することでUCSFなどの研究機関との融合を期待している。オフィス部分にはバイオ企業以外に、銀行、ベンチャーキャピタル、法律事務所、その他の支援ビジネスなどの入居が期待されている。インターネットバブル崩壊の影響で、近隣のオフィス需要は大幅に落ち込んでいる。一方で隣接する南サンフランシスコ市では、バイオ企業の数がこの5年間で2倍以上の51社に増加しており、バイオ関連分野に関してはオフィス需要が期待できるものと思われる。

住宅部分は全体で6000戸以上、内1700戸は低所得者向けの住宅が整備される。商業部分に関しては、サンフランシスコ市内には比較的、高層で密集した建物が多いため、それとは対照的にオープンスペースを十分に取った低層な建物を中心に配置している。さらに500室のホテルの建設も計画されている。また隣接する地域に野球場(サンフランシスコ・ジャイアンツのホームスタジアム)が完成しており(2000年)、アミューズメント施設として街全体の賑わいを出すことが期待されている。交通手段の確保に関して、カルトレイン(路面電車)が同地区に延伸される予定になっている。

プロジェクト全体の完成は2020年以降となっており、工事総額40億ドル、就業人口3万1千人(うちUCSF関連が9100人)規模の全米最大級の都市開発となる予定である。カテラス社はプロジェクト全体のコンセプトを維持するため、当面は資産保有を前提に事業を進める方針である。

公共サイドの役割としては、①UCSFに対する土地の提供、②カルトレインなどの交通網の整備、③オープンスペースなどのインフラの整備及び税収増ファイナンス(**TIF:Tax Increment Financing**、地方政府が一定地区における再開発プロジェクトの事業資金を、固定資産税の税収増加分により補うもの)の計画が挙げられる。バイオリサーチパークの建設には、インフラ整備の点で公共サイドの役割は欠かせない。

UCSF新キャンパスの計画策定に関しては、企業誘致や経済振興を目的としているNPOサンフランシスコ・パートナーズとUCSFと Bay Area Life Science Alliance（ベイエリアの起業家の団体）のパートナーシップである UCSF Mission Bay Campus Limited Liability Company によって進められた。これに加え行政、市民、起業家など今回プロジェクトに関心のある各界31名からなるアドバイザリーグループ（Community Advisory Group）が組織された。この会合では建物などの設計を検討するに際し、手作りの模型を作成し、建物の細部に至るまで細かく議論が繰り返された。この手続きに時間はかかったが、結果的にはその後、大きな反対者が現われることなく事業はスムーズに進んでいる。都市型のバイオ関連施設については、とかく反対運動がおきやすいが、今回のプロジェクトにおいては、州の基準を遵守していることは当然として、バイオ企業の協力を得て風向きなどの条件も十分に考慮された設計・配置になっている。



### (3) バイオ産業育成のためのプログラム

#### ①新キャンパスは横断的なプロジェクトで構成

UCSF の新キャンパスの特徴は、既存の学部が単に移動するのではなく、バイオを中心とした分野で研究内容の意義、将来性が評価され、それぞれのプロジェクトチームにスペースが割り当てられることである。その意味で学内にある人的、技術的資源を再配置させる取り組みである。今回のプロジェクトでは、予算・研究費などすべてが学部ごとの構成になっている従来の枠組みを越えて、プロジェクトチームに割り当てられる。効率的かつ有意義な研究成果を生むために、こうした競争的な研究環境は重要である。

また、人間の遺伝子情報にかかわる塩基配列は、30億にも及ぶ膨大な情報量であるが、この解析のためには高度なコンピュータの利用が不可欠となってくる。こうしたバイオ・インフォーマティクスの分野は、まさに学部を超えて人材・資源を投入することが必要となる。今後、バイオの分野に限らず、あらゆる学問領域でこの傾向が出てくるであろう。その意味で従来の学部の枠組みを超えた研究領域を作ろうという試みは、非常に重要なものとなる。1973年に生まれたコーヘン・ボイヤーの遺伝子組み換え技術にしても、1950年ころから細胞内の機構、DNA 機能などの解明が行われ、分子生物学という新しい分野を生み出していったように、基礎研究の積み重ねの末にようやく完成されたものである。このように長期的な視点に立ってダイナミックな研究環境の整備を行わなければ、大きな研究成果を期待することはできない。

#### ② 計画されているプログラム

現在のところ以下のプログラムが計画されている。

- ・大学とベンチャーキャピタルからの資金を併せ、ベンチャー企業設立のためのシードファンドを設定する。
- ・大学における研究成果の技術評価、マーケティングから事業化までのマネジメントサービスの提供（基本的にはファンドのサービスとして実施）。
- ・設立されたベンチャー企業を軌道に載せるため、現在建設中の研究棟に隣接する地区に約3千㎡のインキュベータを設置。
- ・UCSFの教授、学生を対象とした起業家養成講座の設定。
- ・カリフォルニア大学の各ビジネススクールとの交換プログラムを設定。
- ・UCSFとバイオ企業の共同開発によるコア技術サービスセンターの設置。

プログラムの特徴は以下の点からなる。

(1) 研究成果の発掘から事業化まで1ストップで可能な事業プロセスを確立し、企業育成にかかる時間を短縮すること。

(段階)	(担当)
1. 技術シーズの発見	: UCSF
↓	
2. ファーストステージ	: シードファンドのマネジメントチーム、ベンチャーキャピタルのマネジメントチーム
↓	
3. セカンドステージ	: ベンチャーキャピタルのマネジメントチーム、ミッションベイ内のインキュベータ
↓	
4. サードステージ	: ミッションベイ内のリサーチパーク、コンサル、法律事務所、会計事務所などの支援ビジネス

## (2) トランスレーショナルリサーチセンターの強化

今回のプロジェクトにおいては、キャンパスとベンチャー企業の距離を近づけ、有望な薬の候補（コンパウンド）をより多く開発するという目標が掲げられている。そのため、創薬開発のための臨床や安全審査を実施する基盤施設やインキュベータなどのインフラ（トランスレーショナルリサーチセンター）の強化を行う。特にバイオベンチャー企業が創薬の開発を行う場合、こうしたインフラによる支援が不可欠となる。

## (3) ネットワーク重視のプログラム設計

バイオ産業はハード、ソフト、サービスという横の繋がりや遺伝子機能の解析からツール、創薬までの縦のつながりの双方が鮮明になり、各企業は自社のコア技術を中心に相互のネットワークを重視してきている。相互に密接な関係が構築できるバイオリサーチパークの重要性は高まってきている。今回のプロジェクトの中心である UCSF の Scott 氏は、「リサーチパークは建物が林立しているだけで、研究者相互の交流が不足しているケースが多い。本件プロジェクトにおいては、各種セミナー、大学と企業の研究者の交流プログラム、TLOの活動を通じて、大学・企業の研究者相互の交流を重視した設計となっている。この点が従来のリサーチパークと大きく異なる点である」と述べている。このように企業、大学等の有機的な連携が重要視されている。

## (4) 教授陣に対して技術、ビジネスの両バックグラウンドの形成を目指す。

教授向けの起業家養成講座は、産学連携に対する意識を高める効果を狙っている。但し、か

ならずしも教授に起業を進めているわけではない。UCSFの役割は基礎研究からの技術シーズの提供であり、起業化を進めていくのはファーストステージ以下のマネジメントチームが中心となる。

### ③新たなシリコンバレーモデルの形成

ベイエリアには既にバイオクラスターの基盤が確立されている。その中でバイオ産業の新たな展開に対応するため、本件プロジェクトにおいては融合的な分野に対応したダイナミックな研究環境の提供と、より効率的なバイオベンチャー育成を狙いとしている。シリコンバレーモデルは自然発生的、市場型のバイオ企業形成モデルである。これに対し本件は、従来のシリコンバレーモデルをベースにはするものの、これをサンフランシスコのミッションベイ一箇所に集約することにより、従来のモデルを公式化し、研究成果から事業化までの効果の極大化を狙ったものである。21世紀の新しい大学のモデル、バイオリサーチパークを中心とした新たなシリコンバレーモデルを形成しようとする試みである。



UCSF 新キャンパスを推進する Scott 氏

## 2. スタンフォード大学のクラークセンター(Clark Center)

スタンフォード大学においても、バイオ分野における学部の専門領域を越えた連携を目指したプロジェクトがスタートしている。クラークセンターはシリコン・グラフィクス社やネットスケープ社の設立で有名なジム・クラーク氏などからの2億1千万ドルの寄付を元に、工学、科学、医学の最先端の機器を整備し、多くの分野からの交流が可能なスペースを建設するもの

である。2003年の完成時には、20以上の学部から約50人の教授が就任する予定である。

クラークセンターで実施される具体的なプログラムは **Bio-X** と呼ばれ、建物の完成に先だつて既に学際的な研究テーマの確定、従来のカリキュラムの革新、教育助成の強化、セミナーの開催などのプランが策定されている。研究テーマとしては分子と細胞の構造・機能の解明が中心となる。

このプロジェクトは以下の点を目指している。

- ①学際的な研究のハブを作ることで、バイオなどの融合的な分野の研究効率を高める。
- ②教授、学生が幅広く交流することで、研究リソースの共有を図り、既存の研究テーマの活性化を図る。
- ③他校に先んじてバイオ分野における最先端の研究施設・環境を作ることで、世界的レベルの研究者を集めることが可能となる。クラークセンターでは全体の約3割にあたる人材を外部から集める予定である。



建設が進むクラークセンター

### 3. スタンフォード大学の運営するメディカル・デバイス・ネットワーク (Medical Device Network)

スタンフォード大学が運営するメディカル・デバイス・ネットワークは、スタンフォード大学とカリフォルニア大学などの医学者、エンジニア、科学者のネットワークで1997年に設立された。バイオ関連分野のデバイスの技術開発、技術移転、スタートアップ企業の育成を目的としている。ネットワーキング、バイオ関連のセミナー開催、人材の紹介さらには16社からなるバイオ関連のベンチャーキャピタルとの連携を実施している。ベンチャーキャピタルの



中にはクライナパーキンズやメイフィールドなどの有力なベンチャーキャピタルも含まれている。

メディカル・デバイス・ネットワークが会社設立に協力した例としては、1999年に設立された Imetrex 社（血管内で使用されるデバイスの開発）が挙げられる。スタンフォード大学で放射線医学を担当する H. William Strauss 教授が開発した技術を企業化した会社である。メディカル・デバイス・ネットワークは会社設立に向けて、①当社の技術評価を行うため関連する教授の紹介、②技術移転機関の協力の取りつけ、③地元のベンチャーキャピタル Nortech Venture によるファンディングの仲介、など重要な役割を果たしている。

このネットワークを通じベンチャーキャピタルは、有望なスタートアップ企業を早い段階で発掘することが可能となる。一方でスタートアップ企業もこのネットワークを通じて、ベンチャーキャピタルとの幅広い繋がりをもつことが可能である。バイオ企業育成のためのネットワークを利用した産学連携による仕組みが有効に機能している。

#### 4. バイオスター・プロジェクト (BioSTAR Project)

カリフォルニア州としてもバイオ産業を州経済、産業競争力を維持するための戦略的産業として位置づけ、産学間の技術移転、研究開発を支援するためのプログラムを1996年にスタートさせた。プログラムの内容は州政府・大学と民間による1:1のマッチングファンドによって研究開発プロジェクトを支援するものである。大学からはカリフォルニア大学、カリフォルニア大学関連の国立研究所などが参加し、民間からは110社が協力を行っている。研究期間は1年から4年で、研究費は1件あたり6万2千ドルから93万2千ドルまでの範囲となっている。80%が中小企業向けで、年間予算は14百万ドルである。

カリフォルニア州では同様のプログラムをバイオ以外の戦略的産業にも順次拡大し、現在ではバイオ以外に通信、デジタルメディア、生命工学、マイクロ・エレクトロニクス、半導体の6つのプログラムが用意されている (**Industry-University Cooperative Research Program**)。

このプログラムによる大学、州政府、民間企業のそれぞれのメリットを整理すると以下の通りである。

大学 : 簡素な手続きで研究開発資金を獲得できること。

: 学生、博士にトレーニングの機会を与えられること。

州政府 : カリフォルニア大学の研究と教育の質を高められること。

: 州政府の研究、教育予算を補うことができること。

: カリフォルニア州の戦略的産業の育成、産業競争力の維持に繋がること。

民間企業 : 研究・開発予算にレバレッジがかけられること。

: カリフォルニア大学等の人材、研究施設を活用できること。

: カリフォルニア大学等の教授や学生とのネットワークができること。

: 税額控除などのインセンティブ

: 特許権の確保

このプログラムにおいては、大学、州政府、民間企業が相互にメリットを受ける仕組みとなっている。米国においては、州レベルにおいてもバイオ産業振興が強力に推し進められている。

## VI. さいごに

### 1. 日本におけるバイオクラスター形成にむけて

政府の都市再生本部が大阪圏をライフサイエンスの国際拠点として位置付けたのを受け、神戸市や大阪市北部では、バイオの拠点作りが急速に進められている。首都圏においても最近、東京商工会議所が中心となって、バイオ産業の振興を検討する「ライフサイエンス懇談会」が発足する動きも見られる。バイオ産業は知識集約型の産業として、IT産業以上に都市型産業としてのポテンシャルが高い。米国のバイオクラスターの事例から見ると、バイオ産業は基礎研究の成果が製品に直結していること、研究者も最先端の動向を知る必要があることから、その地域の核となる大学・研究所の役割が重要である。そして大学・研究所で得られた最先端の研究成果を効率的に創薬などに結びつけるには、技術移転機関の整備やトランスレーショナルリサーチセンターの存在も不可欠である。さらにそこから生まれたバイオベンチャー企業が成長して、スピノフが起こるという循環によって、バイオクラスターが一層活性化している様子が見受けられる。

UCSFのミッションベイの新キャンパスやスタンフォード大学のクラークセンターにおいては、学部間の垣根を越えた新たな組織の形成が進められている。バイオ産業にはバイオ・インフォーマティクスなど融合的な分野が多いことから、従来の大学の枠組みにとらわれず、適切な人材を競争的な環境下に結集することで、研究効率を高めることが今後の大学や研究所の運営には大切であろう。

ベイエリアにおいては市場から人材、技術、ノウハウなどの必要な経営資源を調達することができる。これに加え、大学で生まれた技術を活用するための技術移転機関、研究者・企業・ベンチャーキャピタルを結ぶネットワーク組織、臨床試験の請負機関など、有形・無形のインフラが整っており、これがバイオクラスターを支えている。こうした地域においてもバイオ産業の進展のなかで、バイオリサーチパークの形でシステムティックにバイオベンチャー育成の取り組みを始めたことは注目に値することである。これにはUCSFのキャンパスが手狭になったことや、ITに変わる産業集積を進めたいサンフランシスコ市の思惑もある。しかしそれ以上に近年、連邦政府によるバイオ関連分野への研究費の増大によって、大学から生まれた研究成果に対する事業化への要求が大きくなってきていることが挙げられる。さらには創薬の開発から製品化まで、バイオ企業が単独ではなくネットワークで行うビジネスモデルが中心となっていることで、バイオリサーチパークの重要性が高まっていることが、背景にはあるものと思われる。

## 2. バイオベンチャー育成にむけて

バイオ産業においては、大学等における基礎研究と市場化を行う製薬会社との間を埋めるために、バイオベンチャー企業の存在は不可欠である。バイエリアのバイオベンチャー企業は、シーズを開発した教授が技術アドバイザーとして会社運営に参画し、経営自体は別にマネジメントチームが作られるケースが多い。この地域では、実務経験のある経営者などマネジメントチームを構成できる人材が豊富なことに加え、特許権、ランセンシングに精通している弁護士、商業的観点から技術を評価できる専門家、ビジネスプランの作成を支援するコンサルタントなど、ビジネスをサポートできる層も厚い。流動的な市場からこうした人材以外にも、技術、資金、ノウハウなど各種の資源を調達することで、マーケットに適合したベンチャー企業を迅速に育成することが可能となる。

日本の場合、有力な技術・人材は大手・中堅企業に集中している。さらに海外の Patent も含め取り扱いになれた弁護士、弁理士、商業化までの技術評価のできる研究者、コンサルタントなどベンチャー企業をサポートする人材が不足している。今後、こうした人材の育成や大手・中堅企業から人材流動化によって充実させていくことが大きな課題となる。

バイエリアにおいては、ジェネンティック社の人材が相次いで独立し、多くのベンチャー企業やベンチャーキャピタルなどを設立していった。日本でもいくつかの成功企業が現れ、そこからスピノフが起こることで、こうした人材が輩出されることが期待される。日本ではバイオ産業振興を目指して、バイオベンチャー1千社設立と言う目標が掲げられている（バイオテクノロジー産業の創出に向けた基本方針）。1千社という数字そのものよりは、1社でも大きな成功事例が出ることで、日本型のモデルケースが構築されていくことが大切であろう。



シリコンバレー・ジョイント・ベンチャー・ネットワークのウィバーCEO

シリコンバレーはITバブルの崩壊以降、企業の業績悪化、失業率の上昇など閉塞感が漂っ

ている。過去の苦境時にはパーソナルコンピュータ、インターネットなど、次世代のイノベーションを生み出すことに成功し、その後の成長につなげている。昨年の末に、市民起業家の集りであるシリコンバレー・ジョイント・ベンチャー・ネットワークが作成した報告書の中で、シリコンバレーを中心とした地域は全米最大のバイオ産業の集積地であり、バイオ産業とIT産業の融合（バイオ・インフォマティクス）が今後のイノベーションの大きな鍵を握ると発表している。ITとバイオの両方の技術、経営資源が集中するシリコンバレーでは、バイオ・インフォマティクスという新しい産業分野の成長に大きな期待がかけられている。

最近、日本では「ポストゲノム時代の到来」、「遺伝子治療」などの派手な記事が目につき、一種のバイオブームが起きている。しかし現実的には、ゲノム創薬が本格的に製品化に進むのでさえ、しばらく時間がかかるという見方が強い。今回のバイオブームをバブルに終わらせないためにも、大学などを核としたバイオクラスター形成やバイオベンチャー育成など、腰を据えたバイオ産業振興策を進めていくことが大切であろう。

**日本政策投資銀行ロスアンジェルス事務所 野田健太郎 [ladcr@dbj-us.org](mailto:ladcr@dbj-us.org)**

## ヒアリング先

**UCSF Office of Industry and Research Development**

**Christopher T. Scott (Assistant Vice Chancellor)**

**Joint Venture Silicon Valley Network**

**Marguerite Wilbur(Chief Operating Officer)**

**Catellus Michael W. Monroe(Senior Vice President)**

南カリフォルニア大学医学部 岩城裕一教授

バイオ・アクセラレーター 金島秀人氏

安田企業投資(株)メンロパーク事務所 浅沼栄氏

東京工業大学TLO 渡辺孝氏

## 参考文献

**Biotech Universe (San Francisco Chronicle 11.29.2001)**

**Next Silicon Valley Riding the Waves of Innovation**

**(The Next Silicon Valley Group of Joint Venture Silicon Valley Network)**

**From Alchemy to IPO (Cynthia Robbins-Roth)**

**Missiobay (Catellus Development)**

ゲノム医学の最先端と世界のバイオベンチャー (羊土社)

バイオビジネスのことが面白いほどわかる本 (バイオビジネス研究会)

米国のバイオベンチャー その現状と展望 (バイオ・アクセラレーター 金島秀人)

大学における生命科学およびバイオメディカル研究の将来 (GOR 2001年増刊号)

遺伝子だけでは不十分 (日経バイオビジネス 2001年9月号)

IBM が共同事業でバイオ企業に食い込む (日経バイオビジネス 2001年11月号)

遺伝子情報の「ウィンテル」 (日経テレコン1998年)

欧米バイオ産業成功の秘訣 (ジェトロセンサー2000年7月)

米国におけるバイオベンチャー企業のアーリーステージファイナンス調査

(ジェトロ2001年3月)

米国における産学官のバイオ集積実態調査 (ジェトロニューヨーク 1999年11月)

米国 (ジーンタウン) における産学官のバイオ産業集積実態調査

(ジェトロ経済情報部 2000年7月)

**Silicon Valley Interactive No26 2001年7月 (米国三菱商事)**

科学技術基本計画 (2001年3月30日閣議決定)

バイオテクノロジー産業の創出にむけた基本方針 (1999年1月29日関係閣僚申し合わせ)

わが国の強みを活かしたバイオ産業の健全な発展に向けて

(2000年7月18日経済団体連合会)

イノベーション・ベンチャーモデル (日本政策投資銀行設備投資研究所)

サンフランシスコのIT戦略と今後の課題 (日本政策投資銀行ロスアンジェルス事務所)

ニューヨーク州の地域振興策 (日本政策投資銀行ニューヨーク事務所)

バイオインダストリー育成に向けて期待される大学の役割

(日本政策投資銀行ロンドン事務所)

<http://www.ucsf.edu>

<http://www.stanford.edu>

<http://www.bayareabioscience.org>

<http://www.i3c.org>