

タイトル	技術開発における大学・TL0・メンターの役割：アメリカとの比較考察
著者	堤，悦子
引用	北海商科大学論集，1(1)：67-79
発行日	2009-11

技術開発における大学・TLO・メンターの役割

—アメリカとの比較考察—

堤 悦 子

I はじめに

日本は、他国に先駆けて少子高齢化が進んでいる。今後どのような方向性で不況を克服するかという課題を考察するにあたり、ますます需要が高まる医療産業のうち先進的技術開発で得たテクノロジーを利用した医療機器産業へのシフトを考える余地があるように思われる。というのも、日本は長年培ってきた高い技術力で完成度の高い製品を製造して市場に出す能力を有しているからである。今まで医療機器は企業が積極的に手を出そうとしない領域だった。医療行為は人体を侵襲するので薬事法上の多くの規制をしている、マーケットサイズが合わない、他の領域で成功しているからあえて不確実性の高い医療機器を選ばないといったことが手を出そうとしない理由として考えられる。しかしサブプライムローンによる世界同時不況で、日本が諸外国に比べて大きくダメージを受けているのは、外需依存型の産業構造に原因がある。そこで国民にとって必要な先進的医療機器開発へ軸足をシフトすることで、高齢化による医療サービスのニーズの高まりの中で国内的にも新市場を開拓し、特許登録で国際競争力のある機器の輸出拡大を期するということである¹⁾。すでに人を侵襲することが少ない大型診断機器と高い技術力をもったファイバースコープ内視鏡は、例外的に日本が競争力を有してきた。しかしこうした侵襲性の低い機器に限らずデバイスラグ²⁾を生じさせずに日本の患者に最先端の治療行為や予防診断を享受させるという視点及び、医療周辺の産業から生じた利潤を日本に還流させるという趣旨で、日本で先進的機器が開発されることは、産業の維持と国民の健康を一挙に実現するという意味で有望になると考えられる。本稿では新産業を検討する際に必要な先進的技術の開発に、大学はいかに関わってきたかを記述する。特に2004年国立大学は独立行政法人となり変革しつつある。企業が不況で開発力を低下させている一方で、大学発のシーズに目が向けられ、大学の中あるいは近隣に技術移転機関（TLO）が構築された³⁾。大学内には、大学内に眠っているはずの知的財産を顕在化する知的財産権本部が学長の直属の機関として構築された。さらに技術移転機関であるTLOは「知的創造サイクル」の原動力として産学連携の中核をなす存在を担うはずだった。ところが実際は低迷を続け、北海道TLOは解散を宣言するに至っている。そこで、アメリカの大学のうち最も成功したスタンフォード大学およびシリコンバレー・バイオテックベイの例を考察し、低迷をはじめた日本の大学発ベンチャー企業はアメリカとどのような点で異なるのか、どのようにすればいいのかについて、技術移転機関の役割を中心に再検討することとする。

II スタンフォード大学の実践的取り組みと地域との連携

アメリカの大学の歴史は古い。まず建国前からアメリカを統治するために赴任した行政官の子女育成用にリベラルアーツ中心の私立大学の設立が始まった。東海岸のボストン周辺には、最古の大学とされるハーバード大学（1636年創立）を中心に学術機関が集積し、さらにいわゆる産業革命を

経て実学を学ぶための州立大学が生まれた。東のこうしたエスタブリッシュのための私立大学に対抗して、西海岸に設立されたのがスタンフォード大学である。創立者であるリーランド・スタンフォードは、ゴールドラッシュ時代の金鉱目当ての山師を相手にした食料品店主から身を起こした企業家である。彼は後にアメリカ大陸横断鉄道の建設を推進した実業家グループの一人となり、さらにカリフォルニア州知事を務め、1885年に共和党から合衆国上院議員に当選し、同時にこの大学を開講した。その大学名は、大学進学を目前に16歳で腸チフスのために夭折した同氏の一人息子を偲び多くの子弟に良質な教育の機会を施したいという趣旨から、リーランド・スタンフォード・ジュニア（スタンフォード二世）大学と命名されている。彼には企業家および政治家として「西部地域、特にカリフォルニアを発展させよう」という強い思いがあり、大学と地域産業の関係に焦点を当てた運営が行われた。1891年の全学創立集会では「人生は何よりも実践的なものである。諸君らは役立つキャリアを身に着けるために、ここへ来た」と演説している⁴⁾。つまりスタンフォード大学は、開学の当初から実学重視を志向し、研究成果は、実社会で活かされることが当然となっていたのである。

このスタンフォード大学から、ベンチャー企業の第一号としてヒューレット・パッカード社が生まれるが、そのメンター役として活躍したのがフレドリック・ターマン教授だった。彼は、同大学の心理学者の息子として生まれ、1920年に同大学を卒業しマサチューセッツ工科大学の大学院に進み博士号を取得した。戦争中ハーバード大学の無線工学研究室に軍備防衛のエンジニアとして働き、ワシントンにおける政府の要人とのコネクションを深めた。戦後スタンフォード大学に戻り、学外の補助金を競って取得して工学部へ投入することを勧めた。時代は戦後の復興需要期に入っており、産業は転換期を迎えていた。そこで多額の投資による大がかりな事業で大学は活性化すると考え、副学長に就任した後、大学全体にこの考えを適用した。純粋な学術領域をきわめ続けていた教員は、教育の独立性を維持すべきであると反発し、功利主義の行く末について懸念を示した。しかし、産業界や官界と密接に連携すること、特に、軍事・産業コンプレックス化構想にスタンフォード大学自体のビジネスチャンスを見とめ、国家戦略に同調して科学や研究開発の重要性を主張した。古典や一般教養などの学科より、連邦政府の資金を得られそうな学科を優先させ、研究プログラムの履行を担当研究者たちに働きかけた。こうして始まった産学連携で、スタンフォード大学は産業界の研究開発の一翼を担うことになった。大学はあたかも西海岸の産業の中心に位置する存在となり、それまで東に出て学ぼうとしていた学生を、西海岸にとどめることに成功した⁵⁾。

HPの創業者、ビル・ヒューレットとデビッド・パッカードは1930年にスタンフォード大学に入學した。二人は同じ専攻を将来的に志していたため授業でよく顔を合わせ、アマチュア無線の趣味でつながりを持ち友好関係を結んだ。何をするかも決まらないうちから意気投合し、業務内容だけ空欄にした会社設立のための定款を作成するほど起業意欲が旺盛だった。当時はウォール街の大暴落で経済は壊滅的な状態だった。もっともデビッド・パッカードの父親は弁護士として倒産会社の処理をしていたため金銭的には恵まれていた。しかし父を継ぐ等でその財産を当てるのではなく、堅実な学生生活と夢のある将来を構想していた。一方ビル・ヒューレットは、スタンフォード大学の医学部教授の息子であったが、入学時には父親はすでに他界していた。二人は学部にあがるとターマンの教えを乞い共同研究を遂行した。ヒューレットは、在学中すでに音響発振器を開発したが、MIT（マサチューセッツ工科大学）の大学院に進んだ。パッカードはGEに就職した。しかしターマンは彼らの機器が市場に出れば成功するであろうという見込みをもっていたため、まず

パッカードにパロアルトへ戻ってくることを勧め、大学の研究員のポストを提供した。さらに、HP 創業にあたって大学内にあるガレージを提供し、初期費用として538ドルを出資した。このターマンこそ大学発ベンチャー（成長性の高いスタートアップ企業）の生みの親であり、メンターだったといえる。メンター（mentor）とは、人生の教師という意味でギリシャ神話の中で、戦地に赴くオデュッセウスが息子テレマコスに老賢者メントルに委ねた故事に由来している。パッカードの自叙伝によれば、ターマンは、パッカードに GE の退職ではなく、休職を促して研究員としてのポジションを提供したという。日本同様1930年代当時のアメリカは不況で、大企業中心志向は根強かった⁶⁾。彼らは、ターマンの暖かい助言と磐石なセイフティーネットを提供されて、測定用の新型音声発振器である200Aの第1号を完成させた。もっとも最初の製品は料理用のオープンでパネルを焼き出したシンプルなものだった。しかし学生発の企業は話題をよんだ。HP の技術は軍事用から始まったが、ディズニー社の目にとまり映画へ転用された。ディズニーは、モデルチェンジした発振器でアニメーション映画「ファンタジア」を作成して世界的なヒットを遂げ、HP とともに飛躍的に成長した。さらに HP は開発中の技術を医学、防衛、地球物理学に応用していった。

こうしてみると大学生のシーズから発展したベンチャー企業第1号例には、成功への意図的な演出とアントレプレナーにセイフティーネットが敷かれていたことを特徴としている。これはターマンが考え出したものである。すなわち HP の創業者とスタンフォード大学自体に対するメンターとして、ターマンが果たした役割は大きかったといえる。1955年にはターマン自身がスタンフォード大学の副学長になり、成長を遂げた HP の支援を受け、スタートアップサポートプログラムが作り上げられた。優秀な大学院生を競合する他の大学院よりも厚待遇で迎え、ターマン自らの資産を使って大学院生に財政支援を行うなどの工夫をした結果、スタンフォード大学の求心力は高まった。設立者のリーランド・スタンフォードが大学の敷地の売却を禁じていたため、地元のビジネス創出を促進させる方策として、リース貸しを行うインダストリアルパークも建設された。そしてスタートアップ企業がスタンフォード大学の教職員をコンサルタントとして活用できるようにするプログラムや学生のインターンシップや就職の機会拡大のために、各種のプログラムが立ち上げられた。学生の起業への関心は高まり、工学部、経営学部、医学部、法学部をはじめ技術移転機関である OTL (Office of Technology Licensing⁷⁾) やコーポレート・リレーションズ・オフィス等が設置され、具体的な対象を絞った教育・研究・インターンシップなどのプログラムが設けられた。また起業に焦点を当てたいくつかの学生クラブが結成された。こうしてパロアルトを中心にシリコンバレー一帯は、キャンパスでありながら3240ヘクタールにも及ぶインダストリアルパークとなっていたのである。土地を長期間企業にリースするという手法は、企業にとっても経費軽減のメリットがある。そこでヴァリアン・アソシエイツを皮切りに GE、イーストマン・コダックなどの既存企業も進出してきた。つまりターマンの貢献と HP の成功が、スタンフォード大学と企業との産学連携の方向性を築いていったのである。大学院では1925年の設立以来ビジネス指向型の「スタンフォード・コンピュータ・インダストリー・プロジェクト」というプログラムを提供している。さらに大学と産業界との交流が推進され、地元企業だけでなく国際的な企業なども参加した。その上に第一線で活躍する人たちが教壇に立ち産業界と大学の関係が促進されるという、ビジネスの連鎖と利益の循環が生じた。

ウィリアム・ミラーは、シリコンバレー発展の歴史を、フェーズ毎に区分して特長を分析している。1890～1940年は、ラジオの真空管の発展がシリコンバレーに大きく貢献した。フェデラル・テ

レグラムは真空管から始まり、放送局の運営にまで事業を拡大した。当時は真空管関係か農業関係の会社がシリコンバレーの中心であった。それが1940～60年には真空管を応用した電子機器や防衛産業が発展した時期に HP が生まれた。さらにシリコンバレーの変遷とともに、スタンフォード大学でも研究や教育のあり方に変化が起こった。すなわち研究機関である大学と地域産業がより関係性を深めたという。新しいテクノロジーが生まれれば、経済的な恩恵を地域にもたらすことになるため地元産業の研究開発ネットワークが、そのテクノロジーを活用して地元で商品化を進める。地域産業は、拡散と投資によってテクノロジーをさらに活用する。大学・研究機関がテクノロジーを創出し、地元で事業化される。技術移転には受け手と送り手双方の協力が不可欠なものとなって連携が促進された。ターマンは、戦争中は軍用機器の開発に携わり、ワシントンの政界に豊富な人脈を形成していた。その人脈を活かして、政府から大学や地元企業に多くの事業がもたらされるようにした。50年代には航空、宇宙、電子の分野における国防プログラムによって同地域の産業は大きく成長した。またショックレー研究所のロバート・ノイスらがフェアチャイルドを築くなど、研究開発型のベンチャーが多く集積した。そしてさらに、IBM、NASA、Xerox といった大企業の研究部門が、次々とこの地域に移転してきた。サンフランシスコを南下した一帯が、半導体の需要ラッシュを受けてエレクトロニクスの専門誌で「シリコンバレー」という呼び名で紹介され、今日の原型がほぼ固まった。シリコンの後はコンピュータ、1980年代にはコンピュータネットワーク・ラッシュ、そして一時の低迷を経て最近のソフトウェア、インターネット・ラッシュといった形で、大規模だが素早い変貌を繰り返している。イノベーションによって先導された自律的な産業の転換がおこっているのである⁸⁾。

スタンフォード大学を中心にした同地の産業力の競争優位性について、Clark らは「モジュール化」という理論で分析している⁹⁾。例えばシリコンバレーでは、部品（モジュール）の接合部が標準化していて、これを寄せ集めれば多様な製品ができる「組合せ型（モジュール型）」のアーキテクチャを基本とする産業が強みを持つと分析した。シリコンバレーの企業は、事前の擦り合わせを不要とする工夫をした上で、部品や事業を柔軟に組み換えイノベーションに結びつけた。こうしたモジュール化が進んだことにより、特定の領域に特化して開発を進める多数のベンチャー企業が生まれた。そしてベンチャー企業間の活発な開発競争あるいはベンチャー企業と既存企業の相互協力による発展のメカニズムが生まれたのである。シリコンバレークラスターにおけるモジュール化こそ、特化した研究開発競争におけるベンチャー企業の輩出の契機を促したといえる。企業の中核にスタンフォード大学という人材とシーズを提供する強力なインキュベーターがあり、リスクマネーとマネジメントのノウハウを提供できるベンチャーキャピタリスト、そして自身の創造的な開発技術を売りに大企業と渡り合うアントレプレナーといったプレイヤーによって地域全体のモジュールが更新され続けた。こうしたベンチャー企業成功の現象は、キャピタルゲインの循環、ベンチャーキャピタル、法律事務所、会計事務所等のビジネスインフラの集積とみることもできるが、何よりもそこに集う人に着目したい。すなわち知識集約的なネットワークが築かれ、地域の中で緊密な情報の共有が行われるコミュニティが形成される。ベンチャーキャピタリストらが厳しい選別の目を光らせ、企業に競争というプレッシャーをかけつつ、分散化したモジュール同士をつなぐ役割も演じる。アントレプレナーにとって、ネットワークは迅速で膨大な情報の入手を可能とし、また新規事業がうまくいかなかった場合も、最小限のリスクで次回への挑戦を可能にした。

経済地理学の観点からシリコンバレーを考察するアナリー・サクソニアンは、東のエスタブリッ

シュとの対比で、西海岸は多様性を受け入れ、起業家の多くが移民であることを指摘する。さらにネットワークは失敗者を排除せず、失敗からより多くを学んでいるため経験も買われているという¹⁰⁾。つまり地域は、たとえ失敗したとしても、再挑戦者を受け入れているのである。ノーベル賞の受賞者であるショックレーは、1956年に、東海岸のベル研究所を辞めて故郷の西海岸に移り、ショックレー研究所を開設した。すると世界から優秀な人材がショックレーに教えを乞いに集まってきた。もっとも研究所自体は内部対立で8人が辞めてフェアチャイルド社を設立、フェアチャイルドはスピンアウトを奨励していたので、ICを発明したロバート・ノイスとゴードン・ムーアが後にインテル社を創業することとなった。こうしたベンチャー企業の活発な動きは、ベンチャーキャピタル（VC）が設立されたことから始まった。1950年頃、東海岸ではシーズはあっても資金のないアントレプレナーの技術を産業化するために、連邦銀行の頭取、ハーバード大学の経営学者らが集まって、融資ではなく投資する形態の資金提供を考えついた。彼らは身銭を切ってVC（ベンチャーキャピタル）の原型であるARD（アメリカン・リサーチ・デベロップメント）を組織した。投資者であるVCは、スタートアップ企業を成功に導くため、その株主となり徹底的にマネジメントを手伝う。当初ARDはなかなか成果をあげられなかった。しかしMITの技術者が起こしたデジタルエレクトロニクス社（DEC）に投資し、新製品であるミニコンピュータが爆発的に売れ急成長した。ARDの投下した資金は、それまでの損失をカバーして余りあるほどの収益をあげ、東では起業のラッシュが始まった。しかしこれは一時的なブームで終わったのである。サクソニアンは、最終的にベンチャー企業の成功が循環している西海岸のシリコンバレーについて、民族の多様性や西の旺盛な独立心に依拠していると分析している。VCは東から西へと移った。つまりショックレーが東から移った時に、ニューヨークの投資家アーサー・ロックがサンフランシスコに移り住み、シリコンバレーのベンチャーへの投資に専念した。彼は、フェアチャイルド社からさらにスピンアウトしたインテル社（ゴードン・ムーアらが68年に設立）に投資した。スティーブ・ジョブズとスティーブ・ウォズニアクがスタートさせたアップル社のスタートアップにも支援した。1975年に150万ドルを投資し、80年の株式公開によりその株価評価額は1億ドルに達したのである。その他にも当初の投資額が数10倍から300倍になった案件が含まれ、ロックのベンチャーキャピタリストとしての成功は確固たるものとなった。ARDの場合、組織をつくったのは東海岸のエグゼクティブらであり、どちらかといえば篤志家としてVCをスタートさせた。しかしロックはショックレーを追って西に移住し、ベンチャーキャピタリストとしての能力を開花させた。ここにVC、アントレプレナー、メンターといったプレイヤーの参加がみとめられる。その中で最もリスクを負っているのが、VCだった。しかしシリコンバレーでは、成功の連鎖が起こっていた。クラナー・パーキンス・コフィールド・バイヤーズ社（KPCB）は、フェアチャイルドの設立メンバーであるユージン・クライナーが転身して1972年に設立したVCである。同社はパーソナルコンピュータの先駆けとなったタンデム・コンピュータに1974年、バイオベンチャーのジェネンテック社に1976年、投資した。IT関係ではさらに、サン・マイクロシステムズ社とコンパック社に投資し（1982年）、西海岸で最も優れたVCとなった。さらにネットスケープ社、アマゾン・ドットコムをも手がけ最大手のVCとなった。それでは、成功しているVCにはどのような特徴がみられるのだろうか。こうした人たちの多くがMBA保持者として経営のノウハウに精通していたこともあるが、金銭的な投資以上に起業家の心理的なメンターすなわちメンター・キャピタリストだったといえる¹¹⁾。

ITとならび競争優位にあるもう一つの先進的技術であるバイオテクノロジーでは、バイオベン

チャー第1号のジェネンテック社がスタンフォード大学の知的財産権を基にして設立された。その「遺伝子組み換え技術」は研究者の偶然の出会いから始まった。もともと制限酵素に関する技術を持っていたスタンフォード大学のスタンレー・コーエンが、プラスミドを利用した核外遺伝子技術を持っていた UC サンフランシスコ校のハーバート・ボイヤーと学会の昼食会で隣同士になった。両者が自身の技術を紹介するうちに、自分達の技術を組み合わせて「遺伝子組み換え」ができるのではないかという話がまとまり実験を始めた。ニューヨークタイムズはこのことを報道し、これを読んだ弁理士のニールス・ライマースはその技術の将来性を見抜き、特許化することを助言した¹²⁾。当初コーエンはこういった技術を独占化することに難色を示したが、特許化して安く提供することこそ技術の発展に貢献があるというライマースの説得に応じたといわれている。また当時は多くの研究者が、酵素を利用して DNA を切断して、別の部分と結合させる遺伝子組み換え技術に懐疑的だった。そこで実験が行われたのである。さらにクライナーパーキンズ (VC) のキャピタリストだったボブ・スワンソンは、この技術こそ産業界に応用できるものであることを主張してボイヤーに起業を促した。スワンソンの思惑どおり、ジェネンテック社は、コーエン・ボイヤー特許をもとに遺伝子組み換え技術を使ってヒト・インスリンと成長ホルモンを大量につくることに成功し、バイオテクノロジーの有用性を実証した。これが契機となって、米国ではバイオベンチャーも多く輩出された。遺伝子組み換えの基本技術は、スタンフォード大学の理事会 (Board of Trustees) を通じて、大学の知的財産として1974年に出願された¹³⁾。1980年12月2日に米国特許庁はコーエン (Stanley N. Cohen) とボイヤー (Herbert W. Boyer) の発明に係わる組み換え DNA の基本技術に対して、米国特許 No. 4,237,224[11] (生物学的に機能するキメラ分子の製造法) をみとめた。これがバイオ関連特許第1号である。みとめられたのは基本特許で、まず73の企業にライセンスされ、スタンフォード大学に多額の収入をもたらすことになった。以後500社あまりがライセンスを譲り受け、大学には2億5000万ドル以上の収入がもたらされた。スタンフォード大学の初代の OTL の所長に就任したライマースは、そのアントレプレヌリアルなマインドで特許の帰属自体に新天地を切り開いた。というのもそれまで大学で開発された新技術も国からの予算で行われていたものは、個人や大学に知的財産権の帰属がみとめられず、国家のものとなっていた。これを大学や個人に還元する道と、大学発技術の産業界への移転促進を狙いとした法律が米国議会を通過するための果敢なロビー活動を行ったのである。この「バイ・ドール法」(Bayh-Dole Act) により、研究者は大学に籍を置きつつベンチャー企業の役員にもなれることになった。先見の明のあるライマースのおかげで、スタンフォード大学には富がもたらされた。すなわちスタンフォード大学は、ヒューレッド・パッカード社の創業から40年を経て、バイオテクノロジーの技術開発が促進され、特許化した後のライセンス料で莫大な資産を得たのである。さらにベンチャーキャピタリストのボブ・スワンソンの果敢な説得で、ボイヤーはジェネンテック社を設立した。1980年 IPO によって株式は、初日に1株あたり35ドルで売り出され、わずか20分で89ドル、1時間足らずの間に3500万ドルになった。こうしてバイオベンチャーが注目され、投資家に好感されてバイオブームとなり、研究開発も進んだ。アメリカはこの領域の先進的テクノロジーで国際競争力を維持している。当初ライマースやスワンソンといったメンターが大きな役割を果たしたことが窺われる¹⁴⁾。なお、ジェネンテック社は、現在ロッシュの傘下にある大きなバイオ企業に成長したが、実は生産は行ってこなかった。ここにバイオベンチャーの先駆けである研究開発型に特化したスタートアップ企業のモデルを考えることができる。ロッシュという大手製薬メーカーの傘下に入った点で、企業としては

成功しなかったという見方もあるが、技術開発だけを受け持つバイオベンチャーの典型となった。

スタンフォード大学の大学ホームページから、技術移転収入をみると、1950年～60年代の15年間は、合計で5000ドル程度であったが、1968年研究成果移転事業を立ち上げて1年で5万5000ドルの収入を得るようになり、1969～80年で400万ドルとなったことが示されている。82年からは先述した遺伝子組み換え特許の収入が1年間で1400万ドルを得られるようになり、この遺伝子組み換え特許収入は97年の特許切れまでスタンフォード大学の稼ぎ頭となった。他の特許もあわせて1991～2003年では、5億5000万ドルとなった。長期的なプログラムとして20年以上前の発明にわたるものもあり、大学の収益になるにはタイムラグがあるが、2008年の報告では、100万ドル以上の特許は3件あり546のライセンスで6250万ドルとなっている。なおスタンフォード大学のOTL (Office of Technology Licensing) は、企業から特許使用料の3分の1は発明者に、3分の2は大学の研究プログラムに投入される仕組みを採用している。

バイオベンチャーはサンフランシスコ周辺のベイエリアに集積しているため、バイオテックベイとよばれている。その地域には、スタンフォード大学以外に、カリフォルニア州立大学のサンフランシスコ校、バークレー校もある。ジェネンテックの成功を契機に当時の州知事デービスは、各大学にテーマを振り分け、民間から1億ドルの資金提供を受けたときに1億ドルの州の予算がつくというマッチング方式で資金を提供した。企業に出資してもらい州政府が同額を支援するという形で、大学の研究開発支援は充実したものとなった。このように初期のスタートアップ企業は、メンターの役割が大きく、民間の手だけで発展したところに特徴を持っている。一方、バイオテクノロジーの場合は、さらに特化した技術開発の必要性がある一方、生体を介した実験であるから失敗する可能性も高い。しかも技術範囲が偏りがちであるため同種の実験を行う可能性が高い。そこでデービス知事がオーガナイズして、無用な研究の重複を回避しようと棲み分けを主導した。総じて大学発のシーズは、具体的な製品を背後に持った開発でないことから、生まれた技術は企業に上手に売却されたりライセンス供与されることが必要となる。そこで、成功を取めたスタンフォードの技術移転機関 (Office of Technology Licensing) に倣って多くの大学にTLOが設置された。ここでも機関が重要なのではなく、実は大学の立場にたって技術を移転することに尽力するメンターらが活躍した。バイオテクノロジーは、臨床に時間も資金もかかることが多く、それゆえカリフォルニア州は、公的な資金を民間と折半で拠出した。ここに優れた技術の開発の成果を迅速に輩出する政策として、プロパテントがあり、もはや個人間の競争ではなく、国家間の競争に大学と企業が連携して取り組むという姿勢が窺われる。

Ⅲ 検討

アメリカは、もともと進取の気性に富み、憲法より先に知的財産権が保護されてきた。そして高度な軍事用技術は、終戦を迎えて民間へ転用されていった。しかし個人が用立てることのできる資金には限界があったので、ベンチャーキャピタルという制度が生み出されたといえる。知的財産を権利化する手法も、VCの創出も、すべて無から有をつくりあげるものであり、これをオーガナイズした「人」が果たした役割は大きかった。ターマンは時代を読むことができる優れたメンターであり、自身は大学人としてのキャリアを志向していたことからVCのような事業を自らは手掛けなかった。もっともこれも時代が進むと、兼業は当然のこととなるのであるが、この時代はまだそうしたことが社会的に容認されていなかった。スタンフォード大学は、実学を重んじる一方でフー

バー戦略研究所を置き多様な機能を有する大学になっていた。さらにアンジェス MG の森下竜一 大阪大学教授が留学していた1980年代後半ころは、起業ブームで隣の研究室の教授が、シーズを事業化することに成功して飛行機通勤をしていたという。シリコンバレーという命名はともかく、HP をインキュベートして成功に導いたターマンがいたからこそ、大学は地域の産業クラスターの中心的存在として、学生にも魅力をアピールすることができたのである。大学は発展し、常に変化している。特にバイオテクノロジーではOTLを創設したニルス・ライマースの活躍が注目されるべきであろう。コーエン・ボイヤー特許のライセンス化がヒットすると考えたからこそ自身の利益も含めて特許化することを説得し、スタンフォード大学に大きな富をもたらした。そして自身も技術移転機関の初代所長になった。こうしたメンターやライセンスアソシエイトの活躍も、これを許容する自由があったから可能だったのである。すなわち多様性の受け入れ、広範な自由の許容がアメリカの競争優位の根拠といえよう。バイオテクノロジーは、技術開発に成功して特許化すれば広範な領域で特許をおさえることができるところに特色がある。アントレプレナーは人がみとめない起業機会をチャンスととらえて行動する¹⁵⁾。こうした観点からすれば、コーエン・ボイヤー特許のライセンス化を促したライマースは、まさにアントレプレナーだったといえる。特許として公開され、情報として広まることも宣伝となった。製薬会社や特許を自社の製品の防衛のために利用している企業は、常に登録されているライセンスを探索していて、優れた特許があれば、ライセンスを得て自社の研究や製品開発に結びつけることも多い。起業機会をみいだすもう一つの例が2000年初頭セラ・ジェノミクス社が狙ったヒトのゲノム情報の特許登録による独占だった。今までは公共のものと概念的に捉えられてきた情報も、特許化することによって排他的支配が可能かということになった。これは多様性と広汎な自由競争の風土から生まれ、その意義は大きい。先進的医療機器の開発では、先進的研究の特許化が競争優位を助けると考えられる。例えば侵襲性の高いステントである。日本で用いられるステントは、ほとんどが外国製である。しかし血管を拡張する技術は手先の器用な日本人が得意とするところであり、神の手といわれる日本人医師が何人もいるにもかかわらず輸入品なのである。それでは日本人には、ステントを開発する能力がないのだろうか。進取の気性がないのだろうか。実はある種のステントについては、アンジェス MG の森下竜一 大阪大学教授がアメリカの研究員時代に開発し、指導教官の助言に従って特許化してベンチャー企業に売却したことがある。そのプロセスはきわめて迅速で、森下教授はその経験を生かして、日本発のバイオ創業事業を手掛けた。日本人に開発する能力は充分にあるといえる。むしろ特許化のプロセスに違いがありそれが規制的な要因となっているのである。天然資源に乏しく労働力が低減することが予想される日本のような少子高齢化国家にとって、技術開発で資源をつくりだすことこそが期待されてしかるべきである。従って、大学が担うべき役割は、小さな市場であっても必要度は高く、市場に拡まる可能性を提案できるという意味で大きい。ただ米国と違って懸念されるのが、大学で生まれた技術や発見を民間企業に橋渡しをする「人材」である。学術機関に潜在する技術を掘り起こし橋渡しすることは、TLO が担うはずだった。ところが北海道大学のTLOをはじめとしてその多くが解散の危機に瀕している。米国との違いはやはり「アントレプレナリアルなマインドを持った人」だといわざるを得ない。日本は、TLO や VC にやたらと眼き能力を要求した。一方ライマースは、技術者ではなかった。むしろ、直感力をもって時代を読み、高いコミュニケーション能力で技術を把握した。つまりTLOの構成員にとって必要なのは、企業を説得して橋渡しをするという柔軟な思考なのである。米国に比べると、日本の場合はまず政策主導で仕組みだけが構築

された。従ってその活性化は、TLO 担当者の力量にまかせられた。しかし、停年間際の大企業から出向したエンジニアには、新しいものを受け入れる姿勢がなかったのである。2001年、平沼経済産業大臣は新市場・雇用の創出にむけた15のプランを発表し、大学発ベンチャー企業政策をうちだした。それは3年で1000社の大学からの起業を促すものであり、目標は達成した。しかし当初から懸念されていたことではあるが、今は存続が危ぶまれている。日本にはターマンやライマースのようなメンターは、技術系の出向者には存在しないのではなかろうか。

実はメンターとして大学教授の道を歩みはじめた DDI の創業者の千本倅生は、再度アントレプレナーとなってイーモバイルを展開している。日本のベンチャー企業の苦しいところは、こうしたきわめて優秀なアントレプレナーが孤軍奮闘している点である。千本の場合は、大きな資金を海外の VC に求め、サブプライムローンによる影響など、自社とは何ら関係のない事情によって融資が断られるというリスクを冒しながら二度目の創業を成しとげた。次に大学の研究者のシーズから生まれた企業としては、サンメディカル技術研究所があげられる。同社は、ピッツバーグ大学に留学経験を持つ東京女子医科大学の山崎健二教授の発想による補助人工心臓を開発し製造している日本のベンチャー企業である。人工臓器の開発は戦争を契機に発展した。アメリカのクリーブランドクリニックのウィリアム・コルフは人工透析装置を開発した循環器の医師であり、戦場で破傷風にかかり死亡する兵士の数を減らす目的で、透析器の開発をすすめていた。このコルフが阿久津哲造という医師の肩書きを持つ日本からの留学生を受け入れた。彼はコルフに人工心臓の開発を提案し、1957年にその試作品が完成した。一方、東京大学の渥美医師は、阿久津を訪ね自らも東京大学で人工心臓の開発をすすめた。人工心臓は、体の血液を循環させるポンプ機能が重要であり、工学部との連携でその地下室で、人間と同じ体重のヤギに人工心臓をとりつけて、動物実験が繰り返された。すなわちすでにスタンフォードが全盛を誇っていた時代に、日本でも開発が行われていたのである。もっとも日本の場合は、儒教思想が根付いていて、人の心の源とも捉えられているような心臓を人工的につくることに抵抗感があることが予想された。それゆえ地下で実験が密かに続けられていた。クリーブランドクリニックの阿久津が開発した全置換型の人工心臓は「アクツハート」と命名され、犬に適用して30分生存しアメリカでは話題となった。そして阿久津以後、数人の日本人医師がアメリカに渡って補助人工心臓の開発を担当するに至っている。日本でも生体心臓移植が批判を受たことによって、生体臓器に替わるものとして、人工の心臓を開発することが容認されつつあったが、さらに薬事承認という大きな壁があった。結局、ゼオン/アイシンといった中堅の機械工学のテクノロジーに秀でた企業がその製品化を模索したが、保険収載が遅れ、一時は頓挫した。このようにみえてくると研究開発者の能力及び意思決定に日米で差はないが、開発環境における制約要因には大きな差がみとめられる。

アメリカではシリコンバレーの活性化による景気のよい循環が、高度な技術を必要とする医療機器開発の技術領域をも後押しした。そしてライマースの活躍によってバイ・ドール法が議会を通過すると、大学に所属している研究者が大学にいながら自らの開発を特許化したり、さらなる開発段階を引き継ぐベンチャー企業に技術を移転して、自らはその企業の技術担当となることもできる時代がやってきた。コーエン・ボイヤー特許がみとめられ、大学発のシーズが実用化されると、大学の研究者にもアメリカンドリームが実現したのである。日本はデュボンの技術を導入して成功したため、あまり技術開発を熱心に行うことなく MOSS 協議で内外価格差の是正、関税法障壁の撤廃といった外圧がかかったときに、アメリカからの医療機器を輸入し、内製を支援しなかった。さら

に厚生省の承認も厳しかった。ところが、バブル経済が終焉を迎え経済的な苦境にたたされて、日本に期待できるのは知的財産権の創出であり、使える技術の開発であることに気がついた。そこで持続的な成長を続けているアメリカの技術力にならい、大学発のシーズの掘り起こし策を考えた。まず、日本版バイ・ドール法（1999年）によって文部省の政策の転換がなされた。大学のシーズを移転する技術移転機関（TLO）こそが産業活性化の立役者として期待された。日本のTLOは大学等技術移転促進法に根拠をおき、文部科学省と経済産業省が認定または承認するかたちで各地に創設された¹⁶⁾。しかし政策的に構築されたにすぎない日本のTLOは、国立大学の教官個人が有する特許と、公立・私立大学、及びその教官個人が有する特許を取り扱うことができることを公的にみとめるという活動にとどまってきた。実はこのTLOこそ日本の経済活性化において重要な意味を持つ。たとえば大学病院は患者の疾患の治療率向上のため日夜研究を続け、治療行為を高める機器開発の提案も現場からの発信による。このようにして日本での人工心臓開発は、大学を中心とした研究機関で段階的に発達してきた。しかし、ここにその技術移転を促進する人材が必要なのである。補助人工心臓は、生体心臓を待つことができない瀕死の患者に、移植までのつなぎとして用いられている。ところが輸入品であるアメリカ製は日本人のサイズにあわないことが多い。それでも1秒でも生き長らえたいと願う患者は、一時的にでも大きすぎる補助人工心臓の取り付けを受け入れる。そして起き上がれなくなり、植物状態となりやがて合併症を起こして亡くなってゆく。ピッツバーグ大学の研究員を経て東京女子医大の医師として着任した山崎健二教授は、心臓の心尖部だけが皮一枚であることにあることに気がついた。ここなら患者の心臓に直接管を通していいかもしれないと、補助人工心臓のパイプを埋め込むという新しいかたちで開発を手がけようとした。その部分は直接心臓に働きかけができるため、患者の負担が軽く、日本人にあった小さなサイズのものが開発できそうだった。他の部分に埋め込むよりも出血が少ないという利点もあった。そこで人工心臓のポンプ機能についての第一人者である早稲田大学の工学部機械工学の土屋喜一教授を介して血栓の問題解決にあたり、さらに早稲田大学の教授で人工心臓のポンプについて研究開発を行っている梅津光生教授と次世代型補助人工心臓を協働で開発し、1990年3月に特許を出願した。しかし特許化した技術を日本のメーカーにもちかけても、色よい返答はなかった。そこでサンメディカル技術研究所を立ち上げた。同氏の製品化の希望は、セイコーエプソン社の前身である大和工業の創始者である父と兄を含む一族の資金支援によってようやくはじまった。大和工業は諏訪精工社と合併した精密機器メーカーであり、子会社にはセイコーエプソン社がある。同社の技術部門を受け持つミスズ工業は、山崎医師の兄が代表取締役をつとめ、同社の匠の技、すなわち無垢のチタン合金から完成度の高い製品が手造りされ、現在、臨床試験の最終段階までこぎ着けている。ミスズ工業が、極めて精緻な技術を持っているところに優位性がある。発明として優れているところは、人工弁が不要であり、ポンプ内に速い速度で血流を促しているところにある。卓越した技術で、接触面の粗さを極小化した抗血栓性コーティングが製品化を可能にした。耐久性テストは山崎氏がかつて留学していたピッツバーグ大学に協力を依頼した。このように全てを自費で進行させている日本の状況は、研究開発プロセスの未熟さを物語っている。アメリカであれば、もっと多くの人がコミットして、開発プロセスを推し進めたはずであるが、すでにサンメディカルは10年以上の歳月が過ぎてしまっている。今、この研究は東京女子医大と早稲田大学工学部の医工連携として、さらに血栓の処理の高度化にむけて開発がすすめられている。

IV 結論

アメリカの技術開発は、大学を中心に初期はメンター、バイオテクノロジーではTLOが産業化に結び付けて大きな収益構造を構築してきた。こうした産学連携の動きに関しては、大学は基礎研究のみを担当すべきであり、産学連携によって富を得る研究者が出ることに懸念を示す意見もある。アメリカでは医薬品の副作用に関する治験に関わった医師が、当該製薬会社の株を持っていたことが問題になったこともある。しかしこれは利益相反の問題であり、治験を誰に依頼するかはコントロールの問題である。インセンティブが高くなると真実がゆがめられる可能性はないとはいえないが、だからといって前章で述べてきたように、日本人患者にとって必要な人工心臓に、医師だけが孤軍奮闘しているだけでいいのだろうか。薬事工業動態統計からみても、ここ10年、日本の医療機器製造の伸びに比べて、輸入医療機器の伸びは倍以上である。例に挙げた人工心臓は、世界的に日本人の技術開発力がみとめられている。すなわち人工心臓のプロトタイプは「アクツハート」であり、山崎医師の補助人工心臓はそれまでの血栓の問題を解決した画期的なものである。それが未だ日本から発売されるには至っていないのである。そもそも医療機器は患者への治療行為を支援する用具であり、医者が必要性にかられて現場から発案することも多い。実用化に積極的な優れた開発者が、産業化における近い距離に存在している。従って、メーカーが事業化の方向で意思決定さえすれば、さらなる技術開発を含む治験の協力は仰ぎやすい。ところが現場からの発案は多様であり広すぎる場合もあり、メーカーは確実な採算の目途が立たないと、むしろ現状維持姿勢を貫く。それゆえ山崎医師は自前で、ヒト・モノ・カネといった経営資源を用意してしまったのである。これは通常の医者にはできないことである。もし提案されるシーズをしっかりと読み取ってオーガナイズする人、すなわち小さなシーズでもそれを組み合わせ垂直または水平に統合するなどして採算ベースに乗せることができる人がTLOに存在すれば、医師にとってもメーカーにとっても朗報であろう。ここに技術開発と産業化の橋渡しを担うTLOの役割は大きいのである。ところが現状はほとんど機能していない。今のTLOが失敗しているのは、その構成員が評論家になってしまい、労苦して程度の低い（とエリートの企業エンジニアには思える）技術は移転する気がないのだということが、某TLO（複数）へのインタビュー調査によって判明した。本来TLOは、柔軟な思考を持つ者があたるべきではなかろうか。制約要因と考えられていた薬事法は、すでに平成17年に大幅に改正され審議官に最初から相談することもできる。さらにアメリカは承認申請から3か月以内に返答しなければならないが、日本でも内規とはいえターゲット期間1年が設定されている。あとは人の力に任せるしかない。ライマースを参照すれば分かるように、必要なのはコミュニケーション能力である。その上で、弁護士事務所や弁理士事務所をTLOに隣接させて技術開発を支援してゆくことが必要であろう。

今後の日本経済の牽引役として大企業には早急に再生を期待したいが、遺伝子組換え技術が大学のシーズとアントレプレヌリアル人の手によって大学という舞台で花開いたように、大学発の技術開発も日本経済牽引の一つの可能性として育成していくことが、日本がこれからとるべき方向性だと考える。

注

- 1) ここでいう医療機器については、薬事法第2条第4項で「人若しくは動物の疾病の診断、治

療若しくは予防に使用されること、又は人若しくは動物の身体の構造若しくは機能に影響を及ぼすことが目的とされている機械器具等であつて、政令で定めるものをいう。」と定められ、薬事法施行令でその類別を列挙している。具体的には、体温計、血圧測定器をはじめマッサージチェアやピンセット、医療機関で用いられる画像診断装置（MRI や CT）をはじめベースメーカー、メスなどすべて医療機器である。

- 2) デバイスラグとは、医療機器導入の時間差のことである。在日米国商工会議所の医療機器 IVD 小委員会は、米国で使用されている医療機器の約 4 割が、日本では承認申請されていない。こうしたデバイスラグの実態を指摘し、承認に時間が掛かっていることの改善や、市場環境の整備、厚生労働省に申請前相談の短縮や審査期間の短縮、審査体制の強化などを要望した。もしより迅速に承認されていれば、その機器を使って命が助かった患者がいるということが想定される場合、こうした問題は、極めて深刻になる。
- 3) TLO とは、Technology Licensing Organization（技術移転機関）といい、大学の研究者の研究成果を特許化し、それを民間企業等へ技術移転（Technology Licensing）する役割をもって、産業界と学術機関の仲介役を果たすことを期待されるものである。
- 4) Lee, Chong-Moon, William F. Miller, Marguerite Gong Hancock, Henry S. Rowen (2000) "The Silicon Valley Edge: A Habitat for Innovation and Entrepreneurship", Stanford University Press.
- 5) 『この地はシリコンバレー誕生の地。スタンフォード大学のターマン教授が、東のエスタブリッシュされた会社に在籍するのではなく、自らの会社を起業するよう指導したことに始まっている。その 2 人とは、ビル・ヒューレットとデビッド・パッカードである。彼らは 1938 年にこのガレージで、オーディオ・オシレーターを開発した。カリフォルニア州は、この地をヒストリカル・ランドマーク No.976 として登録する』という碑が学内の 367 Addison Ave. Palo Altoに残されている。
- 6) Packard, David (1995) "The HP way-How Bill Hewlett and I built Our Company" Harper Business.
- 7) OTL は、スタンフォード学内の発明などを商業化、あるいは実用化して、同大学の教育・研究プログラムにかかる費用を賄う無制限ロイヤルティ収入を確保することをその使命とする機関である。OTL は構想段階から発明者と産業界による起業化の段階にいたるまでの、すべての段階に関与し役割を果たしている。
- 8) 開発途上国、とりわけ東アジアで急速な工業化が進んだことは、世界的な供給過剰とデフレ現象を生み出した。その中で、特に競争の激しいエレクトロニクス業界では、開発リードタイムや製品のライフサイクルが短くなり、イノベーションを起こしつつ最新のアイデアや技術を組み込んだ商品をいかに素早く市場に投入できるかが企業の競争力を左右する鍵となった。そこで企業の間では、従来の生産体制を見直し、比較優位を有するコア事業に経営資源の多くを集中しイノベーション競争での優位を競う一方、比較劣位部門については既存の生産拠点の集約化やアウトソーシングを行い、世界的規模での最適調達・生産体制の確立を目指す動きが活発になった。こうした流れの中で、ネットワークを活用しつつ、イノベーション競争を有利に進めた。
- 9) Balwin, Y Carliss, Kim, B. Clark (2003). "Design Rules: The Power of Modularity", Mit,Print-

ing.

- 10) Annalee Saxenian, 1996, "Regional Advantage: Culture and Competition in Silicon Valley and Route 128", Harvard University Press.
- 11) Gupta, Udayan, ed. (2000) "Done Deals: Venture Capitalists Tell Their Stories" Harvard University Press.
- 12) ライセンスアソシエイトとして活躍したライマースは、エンジニアとして企業でキャリアをはじめた人間だったが、このコーエン・ボイヤー特許を契機に大学に技術移転機関を作る事を提言しその初代所長となった。このスタンフォード大学の技術移転機関は、Office of Technology Licensing (OTL) と命名されている。
- 13) 遺伝子組み替え技術は、特許化することによって汎用性が制限されると、当初コーエンは特許化に難色を示したという。しかしライマースに説得されたのである。上山明博 (2000) 『プロパテント・ウォーズ』文芸春秋社。
- 14) Hughes, Sally Smith, (2008) 'Making Dollars out of DNA: The First Major Patent in Biotechnology and the Commercialization of Molecular Biology, 1974-1980', Oxford University Press.
- 15) Timmons, Jeffery (2006) "New Venture Creation", Printece Hall.
- 16) 日本では承認を受けた TLO (技術移転事業者) を承認 TLO として2008年7月までに平等に各都道府県等47箇所に設置した。さらに認定 TLO は所管庁が自らハンドリングしている。