

イノベーションの現象学的アプローチ ーシリコンバレーを事例としてー

城 川 俊 一

目 次

1. 現象学と何か
 - 1.1 現象学的還元
 - 1.2 歴史的現象学
2. 歴史的現象学からみたシリコンバレー
 - 2.1 1900-1950 (ハイテク産業の夜明け：シリコン半導体産業の前の時代、真空管バレー)
 - 2.2 1950-1970 (シリコン半導体産業の誕生・発展)
 - 2.3 1970-1990 (パーソナルコンピュータとネットワークの時代)
 - 2.4 1990-現代 (Internetの時代)
 - 2.5 現在のシリコンバレーの姿 (新しいトレンド)
3. 考察

1. 現象学と何か

20世紀初頭にエドムント・フッサールによって創始された哲学的アプローチとしての現象学は、複雑な歴史を持っている。現象学的な洞察に依拠するものとして、実存主義や解釈学などがあるほか、現象学に批判的な反応をした、ポスト構造主義的な考え方やポストモダンの考え方などがある。ここでは、現象学の基本的な考え方を提示するために、こうしたアプローチに共通した観点を提示する。フッサールによる現象学の格率が「事象へ還れ」(Husserl 1950/1964, p.6)であるということとは、事象の経験のされ方こそが現象学の考察の基礎であることを言っている。現象学は経験に付き添うがゆえに、一人称的パースペクティブ [first-person perspective] を取っている。現象学者は、知覚が主体に対して持つ意味の観点から知覚を理解する。また、現象論者は、意識作用の志向的な構造に注意を払う。志向性は意識の普遍的な構造であり、現象学者が言うように、それは、あらゆる意識 (あらゆる知覚、意識的作用、記憶、想像作用、判断等々) が何ものかについてのものであるということを意味する。この意味は、経験は常に世界への指示を含んでいるということである。この場合の世界という言葉は、単に物理的な環境だけではなく、社会的・文化的世界も含む非常に

広い意味で理解されていて、そうした社会的・文化的世界は、物理的な仕方で実在していない事象（例えば、シェークスピアのハムレットに出てくるデンマーク王ハムレット）も含むことができる。現象学者が主張するところによれば、知覚的な経験は実践的・社会的・文化的な文脈の中に埋め込まれているし、意味的な作業（知覚内容の形成）の多くは私が会おう対象、制度、出来事によって促されている。現象学的な立場に立てば、私はまた知覚のある種のゲシュタルト的性格を発見することができる。ゲシュタルト的とは、視覚的な覚の場合には、通常は、何かが焦点を当てられていて残りの部分は背景に隠れているような特徴的な構造をいう。つまり、対象のいくつかは、私の焦点の中心にある一方で、他の対象は背景や地平、周辺にある。私は、焦点をずらして他のものを前景に持ってくるができるが、それは注意を向けていた最初の対象を焦点の外に、地平の中に移すことによってである。私たちはどのように世界を経験するのか、あるいはまた世界はどのように私たちに現れるのかに関するこのような種類の志向的分析に加え、現象学者は、知覚者の現象的な状態についても問うことができる。これは心の哲学の文献の中で、しばしば経験の質的もしくは現象的性質と呼ばれるものであり、またネーゲル（Nagel 1974）によって有名になったフレーズの中では、何かを経験する「とはどうゆうことか [What it is like]」と言われているものである。経験の現象的な特徴を志向的な特徴から切り離すことはできない。以上のような記述は、経験の記述であり、もっと正確には、経験の構造の記述である。このように、現象学が探ろうとしているのは、私たちの世界とは一体何で、ちがった状況で事物の意味はどうか、ということである（ショーン・ギャラガー、ダン・ザハヴィ、石原孝二他訳、[2011]、pp.8-15.）。

1.1 現象学的還元

1907年4月26日から5月2日にかけて、フッサールはデッティンゲン大学で「現象学の理念」と題する連続講義を行い、そこで「現象学的還元」や「意識による対象の構成」という彼の根本思想を披歴した（野家 2013 p.30）。現象学は、現象と現れまたそれらの可能性の条件に関心を持つものとされている。普通の学問は、もともと、自然の（あるいは社会的／文化的な）世界の探求の中にあまりにも没入していて、その前提や可能性の条件について反省するために立ち止まるということがない。その前提とは、世界が実在しているという常識的なことである。フッサールは、このような自然的な実在論的傾向の中断を、エポケーと呼んだ。エポケーの目的は、現実に対するある種のドグマ的な態度を中断し、中立化して、それがまさに与えられているとおりの現実—現実がどのようにして私たちの経験において現れてくるのか—に、より狭く直接的に焦点を当てることを可能にすることにあるのである。この際、現象学者は意識が究極的には、超越論的な明確化を必要とし、そうした明確化は常識的な要請を超えて、私たちを、世界の構成に関する問題に対面させるものであることを理解しているのである（Merleau-Ponty 1962, p.59）。超越論的なものの概念は、し

かしながらさらなる明確化を必要としている。メルリ＝ポンティの主張を理解するためのもっとも単純な方法は、現象学が、多くの相違点があるにもかかわらず、カント的もしくはポストカント的な枠組みのうちに確かに位置づけられていることを認識することである。ある解釈の仕方によれば、認識論におけるカントの革命的なコペルニクスの転向（Kant 1956 B xvi）とは、現実に関する私たちの認知的な把握が、あらかじめ存在している世界の単なる反映ではないことを理解することである。現実に関する哲学的な分析、つまり、何かが「現実の」ものに数え入れられるためにはどのような条件を満たしていなければならないかに関する反省は、意識による寄与を無視してはならない。一人称的パースペクティブへの現象学者の注目は、意識の主観性に対する関心と同じくらい、客観性の本性を理解しようとする試みによって動機づけられている。客観性はどのようにして構成されているのだろうか？現象学の文献における「構成」（constitution）という言葉はテクニカルなものである。構成は、対象の顕現（manifestation）もしくは現れ（appearance）、そして有意義化（signification）を可能にするプロセスとして理解されなければならない、つまりそれは、構成されるものを、それがあるとおりに現れ、顕現し、おのれを提示することを可能にするプロセスなのである（Husserl 1973a, p.47; 1973b, p.434）。そしてこのプロセスは、重要な仕方で、意識の貢献を含んでいる。意識なしには、現れはない。かくして、一人称的パースペクティブへの現象学の関心は、超越論的哲学の関心によって動機づけられている。それは、世界の内部で対象として捉えられた主体と、世界に対する主体として捉えられた主体、つまり認知と意味の必要条件（十分条件ではないが）として考えられた主体との区別を利用する（Carr 1999）。対象は、意識の構造によって、それがそうである通りに構成され、経験され、開示されるのである。ここでもう一つのテクニカルターム、現象学的還元概念を導入することが必要である。エポケーと還元は、一つの哲学的反省の密接に関連した二つの要素と見なすことが可能であり、この哲学的反省の目的は、私たちを自然（主義）的なドグマティズムから解放し、私たちが経験するものに対する、私たち自身の構成的な（つまり、認知的、意味開示的な）寄与について私たちを気づかせことである。エポケーの目的が世界に対する自然的態度を中止し、括弧に入れることによって、私たちに物事が現れる様態や様式について注目させることにあるのに対して、現象学的還元の目的は、主観性の特定の構造と、現れもしくは所与の特定の様式との間の相関的な相互依存を分析することである。かくして、私たちの知覚が扱っている日常的な事物は、それが「現象学的に還元」されたとき、端的に、また正確にそれらが知覚されている通りに（同様に、思い出された事物を思い出された通りに、また、想像された事物が想像されている通りに）、心が思い描かれ、吟味されるのである（ショーン・ギャラガー、ダン・ザハヴィ、2011 pp.32-38.）。

1.2 歴史的現象学

現象学を歴史に対して適用したものが、歴史的現象学である（ヴァン・デン・ベルク、1988 p.88）。ヴァン・デン・ベルクの本から歴史的現象学の例を一つ上げて説明しよう。何世紀か前にスペインの女王がスペインの小さな村へ旅行にいった。そこでは人々はストッキングを作るのを習慣にしていた。彼らは何を女王に贈ろうかを考え、そしてストッキングを贈るのが一番だろうと考えた。そこで、一番良いのを選んで女王に差し出した。けれども彼女の護衛は激怒して村人にこういった。「スペインの女王には脚が無いのを知らないのか！」この発話は、実際に女王に足がないという意味でなく、その時代の女王は歩かないということである。その当時、少なくともスペインでは、生は今とは全く違っていたのである。我々はスペインの生が、どのように違っていたかを明らかにしようとする。どうやったらそれが可能か？同じ時代に生がどうであったかを示す例を沢山集め、それをひとつにする。たとえば女王がいた世界の絵を集める。それが歴史的現象学である。

2. 歴史的現象学からみたシリコンバレー

産業の発展や集積の形態は各国様々である。どれが優れているかはその時代背景や産業の発展してきた形態などの多くの要因で決まる複雑なものである。日本でも、高度経済成長の時期には、産業活動を特定の地域に集積させることで、飛躍的な産業育成を成し遂げた。最近是中国の台頭などもあり、不況が長引いているため、イノベーションにかつてないほど関心が寄せられている。ここでは、現象としてのシリコンバレーのイノベーションを、歴史的現象学の方法論で考えてみる。

2.1 1900－1950（ハイテク産業の夜明け：シリコン半導体産業の前の時代、真空管バレー）

東海岸のエスタブリッシュな大学と対抗するかのよう、元カリフォルニア州知事も務めた鉄道王リーランド・スタンフォードが私財を投じて、カリフォルニア・パロアルト市の巨大な敷地に私立大学を1891年に創設した。それがスタンフォード大学だ。スタンフォード大学は、全米で初めて工学部を持った大学であった。

シリコンバレーの最初のエレクトロニクス企業は真空管のFTC（Federal Telegraph Company）であり、もともとはポールソン・ワイヤレスという名前でカリフォルニア州パロアルト市に1909年に設立された。FTCは当時のスタンフォード大学の初代学長のDavid Starr Jordanと教授から資金援助を含めたサポートを受けた。1912年までに同社のリー・ディフォレスト氏はトライアード（真空管増幅器）を発明した。FTCは1912年に海軍と無線通信設備の契約受注をした。さらに、1917年にFTCからMagnavox社が、可変コイル型のスピーカーのメーカーとしてスピノフした。FTCはその後、1930年初期まで、当地区の電気産業の主要企業として活躍した。

1938年、シリコンバレー最初のガレージ・カンパニー、ヒューレット・パッカード（HP：

Hewlett-Packard) がウィリアム・ヒューレットとデービッド・パッカードによって計測機器の会社として誕生した。ウィリアム・ヒューレット氏とデービッド・パッカード氏がスタンフォード大学を辞めてHPを始める1937年までに、スタンフォード大学近辺の農園地帯は既に「真空管バレー」になっていた。HPは、エレクトロニクス・テスト機器（電子検査機器）を開発製造しており、リットン、エイテルやマックローなど、業績を上げている少数の企業の一社に加わった（スティーブ・ブランク 2012a）。HPのインキュベーターでありインベスター（投資家）は、スタンフォード大学のフレデリック・ターマン教授（1900–1982）であった。投資額はたったの538ドルであったが起業には十分だったようだ。ターマン教授が学生に起業をすすめたから今日のHPがあったともいわれる。大学の教授が学生に起業をすすめ、自らポケットマネーを貸し付けるとい話しも日本では聞いた事がない。学生に教授が投資する事はとてもいいことだという気風はターマン教授がつくったスタンフォードのスタンダード・マインドなのだ。HPは現在まで続いており、今日、売上規模は\$112B（年商約11兆円）（2013年）、社員数317,500人（2013年）である。

図表 1. スタンフォード大学



出典：スタンフォード大学：やっぱり行きたいアメリカ特集 [西海岸編]
<http://matome.naver.jp/odai/2137515655132547101/2137525497268531303>

1950年、広大なスタンフォード大学が保有する敷地内にインダストリアルパークが作られ、ハイテク企業の誘致が進められた。大学との産学研究がさかんに育まれていく。ハイテクパーク用の土地への工場誘致ではなく、大学の敷地内に企業がはいってきたのである。スタンフォード大学のフレデリック・ターマン教授以外では、物理学者のロバート・ミリカンがカリフォルニアのパサデナのカルテクで活躍した。1917年、天文学者ジョージ・ヘールはカリフォルニア工科大学の前身であるパサデナのスロープ大学を主要な科学研究教育機関にするべく、ミリカンを説得して年間数カ月だけ同大学で過ごすことを承諾させた。数年後スロープ大学はカリフォルニア工科大学となり、ミ

リカンはシカゴ大学を辞めてカリフォルニア工科大学の執行委員会委員長（事実上の学長）に就任した。ミリカンは1921年から1945年までその職を務めた。ミリカンは第一次世界大戦時の国家研究協議会（NRC）副会長を務め、対潜水艦用の装置や気象関係の装置などの開発に関与した。ここで第二次世界大戦中のレーダーの歴史を振り返ってみよう。そこでは、アメリカの科学と軍事研究、軍事予算との関係を見ることができる。第一次世界大戦から第二次世界大戦後の冷戦時代までアメリカの科学研究は、ミリタリー・サイエンスそのものと呼んでもよいほど、軍事研究と密接に関係していた。1940年に設立された国防研究委員会（NDRC：National Defense Research Committee）は、議会とは独立にホワイトハウスに直結して、国防関係の研究にかつてない規模の予算を投入することを可能にした。NDRCが中心となったレーダー技術開発、ミサイル誘導装置の研究、核融合研究は、物理学と工学に巨大な投資を可能にした。第二次世界大戦が始まるや否や、ローズヴェルト大統領はNDRCの下部組織として、OSDR（Office for Science of Research and Development）を設立し、そこを拠点として8つの研究大学（MIT、カリフォルニア工科大学、ハーバード大学、コロンビア大学、カリフォルニア大学、ジョンズ・ホプキンス大学、シカゴ大学、そしてプリンストン大学）に、研究補助金の提供と機密研究の依頼を進めるのである。ハーバード大学やプリンストン大学には、戦前から核開発の研究を行っていたジョン・ウィーラー、エドウィン・ケンブルがいたし、シカゴ大学には核研究から物質化学そして放射線生物学へと研究を拡張していたアーサー・コンプトンがいた（上山隆大 2011 pp.172-173）。UCバークレーの放射線研究所もまた、これらの軍事研究への資金提供を享受した組織であった。

2.1.1 第二次世界大戦中のシリコンバレー

1941年12月に日本は真珠湾を攻撃し、ドイツは米国に宣戦布告した。ソ連が東ヨーロッパで大掛かりな地上戦をドイツに対して展開しているとき、1944年6月に連合軍が西ヨーロッパを侵略するまでに米国と英国がドイツの戦力に対抗できる方法は、英国本土から戦略的な爆撃をすることだけだった。連合軍の狙いは、ドイツが戦争を遂行するのに必要な主要なインフラ施設を空爆で破壊し、ドイツの戦争遂行能力を破壊することだった。米国と英国は役割分担し、英国は夜間、米国は昼間に空爆したのである。しかし、爆撃機の搭乗員は、彼らが出くわすドイツの対空砲火や戦闘機が、占領下のヨーロッパとドイツに張り巡らされた、高性能のレーダー誘導によるエレクトロニクス対空防御システムによって制御されているとは知らなかった。ドイツの対空防御システムは100台の早期警告型レーダーと、数千台のレーダー制御の対空砲火砲、そして地上からドイツの戦闘機を米英の爆撃機に誘導する、地上制御レーダーシステムを備えていた。加えて、ドイツの夜間戦闘機にはレーダーが搭載されていた。ドイツ全土には、連合軍の爆撃機を追跡し墜落させる、7500台のレーダー装置が配置されていた。対空防御システムを止めるに米国は、800人から構成される研

研究所を極秘に開設し、「レーダーによる戦闘命令」を理解するために電波信号の傍受によって情報収集し、さらに、ドイツの兵器の焦点を狂わせる、機械技術と電子技術による「エレクトロニクス戦略」を展開する必要があった。この極秘研究所の最初の任務は、ドイツの航空防御システムを発見し、分析することであった。このための航空機はフェレッツ（シロイタチ）と呼ばれ、クロー（カラス）と呼ばれる搭乗員が配備された。米国は、この非武装の諜報機を爆撃機と一緒に飛行させ、「レーダーによる戦闘命令」の知識を積み上げた。極秘研究所はエレクトロニクス戦略に特化していた。その結果、彼らはドイツの航空防御システムを停止させるために、「ジャマー」（幻惑器）と呼ばれるエレクトロニクス機器を考案した。戦争が終わるころには、すべての爆撃機に複数のジャマーが搭載された。その秘密の研究所を運営した人物であり、20年後の冷戦においてエレクトロニクス戦略と傍受諜報戦略の父となった人物が、スタンフォード大学のフレッド・ターマン教授であった。ハーバード・ラジオ研究所は、彼が作った組織であった。ターマン教授のラジオ研究所は2年足らずで新しい産業を興し、それまでに見たこともない多種の製品を、突風のように開発した（スティーブ・ブランク 2012b）。フレッド・ターマンは、軍事上秘密裏に立ち上げられた800人からなるハーバード大学のエレクトロニクス戦略研究所を運営し終えた1946年、工学部長としてスタンフォード大学に帰って来た。ターマン教授の目標は、スタンフォード大学の電子工学部を、マイクロウェーブと電子技術に焦点を絞った最高学府にすることであった。第二次世界大戦で最も進んでいた電子研究所の一つを構築したターマン教授は、それができるとごく少数の学術関係者の一人であった。ターマン教授の最初の取り組みは、ハーバード大学の無線研究所から11人のスタッフを雇い入れることであった。彼らは優秀な研究者だっただけでなく、第二次世界大戦で利用された電子戦略システムを3年間かけて構築したメンバーであった。この人たちが、スタンフォード大学のエレクトロニクス研究所（ERL）の中核になり、公式に電気工学部の所属となった。次のステップとして、ターマン教授は以前培った軍部との関係を利用して、海軍研究所、空軍、陸軍信号部隊から新しい研究所に必要な資金を集めた。

2.1.2 第二次世界大戦後の冷戦時代のシリコンバレー

(1) 冷戦時代の政治状況と技術課題

戦争が終わり、米国に平和が戻ったが、軍の一部は、次の戦争への能力を保持したいと望んでいた。1947年までに、スタンフォード大学工学部の予算の半分は、米国軍部が出資していた。ターマン教授は、スタンフォード大学、MIT、ハーバード大学だけに、軍が支援しているエレクトロニクス・プログラムがあることを誇りにしていた。1950年代にスタンフォード大学のERLは、電子諜報情報収集と電子戦争で主要な貢献を果たした。ERLの基礎研究は、「マイクロウェーブの送受信真空管」、「レーダー検波と軍事的偽装方法」、「地球の電離層の解明」の3点に絞り込まれた。ス

スタンフォード大学は、マイクロウェーブ真空管の研究を推し進める中核組織の一つになった。その中には、強力なマイクロウェーブをパルス（瞬間波動）で出せるクライストロン（Klystron）、連続的な波状のマイクロウェーブを出せるマグネトロン（Magnetron）、電子的に波長を調節できる後進波オシレーター（BWO）と進行波管（TWT）が含まれた。スタンフォード大学による地球の電離層の研究は、ソ連と中国のミサイル実験を探知するためにNSAとCIAが利用し、流星バースト通信システム（Meteor-burst Communication System）と前方散乱方式水平線超え（OTH）レーダーにつながった。最終的には、ステルス技術を可能にした研究が導き出された。レーダー検波と偽装方法の研究をもとに、スタンフォード大学は、その応用分野に取り組むようになった。スタンフォード大学は、軍利用のために、傍受性が高く、高速スキャンが可能な電子諜報受信装置の試作機を開発した。これらの応用システムには、米空軍の爆撃機に搭載されている電波妨害装置、NSAの地上施設に設置されている受信装置、ソ連の近くを飛行している電子諜報偵察機、その後はU-2やSR-71と電子諜報フェレット衛星に搭載された電波妨害装置の試作機があった。スタンフォード大学のERLは、1946年からマイクロウェーブ真空管の基礎研究をしていたが、ソ連との冷戦のために拡張することになった。ターマン教授がスタンフォード大学で設立した工学部とERLが、冷戦に必要なとされる機密情報収集のための高度なシステムを可能にする電子傍受と電波妨害技術の開発に重要な役割を果たした。第二次世界大戦の間、米国空軍は陸軍の一部であったが、1947年に一つの軍部として独立した。1950年代までに戦略空軍司令部（SAC）は米国空軍の長距離爆撃部隊となった。鉄のカーテンの向こう側では、ソ連本土の防衛は、「PVO Strany」と呼ばれるソ連邦制空防衛軍がソ連軍の独立部門として1948年に結成され、米国の爆撃を探知し、レーダー誘導兵器を標的にして、米軍を打ち破るように準備されていた。米国のSACが、ソ連のPVO Strany制空防衛システムを停止させて効力をなくすには、そのシステムの全要素の機密情報が必要であった。その情報があれば、核兵器を搭載した爆撃機を目標物に到達させられる。集められた情報は、爆撃機に搭載される電波妨害装置を製作する下請け会社に渡された。SACの空対地爆撃レーダーは、地表を地図のように表すもので、GPSが登場するまで、爆撃機はこれを使って標的まで飛行した。空軍が任務を遂行するための機密情報を収集している間、1947年に設立されたCIAは、連邦政府の政治家首脳に、より大局的な情報を提供する責任を負っていた。CIAは、ソ連の脅威の規模を評価し要約した種々のレポートを、「国家諜報評価」（National Intelligence Estimate）として作成した。1950年代の中ごろまでに、ソ連はヨーロッパ各地に到達する中距離弾道ミサイルと、米国に到達する大陸間弾道ミサイルの実験をしていた。加えて、米軍はソ連の潜水艦が搭載している核弾道ミサイルに関する情報も必要としていた。1950年代を通じて、CIAの科学諜報局は電子迎撃と電子軍事諜報の開発に深くかかわり、スタンフォード大学とその近辺に出現したスタートアップ企業は、それを支援するシステムやアイデアを提供した。1950年代は、SACと米国海軍が米国の電子諜報偵察

機の中核であった。1950年代の半ばから終わりころには、NSAが諜報情報収集の責任を持ち始め、当初は通信諜報に始まり、その後シグナル諜報と遠隔計測諜報（注：外国の遠隔測定法。例えば大陸間弾道ミサイルの傍受、処理と分析から得られる情報）を収集し始めた。1946年から、電子諜報偵察機がソ連上空を侵略し、シグナルを収集していた。米軍のSAC、CIA、海軍、同盟国の英国は、「フェレット」（シロイタチ）と呼ばれた機密情報収集用に変更された航空機を、ソ連周辺に飛行させてソ連の航空防御システムの情報を得た。米国と英国のU-2スパイ機が1960年に撃ち落とされる事件よりずっと以前から、ソ連の上空にかなりの頻度で、電子諜報偵察機による侵略飛行が奥深く行われていた。英米空軍の侵略飛行が継続したので、ソ連は直接的手段をとった。1950年、朝鮮戦争が始まる2カ月前に、ソ連は電子諜報偵察機をバルト海上で撃墜した。10人の搭乗員が全員死亡した。ソ連は、電子諜報偵察機をソ連の国土に強制的に着陸させるか、撃墜した。1950年代から1960年代初期まで、少なくとも毎年1機の電子諜報のためのフェレットが撃墜された。米国は、ソ連の防衛網を探知することが米国の国益になると考えて継続した。末端での衝突は、ソ連の司令官がキューバ上空を飛行中のU-2機を撃墜した、キューバ・ミサイル危機の最盛期まで続いた。両国は、何らかの判断ミスが第3次世界大戦の原因になりかねないと考え、ソ連は米国のスパイ機を攻撃しなくなった。共産党支配下にあった中国は、国民党支配下の台湾人パイロットが操縦するU-2機を1970年まで撃墜し続けた。ソ連は極東で、2機の韓国の民間航空機を誤って攻撃した。1機は、1978年に損害を与えられ、1983年には撃墜された。冷戦中、32機の電子諜報偵察機がソ連の戦闘機によって撃ち落とされ、225人の米国空軍兵士が殺された。スタンフォード大学とシリコンバレーで台頭しつつあるスタートアップ企業が、これらの航空機の技術デザイン開発と、技術的手法と電子諜報システムの開発に、深く従事することになった。これが、まさにマイクロウェーブ・バレーの始まりである（スティーブ・ブランク 2012c）。

(2) 冷戦時代の技術課題の解決

スタンフォード大学のエレクトロニクス研究所（ERL）を電子諜報活動と電子戦略システムのメジャープレーヤーにしたのは、1950年の朝鮮戦争であった。工学部長のフレッド・ターマン教授の薦めにより、科学者やエンジニアがスタンフォード大学のERLを辞めて、米軍のためにマイクロウェーブ真空管やシステムを開発、製造する企業を設立した。米軍からの資金援助によって、1950年代のこれらのスタートアップ企業が、シリコンバレーの文化と環境の形成に貢献したのである。1946年に設立された段階から、スタンフォード大学のERLは、マイクロウェーブの周波数範囲内で作動する真空管の基礎研究を行っていた。この研究は、海軍研究局（ONR）からの資金でまかなわれ、後に空軍と陸軍も資金を提供した。この基礎研究のほとんどは、スタンフォード大学工学部の教授陣と上級研究員の指導のもと、優秀な学生あるいは博士号を取得して間もない人たちが携

わった。ターマン教授は、1950年の海軍への提案書の中で「スタンフォード大学による提案は、周囲の関連企業と理想的に相関できている」と記している。「この地域には、既に真空管製造企業としてエイテル・マクロー、リットン・インダストリー、バリアン・インダストリー、ヘインツ・カッフマン、ルイス・カッフマンが存在し、これらの企業は真空管の基礎研究、先端技術開発、新しい真空管製品のエンジニアリング、モデル・ショップ、試作品製造、量産などの統合的機能を備え、提供している。近辺の企業数社は回路設計をしており、特にヒューレット・パッカードは、この分野で知られている」と、1950年代には既に当バレーに真空管を開発製造するエコシステムがあることを、ターマン教授は説明していた。シリコンバレーにある大多数の既存の無線受信器向け真空管製造企業と違って、スタンフォード大学のERLには、非常に特殊なニーズを持った特異な顧客を持っていた。それは、米空軍とその戦略空軍司令部（SAC）である。スタンフォード大学が研究していたマイクロウェーブ電力増幅管は、戦略空軍司令部にとって最も重要だった冷戦時における2つの問題を解決した。1950年代の核戦争時において、戦略空軍司令部は核兵器を積んだ爆撃機を、ソ連領土の上空に飛行させる計画を持っていた。ソ連は国を守るため、攻撃して来る爆撃機を探知し、追跡し、破壊する制空防衛システムを構築していた。米国の爆撃機は、ソ連の制空防衛システムのレーダーを混乱させるため、ジャマー（妨害装置）を搭載していた。しかし冷戦時代においてソ連を攻撃する場合、米国の爆撃機は第二次世界大戦時のように多数のフォーメーションで一つの標的を攻撃するのではなく、ソ連の複数の標的を同時に攻撃する計画であった。ソ連領土に数機の爆撃機が侵入し、各機は、第2次世界大戦中の総爆弾破壊力よりも大きな爆破力を搭載し、標的に近づくのである。この戦略と破壊力の変更の結果、各爆撃機は自らを守るために、十分なジャマー力を自機に備えなくてはならなかった。その結果、ソ連領土の上空を飛行する爆撃機を守るために、米空軍は第2次世界大戦の際の真空管よりも数百倍の出力がある真空管が必要であった。加えて、米空軍は冷戦用爆撃機を守るため、“周波数アジリティ”を改良する必要もあった。第2次世界大戦時とは違って、1950年代におけるソ連上空での核戦争には、各爆撃機が多くの周波数帯を網羅するジャマーを装備することが必要で、さらにそのジャマーは即時に調整可能でなければならなかった。米国はもっと強力なマイクロウェーブ真空管を必要としたが、これらの真空管はソ連のレーダーを妨害するため、飛行中に別の周波数に変更できる“周波数アジャイル”でなければならなかった。スタンフォードのターマン教授が率いたシステム・エンジニアリング研究所（SER）は、その両方の難問を解決するマイクロウェーブ電力増幅管を開発し、その当時のエレクトロニクス戦争にとっては、ゲーム・チェンジャー（注：それまでの手法を、別の次元に変えた人や組織）であった。1950年代の航空電子戦争において、スタンフォード大学のERLが最初に貢献した高出力のマイクロウェーブ真空管は、後進波発振器（BWO）であった。スタンフォード大学のERLは、BWOのデザインを米国の真空管製造業者に広く開示した。1960年代までに米空軍は、BWOを使った6000台

のジャマーをB-52爆撃機に搭載した。スタンフォード大学のERL真空管作業員で技術者だったレイ・スチュアート氏は、BWOを商業的に製造できると考え、スタンフォード大学のERLを辞めて、サンタクルーズに近いスコットバレーに、スチュアート・エンジニアリングを設立した。彼の会社は、製造能力以上の注文を米軍から獲得した。スチュアート氏は、後に会社をワトキンス・ジョンソンに売却した。ワトキンス・ジョンソンは、スタンフォード大学の真空管スピニアウト企業で、財務的に最も成功した会社の一つであった。スタンフォード大学における早期のマイクロウェーブ関連のスピニアウトに、クライストロン（Klystron）と呼ばれるマイクロウェーブ真空管（マイクロウェーブ周波で電磁波を生成できる世界初のチューブ）を中核にして創業された企業がある。クライストロンは、ターマン教授の生徒だったラッセルとシガード（Russel Varian & Sigurd Varian）のバリアン兄弟と、ウィリアム・マンセン（William Mansen）氏が発明したものであった。1948年、バリアン兄弟に加えてスタンフォード大学のエドワード・ギンズトン（Edward Ginzton）教授およびマーヴィン・チャドロー教授が、新会社バリアン（Vaian Associate）をパロアルト市に設立し、クライストロン真空管を敵を発見するレーダー用に軍向けの応用製品として製造した。バリアンの取締役には、ターマン教授とHPのデイヴィッド・パッカード氏が就任した。1950年代のクライストロン真空管は帯域幅が狭く、航空機に搭載するには大きすぎたが、その真空管は数百万ワットの出力を出せるまで拡張可能で、米国の地上装備用として早期ミサイル警報システム用レーダーに使われた。クライストロンは、スタンフォード大学の物理学者で、バリアン社の共同創設者でもあったエドワード・ギンズトンと、W・パノフスキーが中心となって押し進めたスタンフォード大学線形加速装置に欠かせない発明であった。また、同大学が60年代に押し進めた、10GeVの超高出力電子線形加速器センター（SLAC：Stanford Linear Accelerator Center。現在の名称は、SLAC National Accelerator Laboratory）は、光の速度に加速した電子を衝突させて原子核の破壊を試みた核物理研究の世界で最初の成功例の1つである。クライストロンの特許は、海軍の大手契約会社であったスペリー・ジャイロスコープ社との独占契約をもって、スタンフォード大学に、1968年までに250万ドルものロイヤルティーをもたらすことになった。また、バリアン社が、フェリックス・プロッホの研究室と開発した核磁気共鳴装置（NMR:Nuclear Magnetic Resonance）も60年代を通して大きな収入源になった（上山隆大 2011 pp.15-16）。ターマン教授の生徒だったチャールス・リットン氏は、シリコンバレーで企業を数社興したが、1950年代に創業したリットン・インダストリーは、ジャマーとミサイルに使われる、パルス・マグネトロンと連続波マグネトロンのリーダーになった。マグネトロンは第2次世界大戦中に発明された、最初の高出力のマイクロウェーブ機器である。レーダーやミサイル・システムに使用され、マグネトロンは数百万ワットの出力を出すことができた。これらの最初のマイクロウェーブ真空管は、それ以降、軍需用にあふれるように出現するたくさんの革新的製品の始まりにすぎなかった。スタンフォード大学の次世代の真空管とシステム

は、ソ連領土上空に侵入し旋回する、電子諜報偵察機を革新した（スティーブ・ブランク 2012d）。1950年代のスタンフォード大学のエレクトロニクス研究所（ERL）は、米軍のために革新的なマイクロウェーブ真空管を開発し続けた。次の製品である進行波管（TWT）は、エレクトロニクス諜報分野に重要なインパクトをもたらした。TWTは、英国で発明され、ベル研究所で改良された真空管であり、ELINT（諜報）受信装置の「至高の目標」で、瞬時にスキャンできる速度と極めて広い周波数帯域を持っていた。TWTは、マイクロウェーブ周波数において他のどの真空管より1000倍の早さで電子的整調が可能で、ギガヘルツ単位の周波数帯域で作動できた。マイクロウェーブのプリアンプ（前置増幅器）としてはゲインが高く、ノイズが低く、非常に広範囲の帯域をカバーした。それは、ソ連領域の近辺で信号を探すフェレット（諜報偵察機）に搭載する新しい時代のELINT（諜報）受信装置としては完璧であった。その後、TWTは受信装置だけに使用されるだけでなく、高出力のブロードバンドのマイクロウェーブの発信装置としても使われた。スタンフォード大学ERLの興味深いところは、基礎研究を行う一方で、研究所の顧客、すなわち軍部が、すぐに使える製品の開発を奨励したことである。軍部には、諜報用の特殊な要件があって、これは航空機に搭載しても耐えられるだけの堅固さをTWTが備える必要があることを意味していた。軍部と大学が協力して製品を開発するこの活動においてERLは優れていたが、最終的には自己破滅へとつながった。TWTのおかげで、スタンフォード大学のERLから数社のスタートアップ企業が生まれた。スタンフォード大学のERLの研究員だったアール・エイ・ハギンス氏は1948年にERLを辞め、ハギンス・ラボラトリーズをパロアルト市に創設し、初めて商用化されたTWTを市場に提供した。軍部からのR&D契約資金の後押しによって同社は拡大が続き、BWO、低ノイズTWT、静電気フォーカス真空管などを開発した。1970年代、同社は東海岸にあるマイクロウェーブ・アソシエートに買収され、M/A-COM社になった。スタンフォード大学のERLの研究員だったスタンレー・カイゼル氏は、ERLを辞めてリットン・インダストリーのスタートアップ企業に就職した。彼は1959年にリットンを辞め、マイクロウェーブ・エレクトロニクス（MEC）を創業し、低出力で低ノイズのTWTを開発した。彼はその会社を、1965年にテレダインに売却した。スタンフォード大学のERLでTWTの主任研究員だったディーン・ワトキンス氏は1957年にスタンフォード大学を辞め、当時ヒューズ航空機製造企業のマイクロウェーブ真空管部の責任者だったアール・エイチ・ジョンソン氏と共にワトキンス・ジョンソン（WJ）を創業、先行したTWTを軍部に販売した。スタンフォード大学からスピニングアウトし、軍部との契約で資金を得た他の真空管スタートアップ企業と違って、WJはベンチャー・キャピタル（VC）からの資金で創業したバレーで最初の企業の1社であった。初期資金はトミー・デービス氏（第二次世界大戦の戦略諜報局の元諜報員）から提供された。彼は当時カーン・カウンティー・ランドに在籍し、ターマン教授と軍のつながりで知己だった人物である。ターマン教授とデービス氏はWJへの投資交渉にあたり、二人は同社の取締役に

なった。カーン・カウンティー・ランドが技術系企業に対して投資する興味を持たないことに苛立ったデービス氏は、1961年にアーサー・ロック氏とシリコンバレーで最初のVCの1社であるデービス&ロック（DR）を創設した。DRは、中小企業投資会社（SBIC）でも株式会社でもなく、パートナーシップで設立された最初のベンチャー企業の一つである。DRは「ジェネラル・パートナーが利益の20%を取得する」という業界標準を作り上げた。デービス氏は1969年に別のVC企業、メイフィールド・ファンドを設立した。これらスタンフォード大学出身の真空管スピナウト企業は、当時増え続けていたバレーの既存の真空管企業であるエイテル・マクロー、パリアン、リットン・インダストリー、スチュアート・インダストリーに仲間入りし、他のスピナウト企業も続々とこれに加わった。1960年代の初頭までに、全米のTWT真空管事業の3分の1、クライストロンとマグネトロン事業のかなりの割合がサンタクララ・バレーに存在し、そのほとんどの企業がスタンフォード大学のERLから生まれたのである。しかしマイクロウェーブ真空管は、スタンフォード大学と軍部の関係の始まりにすぎなかった（スティーブ・ブランク2012e）。1946年から1950年まで、スタンフォード大学のエレクトロニクス研究所は、マイクロウェーブ真空管の基礎研究に取り組んでいた。この研究が、軍需目的の後進波オシレーター（BWO）と進行波管（TWT）の開発に発展したが、スタンフォード大学は真空管と制御回路を作成するだけで、統合的なシステムは開発しなかった。基礎研究は、大学の教員とERLのスタッフ（フレッド・ターマン教授による、第2次世界大戦中のエレクトロニクス戦闘研究所から来た人たち）の指導の元で、大学院生と博士号を取得して間もないポストドクターのインターンたちが行っていた。1949年、ソ連初の核兵器の実験が観測されたことで欧州全土に鉄のカーテンが垂れ下がり、中国では政権が共産軍の手に渡ったため、冷戦への恐怖が米国を再武装と軍隊動員へと動かし始めた。1950年6月に朝鮮戦争が始まる少し前の1950年初頭、海軍研究局は、ターマン教授に対して、電子戦争に備えた応用エレクトロニクス・プログラムを構築するように依頼した。空軍と陸軍もこのプログラムに資金を投入したことから、米国の全軍部が、パートナー企業がエレクトロニクス諜報システムと戦闘システムのプロトタイプを作成するよう、スタンフォード大学に対して要望した。海軍は「問題はお金ではない。時間だ」とターマン教授に伝えた。スタンフォード大学の学長に説明しているとき、ターマン教授は「全面戦争になれば、スタンフォード大学は巨大なエレクトロニクス研究センターの一つになります」と熱を込めて言っていた。軍の資金支援計画に従い、応用エレクトロニクス研究所を別に設置することで、スタンフォード大学のエレクトロニクス・プログラムは倍増した。新しい応用エレクトロニクス研究所は、海軍からの資金とヒューレット・パッカード（HP）からの寄贈で建てられた。わずか5年前の第2次世界大戦の記憶と冷戦、そして1950年に朝鮮半島における武力闘争（朝鮮戦争）があったことから、1大学を軍部の諜報作戦とエレクトロニクス兵器システム製造の中核にすることにに関して、論争（あるいは反対意見）は、ほとんどなかった。応用エレクトロニクスプログ

ラムにおける研究は、大学の教員とシニア研究員が特化している分野に焦点を絞った。応用エレクトロニクスプログラムの他のスタッフの多くは、これら軍部のプログラムにフルタイムで従事する目的で雇われた。応用エレクトロニクス研究所は、ターマン教授のERLが考えたアイデアと発明（マイクロウェーブ真空管と受信装置の論理回路）を使用した。応用エレクトロニクス研究所は、エレクトロニクス諜報システム、エレクトロニクス戦闘ジャマー（妨害装置）、OTHレーダーなど統合システムのプロトタイプを作成した。応用エレクトロニクス研究所はクライストロンの研究を続け、メガワット（MW）級の出力を出せるまで改良した。スタンフォード大学で設計された2.5MWの出力を出せるクライストロン真空管は、バリアンとリットンという2つの企業で製造され、冷戦の最盛期において弾道ミサイル早期警告システムのレーダー用に使われた。これら2つの研究所の緊密な関係は、スタンフォード大学内では他に類のないものであった。スタンフォード大学には、研究所内の顧客開発ループがあった。すなわち、真空管と論理回路における発見が、新しいエレクトロニクス諜報とその応用手段とシステムの可能性を示唆し、そのニーズが応用研究所の真空管と論理回路の開発を後押しするというものであった。応用エレクトロニクス研究所の存在により、スタンフォード大学は、契約に基づいて運営される連邦政府の研究所、あるいは企業の研究所に似た存在になった。政府の契約では諸経費も支払われるので、スタンフォード大学は、研究が利益を生むことに気付いた。この利益は、非軍事目的のアカデミックなプログラムに充当された。スタンフォード大学の応用エレクトロニクス研究所が製作したプロトタイプは、軍部の研究所が評価するために渡された。それを基に軍部の研究所は、民間企業に対してその機器の大量生産を委託した。軍のある部門がスタンフォード大学と直接に契約、スタンフォード大学がシリコンバレーの下請け業者と共同して、これらの部品やシステムを軍部向けに製造することもあった。応用エレクトロニクス研究所で作られたELINT（諜報）受信装置のプロトタイプは、スタンフォード大学のTWTを使った。そしてすぐに、大学近くのマウンテン・ビューにあるシルベニア・エレクトロニクス防衛研究所と、シカゴにあるハリクラフトによって大量生産された。その後継版は、多数の下請け企業で製造され、ソ連領域の上空を巡回しているELINT（諜報）機に搭載された。これらのTWTはB-52爆撃機のパノラミック受信装置の心臓部に使われ、エレクトロニクス作戦将校はそれを使って、ソ連制空防御システムを突破して爆撃機を侵入させた。スタンフォード応用エレクトロニクス研究所で作られたジャマーには、マイクロウェーブを高出力化するために、スタンフォードのBWOが使われた。新しいレーダーは、第2次世界大戦で使われた簡単な雑音ジャマーとは違って、精巧になったソ連のレーダーに対応するために雑音による影響がないものであった。その代わり、ジャム用の信号がより高度であることと、対象レーダーがどのように作動するかを、より深く知る必要があった。ELINT（諜報）機で収集された情報を基に、スタンフォード大学は2種の偽装ジャマー手法とアングル・ジャマー、レンジゲート・ブルオフ（注：ジャマーが強いパルスを発信し、

受信装置を占有して狂わせる)を採用したジャマーのプロトタイプを作った。これら偽装ジャマーの複数の型式が、冷戦のエレクトロニクス戦闘システムに採用された。最初はU-2とA-12、SR-71に採用された。応用エレクトロニクス研究所の最後の主要な研究分野は、ラジオ信号が地球の電離層で伝播するかを調査することであった。その後の15年間、ラジオ・サイエンス研究所は、地上ベースのELINT（諜報）システムを開発するために、全研究所のどの部門よりも多額の資金をCIAから受け取った。この研究所は、ソ連と中国の弾道ミサイル・テストを探知する地上レーダーを使った2基のOTHレーダー・システムを構築した。1953年に海軍研究局は、軍部が資金を出している全てのプロジェクトは、それが基礎か応用研究か、軍事機密か否かにかかわらず、自身の建物を持たねばならないとターマン教授に伝えた。その結果、スタンフォード大学は応用研究所をERLのビルから独立したビルに移すことになった。軍事機密外の作業と軍事機密作業を見かけのうえで分離することは、管理上の大きな負担になるため、1955年にスタンフォード大学は応用エレクトロニクス研究所とERLをシステム・エンジニアリング研究所として統合することにした。応用エレクトロニクス関連部隊は、小規模の企業ぐらいの大きさになった。その研究所には100人がいて、このうち18人はフルタイムの大学教員、33人は研究員、33人は真空管技士、製図士、機械工などであった。この研究所の半数以上が、軍事機密への関与許可を持っていた。トップ・シークレット級はターマン教授とハリス氏、マクギー氏の3人、シークレット級は44人、コンフィデンシャル級は8人であった。加えて、ターマン教授、ハリス氏とマクギー氏は核燃料委員会の「Q」クラスの関与許可を持っていた。大学院生には、軍事機密の修士論文や博士論文を書いた人たちもいた。関与許可がなければ、それらの論文を読むことができなかった。ターマン教授とスタンフォード大学は冷戦に大きな賭けをした。スタンフォード大学は、軍需下請け大学として6位であった。このプログラムは始まってから14年後に終わりを迎えることになった。ほとんど毎年、応用エレクトロニクス研究所は軍部の研究所と防衛納入業者たちを招いた機密の会合を催した。1950年代の初めまでに、スタンフォード大学は防衛納入業者と軍部との2日間の会議を持ち始めた。1955年の出席者名簿を見ると、その顔ぶれが軍部や企業共同体のそうそうたるものだったことが分かる。RCA、ゼネラル・エレクトリック（GE）、モトローラ、AIL、ベンディックス、コンベア、モパー、クロースリー、ウェスティングハウス、マクドネル・エアクラフト、ダグラス・エアクラフト、ボーイング、ロッキード、ヒューズ・エアクラフト、ノース・アメリカン、ベル・エアクラフト、グレン・マーチン、ライアン・エアロトーティクス、ファーンワース、スペリー、リットン、ポララド、ハリクラフターズ、バリアン、エマーソン、デュモン、マクソン、コリンズ・ラジオなどである。ELINT（諜報）と電子戦争に取り組んでいる他の大学からの参加者には、ミシガン大学、ジョージア工科大学、コーネル大学などであった。100社以上の軍事関連納入業者が、スタンフォード大学の真空管とシステムのプログラムの説明を聞いた。会議が行われた1955年というのは、シリコンバ

レーで最初のトランジスター企業が設立される1年前になる。1953年にターマン教授は、トランジスター物理を学ばせるために、スタンフォード大学の教員と大学院生をイリノイ大学に向かわせた。応用エレクトロニクス研究所のおかげで、スタンフォード大学は、少なくとも米軍のなかでは、ELINT（諜報）とエレクトロニクス戦闘における先進研究の第一人者の一つとしての地位を固めた。それは、大学と企業との関係を大きく変えた。伝統的に、大学は資金と後援を求めて企業側にすり寄るものであるが、米軍はスタンフォード大学とターマン教授の判断に依存していたので、その関係は逆転した。そして米軍は、スタンフォード大学が開発したシステムを、どの軍事納入業者に量産させるべきか、ターマン教授の助言を受けるようになった。その結果、納入業者はスタンフォード大学に左右されるようになった。1950年代、ターマン教授は米軍全ての部門のアドバイザーになった。彼は、陸軍信号部隊研究開発局の諮問委員会、空軍エレクトロニクス対抗方策科学諮問委員会、国防分析委員会の理事、海軍研究局の諮問委員、国防科学委員会、大統領の科学諮問委員などに就いた。民間団体では、HP、ワトキンス・ジョンソン、アンベックスの取締役となり、SRI（Stanford Research Institute）の副所長兼取締役であった。ターマン教授は、スタンフォード大学とその軍事関連契約における究極のネットワーク・マシンであった。1950年代の初めまでに、スタンフォード大学で開催される電子戦争の年次会議に出席する企業の多くが、スタンフォードを中心とした地域に研究開発拠点を設けた。その理由は、スタンフォード大学から基礎研究と応用研究を学び、ELINT（諜報）とエレクトロニクス戦闘関連契約の恩恵の一部に浴するためであった。スタンフォード工業団地は、初めての技術オフィスパークで、現地および州外のマイクロウェーブとエレクトロニクス・スタートアップ企業を収容するために作られた。1953年の最初の入居企業は、バリアン、ワトキンス・ジョンソン、アドミラル、HP、GE、コダック、ロッキードなどであった。1950年代にマイクロウェーブ・バレーに拠点を開設した東海岸の企業には、IBM、シルベニア、フィルコ、ゼニス、ITTなどであった。1956年までの10年間に、スタンフォード大学内外で創業された企業集団を支援したことを喜びに思う権利が、ターマン教授には十分にあった。スタンフォード・エレクトロニクス研究所は、今やELINT（諜報）とエレクトロニクス戦闘の中核であった。スタートアップ企業がマイクロウェーブ・バレーに雨後の筍のように創設され、マイクロウェーブ真空管や統合軍事システムを出荷し始め、果樹園や果物の木はこれら施設に置き換えられ始めた。1956年当時、計測器メーカーのヒューレット・パッカード（HP）がシリコンバレーでは最大のエレクトロニクス企業であり、900人の従業員がいた。しかし、スタンフォード大学の応用エレクトロニクス研究所から勢いよく飛び出したスタートアップ企業は、マイクロウェーブ真空管やその他の部品に加え、完成されたエレクトロニクス諜報システムとエレクトロニクス戦略システムを米軍や諜報機関に供給していた。シリコンバレーの将来は明確であった。それはマイクロウェーブだった。1960年代のシリコンバレーに、電磁スペクトラム関連で、マイクロウェーブに関する部品やシステムに特

化している企業が、多く設立された。1950年代の初めから1960年代の初めの10年間で、マイクロウェーブ関連企業の雇用が、700人から7000人に急増した。1950年代と60年代のスタートアップ企業（ワトキンス・ジョンソン、ヴァリアン、ハギンス・ラボ、MEC、スチュアート・エンジニアリングなど）は、マイクロウェーブ用の目覚ましい種類の新しい部品（パワーグリッド・チューブ、クライストロン、マグネトロン、バックワードウェーブ・オシレーター、トラベリングウェーブ・チューブ、クロスフィールド・アンプリファイヤー、ジャイロトロンなど）を製造していた。シリコンバレー全域にわたって、これらマイクロウェーブ用の部品は、米国の軍事目的用システムを製造している新規企業（シルベニア・エレクトロニクス、国防省の研究所、応用エレクトロニクス・ラジオサイエンス研究所の大学院生だったビル・エヤー氏と、以前同研究所にいたジョン・グレンジャー氏によるグレンジャー・アソシエイト、フィルコ、ダルモビクター、ESL、アーゴシステムなど）の製品に組み込まれた。1950年代と60年代は、興りつつある半導体やコンピューターの企業よりも、これらの企業によって多額の資金がつぎ込まれた。1950年代にシリコンバレーのエンジニア数が10倍に増加したのは、半導体ブームが起こる前に、軍関連とマイクロウェーブの需要があったからである。これらのマイクロウェーブ関連のエンジニアは、大企業ではなくスタートアップ企業で働いていた（スティーブ・ブランク 2012f）。

2.1.3 シリコンバレーのベンチャー資金

スタンフォード大学では、フレッド・ターマン工学部長が、同校で開発されたマイクロウェーブ真空管とエレクトロニクス諜報システムのプロトタイプを外部企業が米軍のために量産することを奨励した。既存の企業がそうした製品を製造することもあったが、大学院生や教授が新しい企業を創業し、それらを製造することも頻繁にあった。1950年代半ばのこれらのスタートアップ企業の創業動機とは、危機感であった。冷戦の真ただ中にあった米国の軍と諜報機関は、早急に再軍備をしていた。1950年代と60年代に興った、マイクロウェーブとシリコンのスタートアップ企業ブームにおいて最も注目すべきことの一つは、それがベンチャー・キャピタル（VC）なしで生まれたことである。当時VCは存在しなかった。1950年代にスタンフォード大学工学部からスピニアウトした企業の資金は、ターマン教授、スタンフォード大学、アメリカの軍部と諜報機関、そして防衛請負業者による緊密な融合と相互に絡み合った関係から得られた。これらのテクノロジー・スタートアップ企業はリスク資金を持たず、ただ行政／軍部／諜報機関などの顧客からの注文書だけがかった。シリコンバレーの皮肉な結果の一つは、シリコンバレーの半導体産業の生みの親である2社が、ベンチャー・キャピタルからの資金調達ではなかったことある。これら2社のスタートアップ企業は米軍との取り引きがなく、当時は現在のようなベンチャー・キャピタルも存在していなかったの、彼らは別の方法で資金調達する必要があった。1956～1957年、ショックレー・セミコンダク

ター研究所とフェアチャイルド・セミコンダクターは、米軍やベンチャー・キャピタルではなく、企業パートナーから資金調達した。ショックレーはベックマン・インスツルメンツ、フェアチャイルドはフェアチャイルド・カメラ・アンド・インスツルメンツからであった（スティーブ・ブランク 2012g）。

1950年代の終りころ、シリコンバレーの3社によるIPO（新規株式公開）が東海岸の投資家の目にとまった。3社とは、1956年に上場したバリアン、1957年のヒューレット・パッカード（HP）、1958年のアンペックスである。興味深いことに、ターマン工学部長はこれら3社全てに関与していた。アンペックスは、ドイツから略奪したテープレコーダーをコピーし、米国で最初のテープレコーダーを製造した。ターマン教授は同社の取締役でもあった。アンペックスの事業は、ターマン教授が創業者のアレックス・ポニアトフ氏にジョゼフとヘンリー・マックミッキング兄弟を紹介してから大いに繁栄した。マックミッキング兄弟は36万5000ドルでアンペックスの株式の50%を取得した（ある人たちは、これがシリコンバレーで最初のVC投資だと言っている）。マックミッキング兄弟とターマン教授はアンペックスを国家安全保障局（NSA）に紹介し、アンペックスの音声と映像レコーダーがエレクトロニクス諜報収集と遠隔信号収集の標準になったので、アンペックスの販売は急成長した。1952年にアンペックスが資金調達をしているとき、サンフランシスコにあるファイアマンズ・ファンドのリード・デニス氏は2万ドルを投資した。その5年後、デニス氏と少数のエンジェル投資家たちが「ザ・グループ」と称し、サンフランシスコの南にあるバレーで創設されているエレクトロニクス企業に投資し始めた。日中は金融関連の会社に働いているエンジェル投資家たちは、エレクトロニクス関連のスタートアップ企業をサンフランシスコに招聘し、その事業と資金調達を説明してもらい、1案件ごとに平均すると7万5000ドルから30万ドルを投資した。冷戦時代の1957年、ソ連が、史上初の人工衛星スプートニク1号を打ち上げたことで、米国はショックでおののき、イノベーションでソ連に遅れをとっていると確信した。それに対応し、イノベーションに拍車をかけるために米国政府がとったイニシアティブ（例えばDARPAやNASA、宇宙競争など）の一つが、新規事業に資金支援をする新しい行政部門を設立することであった。1958年のSBIC法とは、民間の銀行と金融機関が新しい企業に投資をする1ドルにつき、SBICが3ドルを追加投資するというものであった（上限は30万ドル）。つまり、ある会社による1ドルの投資は、4ドルの投資になったのである。米国政府がSBICを米国中に創設する一方で、カルフォルニア州北部にあるバンク・オブ・アメリカ、ファイアマンズ・ファンド、アメリカン・エクスプレス（ライド・デニス氏が同社の投資担当）は、サンフランシスコの南に設立されつつあるマイクロウェーブや半導体のスタートアップ企業に参画するために、SBIC対応の資金を準備し始めた。そして初めて、コンティネンタル・キャピタル、ピッチ・ジョンソン&ビル・ドレーパー、サッターヒルなどが、連邦政府の中小企業局（SBA）の気前の良さを利用して設立された。投資家はリス

クを評価する手法を形式化し、専門化し、標準化した。リミテッド・パートナーシップ（LP）は、投資会社を創設する一つの方法である。投資資金は有効期間が決まっている。LPは、毎年「マネジメント料」として、LPのパートナーや従業員、事務所などにかかる費用を投資家に負担してもらう。典型的なベンチャー資金では、パートナーは2%のマネジメント料を受け取る。しかし、ここでの最大のイノベーションは「キャリド・インタレスト」（成功報酬）、略して「キャリー」である。これが、ベンチャー・パートナーがお金を儲ける方法である。投資に応じて利益分配を得る（典型的には20%）。これで初めてベンチャー投資家は、非常に強力なインセンティブ（動機）を持つようになった。1958年に、ウィリアム・ドレーパー将官とローワン・ガイザー氏（ランドの創業者）、フレッド・アンダーソン氏（退役した空軍将官）が、シリコンバレーで初めて（おそらく世界でも初めて）リミテッド・パートナーシップのドレーパー・ガイザー・アンダーソン社を設立した。このベンチャー企業はローレンス・ロックフェラー氏とラザード・フリレス氏の資金で設立されたが、その後のある論争があってロックフェラー氏は資金を撤回し、同社は最初の投資だけで解散した。相当の期間継続した最初のリミテッド・パートナーシップは、デービス氏とロック氏が1961年に設立した。アーサー・ロック氏は、ニューヨークのハイデン・ストーンの投資銀行家で、フェアチャイルドの資金調達を支援した後、1961年にサンフランシスコに移り、トミー・デービス氏とパートナーシップを組んだ。デービス氏は、第2次世界大戦中は戦略諜報局（OSS）の部員であり、当時はカーン・ランド社の副社長として、ターマン教授を通じてテクノロジー企業に投資をしていた。デービス氏の最初の投資は、1957年のワトキンズ・ジョーンソン（エレクトロニクス諜報システム用の進行波管を製造）に対するもので、ターマン教授と共に取締役役に就任した。ロック氏とデービス氏は500万ドルの投資資金を東海岸の企業から集め、1968年に解散するまでにそのうちわずか340万ドルを投資するだけでリミテッド・パートナーに対して9000万ドルを戻し、54%の複利成長率を達成した。1950年代の軍需契約時には、「リスク資金」のインフラが無かったので、マイクロウェーブ関連のスタートアップ企業にとっては、伝統的な銀行貸し付けが唯一の資金源であった。最初の半導体企業であるショックレーとフェアチャイルドはそれすらも不可能で、コーポレート・パートナーからの資金調達があるだけであった。しかし、1960年代に押し寄せた半導体企業の台頭のころまでには、SBICを活用したベンチャー企業やリミテッド・パートナーシップが、シリコンバレーに数多くみられるようになった（スティーブ・ブランク 2012h）。

2.2 1950－1970（シリコン半導体産業の誕生・発展）

1956年に起こった二つの出来事が全てを変えた。当時はこの二つの出来事が、世の中を揺るがすことにも重大なことにも見えなかった。第1は、ショックリー半導体研究所であり、第2はローキード・ミサイル・システム部門である。

2.2.1 ショックリー半導体研究所

戦後、東海岸のベル研究所でゲルマニウム型トランジスタを発明し、そのトランジスタの発明でノーベル賞を受賞した3人のうちの1人ウィリアム・ショックリーが、スタンフォード大学のターマン教授の勧めで故郷であるサンフランシスコの東の果樹園に戻り、シリコンバレーのマウンテンビューにショックリー半導体研究所（Shockley Semiconductor Lab.）を1956年に設立した。実際にはふつうの家を改造しただけのここもガレージカンパニーであった。しかし、ショックレーを訪ねて、世界中から優秀な人材が果樹園に集まった。そこから孵化した頭脳が、ICを発明したロバート・ノイス（Robert Noyce）& ゴードン・ムーア（Gordon Moore）（後のインテルの創業者）、ジェリー・サンダース（AMD創業者）ユージン・クライナー（Eugene Kleiner）（クライナー・パーキンス）、ドン・バレンタイン&ピエール・ラモンド（セコイア・キャピタル）らであった。1957年、ショックリー研究所からスピノフ（分離・独立）した彼ら8人（独善的なショックリーを見限り裏切り者といわれた）により、ニューヨークの投資家アーサー・ロックの支援で、シリコン・トランジスタのフェアチャイルド・セミコンダクター社（Fairchild Semiconductor）が設立された。フェアチャイルド社から1968年にスピノフしたロバート・ノイスとムーアの法則で有名なゴードン・ムーアによってインテル社が設立された。インテルの名前は、インテグレイティッド・エレクトロニクス（integrated electronics）から来ている。また、1959年にコネチカット州で設立し、1967年にシリコンバレーに移ってきたナショナル・セミコンダクター社（National Semiconductor）がある。フェアチャイルド社は集積回路の分野において、親会社とも商品化・産業化において直接競争した。また、連邦政府の軍事部門や航空宇宙部門が、積極的なコンピュータ産業の購入者となった。とくに、1950年代後半から1960年代前半にかけてのシリコン・トランジスターの主な市場は、空軍の航空電子工学システムや、ミサイル誘導制御システムであった。背景には旧ソ連との冷戦構造があったことが多分にある。より高性能な先端技術を求める政府に対し、シリコンバレーはIBMと技術競争を繰り広げた。連邦政府もそうした既存の企業とシリコンバレーのベンチャー企業との間の競争を利用した。この構図は米国に有利に働いたと言える。

2.2.2 ロッキード社

マウンテンビューからほんの少ししか離れていないサニーベールのモフェット海軍飛行場に隣接した275エーカー（1.1平方キロメートル）の土地に、それ以降20年間、シリコンバレーで最も重要なスタートアップ企業となったロッキードのミサイル・システム部門が、南カルフォルニアのバーバンクから移転してきた。航空機メーカーのロッキードは、海軍が開発した潜水艦発射弾道ミサイル（SLBM）である「ポラリス・ミサイル」を製造する主要下請業者として、ミサイル事業に参入しようとしていた。ポラリスは独創的で、米国が最初に固形燃料を使用したミサイルであった。固

形燃料は、ミサイルを海上と水面下に運ぶ安全性の問題を解決し、加えて瞬時の発射を可能にした。ポラリス潜水艦発射弾道ミサイルは、冷戦中に米国が備えた三つの核兵器（トライアド）の一つとなった。トライアドとは、潜水艦発射弾道弾のポラリスのほか、B-52戦略爆撃機、ミニットマンとタイタンの地上発射型大陸間弾道弾（ICBM）である。ポラリス・ミサイルは、60万トンの核弾頭を装備し（ポラリスの後継版は、核弾頭を3台搭載した）、各弾道ミサイル搭載潜水艦は16機のミサイルを搭載していた。米国は、このプログラムを開始して10年後に、41隻の弾道ミサイル搭載潜水艦、総計656台のロッキードのミサイルを製造し、航海させた（高さは28.5フィート＝8.6メートル、重量は2万9000ポンド＝1万3200キログラム）。ロッキードは、太平洋岸にあるサンタクルーズの近くに5000エーカー（20.2平方キロメートル）のミサイル試験所を購入し、シリコンバレーの山越えにテストを行なった。ロッキードは、10年間で備蓄分を入れて1000台近くのミサイルを製造したと推定される。毎年100台、月換算では8台、週にして2台のミサイルが、モフェットフィールドから出荷されていた。ポラリス潜水艦は、別々の発射管にミサイルを搭載していた。サニーベールのロッキードのすぐ近くにあった米国の代表的企業であるウェスティングハウスが、ポラリス・ミサイルの発射管を開発することになった。1965年までに、各種の検査と計測機器を製造していたHPは10倍に成長した。1956年の900人から、9000人になった。当時、シリコンバレーで最も支配的な企業は、ロッキードのミサイル部門だった。1956年には従業員がゼロだったのが、1965年には2万8000人の従業員をサニーベールに抱えるまでになった。最高の秀才たちが、国中からこのサンフランシスコの南に集まった。そして、彼らはポラリス・ミサイルを製造しているだけではなかった。1965年まで、サニーベール、スタンフォード、イースト・パロアルトにあるロッキードの工場は、最も秘密裏にあるスパイ衛星とロケットを開発していた。1950年代は「マイクロウェーブ・バレー」だったところが、ロッキードとウェスティングハウス、および彼らへの納入業者によって「防衛バレー」に変わったのである（スティーブ・ブランク 2012i）。1960年代の初めころまでに、サニーベール市にあったロッキードのミサイル部門は、その後シリコンバレーと呼ばれる地域における最大の雇用企業へと急成長した。スタンフォード大学の応用エレクトロニクス研究所によるエレクトロニクスおよび信号諜報の研究と、ロッキードのミサイルおよびスパイ衛星部門が会合するまでには、あまり時間がかからなかった。CIAのコロナ偵察衛星に加え、ロッキードはアジーナと呼ぶスペース・トラック（宇宙向け運送トラック）用の、別の組み立てラインを構築していた。アジーナは、秘密の衛星を宇宙に運ぶ任務を持っていた。コロナ偵察衛星は、軌道上にある限りにおいてアジーナに接続されたまま航行したので、安定性があって正しい方向に向かい、回収カプセルが正確に地球に戻るよう正確な方角が定められていた。アジーナはその後10年ほど、全ての米国の諜報衛星に使用された。3種のモデルが開発され、毎月3台の計算として、10年間で約400台がサニーベールの組み立てラインで製造され、ロッキードのサンタクルーズ山系のミサイル試験場でテスト

された。フレッド・ターマン教授が、ナチス・ドイツの上空にエレクトロニクス諜報とエレクトロニクス戦略システムを作成して15年後、1962年の夏までに、ロッキードのエンジニアたちは、レーダー探知機を開発し、アジナ／コロナ写真偵察衛星に搭載され、ソ連を偵察するために打ち上げられた。1969年4月にスタンフォード大学で学生の暴動が起り、その結果応用エレクトロニクス研究所は閉鎖され、ド・プロカート氏はスタンフォード大学を去った。同氏は、シリコンバレーの3社（アーゴ・システム、シグナル・サイエンス、アドベント・システム）の軍事諜報システム会社の共同創業者である。2000年に米国偵察局は、ジェームス・ド・プロカート氏を「米国の宇宙偵察分野を確立した先駆者」として表彰した（スティープ・ブランク2012k）。

2.2.3 政府の科学研究への研究資金提供—オペレーションズ・リサーチの例

アメリカ政府の科学研究への巨額な研究資金の提供が、とりわけミリタリー関係の予算としてアカデミックに投入されてきた事実は、「冷戦の科学」という表現とともに多くの研究者の注目を集めている。この点で、大学への研究資金が、軍事的なものから完全に切り離されているイギリスとは大きな違いがある。しかし、イギリスにおいても、ORの初期の頃の研究者は軍事的関心から研究を進めてきた。イギリスのフレデリック・ランチェスターは第一次世界大戦中に両軍の戦闘部隊の戦力が戦闘の結果とどのように関係しているかを研究して、ランチェスター方程式を確立した。同時期にロシアのオシポフも独自の研究によってオシポフ方程式を研究している。しかしながら、これらの研究は先駆的な研究ではあったものの、その価値が見出されて本格的に研究されるのは第二次世界大戦からであった。戦間期においてもイギリスではORの発展が見られ、ルイス・フライ・リチャードソンは線形方程式を第一次世界大戦の軍拡競争に応用する研究成果を挙げていたが、これも彼の著作が1950年に再出版されるまで広く知られることはなかった。またロシアではレオニード・カントロヴィッチは工場の生産性を増大させるために多種多様な原材料の配分、個々の機械的作業、供給者への発注などを数学的に解くことができるという革新的なOR研究の方法を示したが、この研究も受け継がれることはなかった。第二次世界大戦が勃発するとORはアメリカとイギリスの科学者たちによって組織的に研究されるようになり、1948年には霧箱を使った宇宙線の研究や陽電子の存在の確認、陽電子／電子対の生成の飛跡による確認法の考案などの功績に対してノーベル物理学賞が贈られたイギリスのパトリック・ブラケットは、オペレーションズリサーチの研究に従事し、ドイツ海軍の潜水艦が実施した狼群戦法の脅威に対処し護送船団の生還（Robert C. F. 2000）や航空機投下型の爆雷の爆発深度を平均100フィートから25フィートに変更すれば、撃沈率が向上するだろうと提言し、イギリス軍の勝算に貢献した。またイギリス本土の防空戦術を確立するためのORを研究した。1941年にブラケットはロイヤル・エアクラフト・エスタブリッシュメント（RAE）から海軍に移籍し、最初はイギリス空軍の沿岸司令部（Coastal Command）で研究

したのち、1942年には海軍本部で研究した。沿岸司令部オペレーショナル・リサーチ・セクション（CC-ORS）におけるブラケットのチームには、その後ノーベル賞を受賞することになる学者が二人含まれており、その他のメンバーもその後それぞれの分野で第一人者になっていくことになる優秀な面々がそろっていた。彼らは戦争遂行にかかわる数多くの重要な分析業務に携わった。陸上では、イギリス軍需省の陸軍オペレーショナル・リサーチ・グループ（AORG）のオペレーショナル・リサーチ分隊（複数）はノルマンディー上陸作戦とともに上陸し、ヨーロッパ大陸を進軍していくイギリス軍について歩いた。彼らは砲撃、爆撃、対戦車射撃の有効性などについて解析を行った（オペレーションズリサーチ 2014）

2.3 1970－1990（パーソナルコンピュータとネットワーキングの時代）

戦後の科学研究を支えたオープンサイエンス・モデルは、大戦中からのミリタリーサイエンスのくびきを引き継ぎながら、少なくとも70年代初め頃まで大きな力をもった。オープンサイエンス・モデルは、しばしば社会学者のロバート・マートンや科学哲学者のマイケル・ポランニーの名前に結びつけられ、科学研究を生活の糧とし科学的知識と真理の探究に専念する「サイエンティスト」集団の出現を前提としている。オープンサイエンス・モデルは、国家や企業、個人の利害から中立的な科学のあり方を示すモデルである。この科学研究の理想像を見事に表現したものが、ポランニーの「科学者の共同制」である。ポランニーは、オープンな知の共同体での自由な環境こそが真の科学研究の在り方であり、国家による知的探求の管轄を批判する（上山隆大 pp.273-274）。科学者は自律的で自由な関心に沿って研究するが、それは真理の追究という目的で協調し異なる意見を収斂できる共同体が存在するからである。新たな真理への情報のオープンな開示とデータの共有、そして自由な相互批判が保障されなければならない。このモデルの具体的な専門家共同体は、学会であろう。一方、その専門家共同体の活動は、内部から閉じていることはできず、その時代の社会的・経済的環境の強い影響を受けて、その社会的・文化的要請のもとで、新しい知識、新しいイノベーションを作り出し、それをまた、社会的・文化的環境にフィードバックしていくという、相互作用として捉えられる。そのような意味で、これまで述べてきた第二次世界大戦中および戦後の冷戦時代のシリコンバレーのイノベーションは、アメリカが置かれた軍事的・政治的状況の影響が色濃く反映されたものであるし、これから述べる冷戦後のシリコンバレーが、軍事的・政治的状況からの影響よりも民事的・経済的状況からの強い要請あるいは需要からの影響によって起こっているといえるであろう。

1976年、インテルのストックオプション制度で私財をなしたマイク・マークラがApple（1976）で最初の投資家となった。シリコンバレーの特徴は技術がわかる投資家やキャピタルが多いことにある。また、IPO（店頭公開）を果たした時のストックオプションの売却益でベンチャーキャピ

タルに転身するビリオネヤーも多い。米国のベンチャーキャピタルも広義でいうビジネスのインキュベーターである。50%以上の株をキャピタルが持ち、経営権にも口を出す。役員も選ぶ。CEOも連れてくる。日本のベンチャーキャピタルが経理面の相談をするのと違い、IPOへ向けてまっしぐらというパートナーシップである。有力なキャピタルがつけば、それだけで資金調達は次ぎから次へと集まる。サンドヒルというキャピタルリストの集まる坂道では、スーツ姿のキャピタルとベンチャーとのミーティングが連日行われている。1970年代に入り、軍需需要とハイテク機器需要で、MPUメーカー、ハードディスクメーカー、研究所、PR会社、会計経理会社、ヘッドハンティング会社、そしてベンチャーキャピタルらがバレーで隆盛を誇る。シリコンバレーのビジネスのインキュベーターは、スタンフォード大学の大地に巻かれたショックレーの種子が見事に開花した結果と言えよう。この時期に、シリコン半導体技術に加えて、PC (Personal Computer)、GUI (Graphical User Interface)、未来のオフィスに向けたアプリケーションとしての、電子メール、文書エディタ (ワードプロセッサを凌駕)、ネットワーク・ファイリングとプリンティング、マルチメディア (写真、ビデオ、音声、図形) が出現した。その他、Computer Network (LAN:Local Area Network+Internetの時代) やNetwork Servers、Client-Server Computingが現れた。この時期にシリコンバレーに創業した企業には、Apple (1976) 以外にXeroxPARC (1970)、Oracle (1977)、3Com (1979)、Cilicon Graphics (1981:オラクルに買収された)、Adobe Systems (1982)、Sun Microsystems (1982)、CiscoSystems (1984)、SanDisk (1988) などがある。

1982年に、スタンフォード・ユニバーシティー・ネットワークという名を持つワークステーション・ベンチャーが誕生する。サン・マイクロシステムズ (Sun Microsystems) である。Sun MicrosystemsのSUNはStanford University Networkの頭文字である。スコット・マクネリーというカリスマ性を持った経営者と天才的なエンジニアのWilliam Nelson Joy (通称ビル・ジョイ (Bill Joy)) らのスタートアップだ。パートナーはメイフィールド・ファンドだ。1984年には、スタンフォード大学コンピュータサイエンス研究所のマネージャーのレオナルド・ボーサック夫婦は、自宅のリビングルームからネットワーク機器会社、シスコ・システムズ社を起こす。シスコのパートナーは、セコイア・キャピタルである。このように、IPOを果たして大企業になった企業の後ろ盾には必ずやベンチャーキャピタルがインキュベートしていることがわかる。資金調達のメインが銀行でないところが日本のベンチャーとの違いだろう。銀行からの融資のみでの起業ではなく、投資する側もリスクを負っている点が特徴だ。

2.4 1990—現代 (Internetの時代)

1989年代末から1990年代初頭の米国経済の停滞期を経て、1993年にインターネットの商用化が始まる。それを契機に「IT革命」と呼ばれる、息の長い技術改革の波に乗ってシリコンバレーは

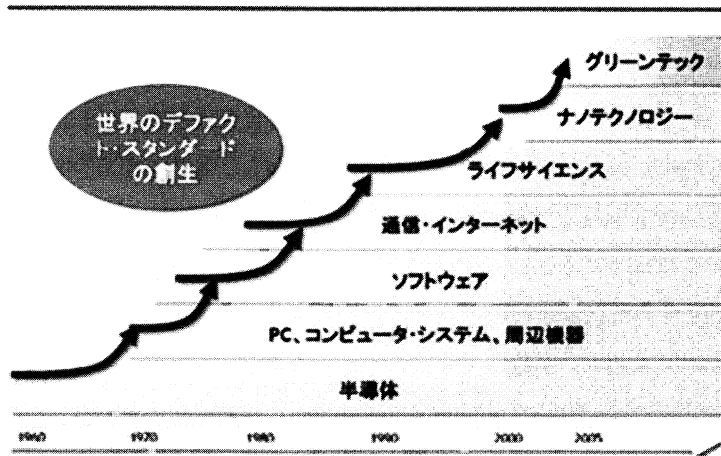
活性化する。この時期、World Wide Web 及び Browser (1990)、Mosaic (1993) が出現した。この時期の代表的な企業には、Netscape (1994)、Yahoo! (1994) —この時期はドットコムバブル、ITバブル (1955-2000) と言われた—その他の企業としては、e-Bay (1995)、Google (1998: 毎月125億回の検索)、PayPal (2000: 1億6百万のアクティブアカウント、25か国の通貨が利用可能)、Facebook (2004: 13億人のユーザー、4億枚/日の写真投稿)、YouTube (2005: 世界のインターネットトラフィックの10%)、Twitter (2006: 6億5千万人のユーザー、毎日5千8百万twitter) がある。インターネット、企業のワークステーション、eコマースなど、次から次へと新しいビジネスが、シリコンバレーで産まれては全米規模の会社に急成長を遂げた。その中の1社であるアイデアラボの例で、どのようにベンチャーが急成長するかを見てみよう。ロサンゼルスから車で20分の郊外にパサデナ市がある。そこは、カリフォルニア工科大学 (CALTEC) のある学生街でもある。1984年にCALTECを卒業したビル・グロス、アイデア・ラボ (<http://www.idealab.com/>) を1998年3月に設立した。「アイデアラボ」は、インターネットにだけフォーカスを絞ったアイデアを具現化するための会社である。1998年にはアイデアラボ・キャピタル・パートナーズ (<http://www.icp.com/>) を設立し、第1ラウンドでの調達資金は総額で1億5百万ドル以上にも及び、その結果、25もの新規インターネット・ビジネスに投資した実績をもつ。この投資先には、GoTo.com (GOTO)、eToys (ETYS)、MP3.com (MPPP)、などのIPO組みがいる。そして第2ラウンドは2001年の8月に、3億5000万ドル以上を調達した。たったの3年である。パサデナ本社は、隣の韓国料理屋よりも狭いたたずまいのオフィスであるが、続々とIPO (店頭公開) する企業が後を絶たない。このような絶え間のない革新によって、「ニューエコノミー」を米国は謳歌することができた。1990年代を通じて、シリコンバレーは起業家の中心地としての地位を世界的にも不動のものとし、かつてないほど資本と人材を世界中から集めた (神田敏晶 2012)。

2.5 現在のシリコンバレーの姿 (新しいトレンド)

2.5.1 グリーンテックとシリコンバレー

シリコンバレーでは、半導体、ハードウェア、ソフトウェア、通信・インターネットの波の後に、1990年代の初頭からライフサイクル (バイオテクノロジー) の波が来た。また、2000年代にはナノテクノロジーが、そして2009年代には、原油価格の高騰、地球温暖化、国際的レベルでの都市化、環境負荷増大が主な理由で、環境技術や新エネルギーなどグリーンテクノロジー (以下、「グリーンテック」という) が注目されている (図表2参照)。そのような流れの中で特に国際的に注目すべき活動として1997年、京都にて「気候変動枠組条約第3回締結国会議」が開催されたことが上げられる。ここでは京都議定書により二酸化炭素、メタン、フロンガスといった温室効果ガスの総排出量を削減することが取り決められた。削減目標は国ごとに割り当てられ、先進国全体で2012年ま

図表 2. ハイテクの新しい波の歴史



Copyright : AZCA Inc.

Copyright Ken Ito

で1990年の総排出量から5.2%削減することが求められている。これは2050年までに総排出量を半減させるという長期目標に比べて微々たる量であるが、排出削減で合意したこと自体に一定の意味がある。

特にシリコンバレーがグリーンテックを先導した要因として、シリコンバレーが「オープンネス」という基本的なカルチャーの上にハイテクインフラの四つの要素を満たしていることが上げられる。このハイテクインフラの四つの要素は、25人の投資家（主にベンチャーキャピタルスト）にアンケート調査から抽出されたものである。この調査で、どのような条件がそろえばグリーンテック分野のベンチャー企業の発展が可能か、また意欲的にベンチャー投資を行なうか、と質問した。その回答結果は①起業家精神旺盛なカルチャー、多くの起業家の存在、②グリーンテックに対する積極的な政府の方針、③優れた大学、研究機関の存在、④ベンチャーキャピタルなどの資金源、という順位であった。①、③、④については前述のようにシリコンバレーは世界で最もこれらのインフラ要素が整った地域であるといえる。では②政府の積極策についてはどうか？実際カリフォルニア州は米国内で最も環境に対しては積極であることが知られている。実際、2004年にグリーンウェーブ・イニシアティブ（The Green Wave Initiative）ではカリフォルニア州の職員および教員の年金基金のうち\$1.5 Billion（約1,500億円）を環境関連分野に投資することを決めた。その他、Public Energy Research (PIER) Program, California's Renewable Portfolio Standard (RPS), Renewable Energy Incentive Programs, Renewable Resource Trust Fund, Solar PV Initiatives, California Solar Initiative (CSI), Energy Efficiency Rebates, Diesel Emission Reduction Planなど数多くの政策が州政府の手で進められている。こう見てくると、シリコンバレーという地域はハイテクベンチャーが育つインフラ要

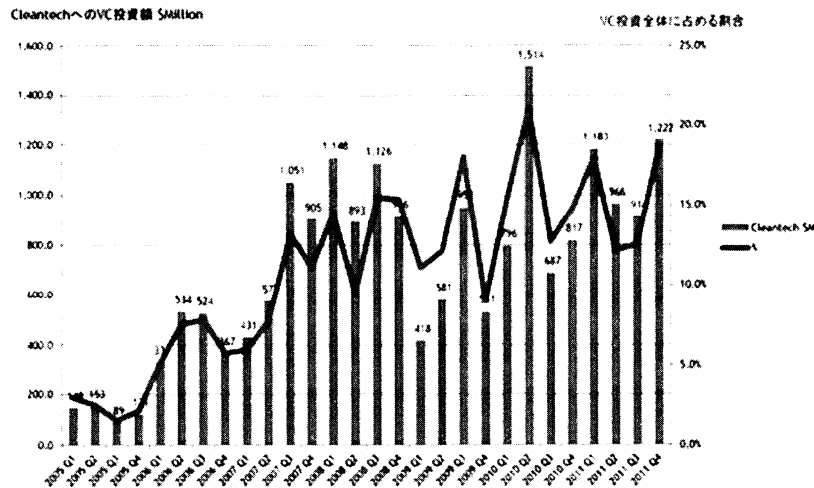
素を備えているのに加え、州政府の積極策という、グリーンテックにお金が出るためのもうひとつの要件を満たしているところといえる。もう一つ言及しなくてはならないのは、これまで長い年月を経てシリコンバレーで培われたエレクトロニクス、情報通信技術、材料技術、ナノテクノロジーなどの技術の多くが、実は燃料電池、太陽電池、バイオ燃料、先端的電池、電力分配管理技術、固体照明など、グリーンテックの多くのアプリケーションの要素技術でもあるということである。これらの技術の発展、これらの技術を駆使して新しい企業を起こそうという起業家、これらの起業家に資金を提供するベンチャーキャピタル、さらに、これらの活動を後押しする州政府および連邦政府の積極策が、イノベーションのネットワークを形成し、シリコンバレーでグリーンテックの地域クラスターの醸成をもたらしているということになる（石井正純 2007）。

全米では、グリーンテック分野のベンチャー企業に投資され資金はどれくらいであろう（図表3参照）。2008年時点で米国では\$4.1 Billion（約4,100億円）のお金がグリーンテック分野のベンチャー企業に投資された。これは同年のベンチャーキャピタル投資額全体の14.5%に当たる。2007年の\$2.7 Billion（約2,700億円）に比べ52%増である。2007年年時点では米国内でグリーンテック分野のベンチャー企業に投資されたお金の44%はシリコンバレーとサンディエゴを中心とする西海岸に投資されている。

オバマ新大統領は2009年「グリーン・ニューディール（Green New Deal）」政策を打ち出した。その政策は、景気刺激策の一環として始まった。その骨子は、今後10年の間に\$150 Billion（約15兆円）をクリーンエネルギーに戦略的に投資して500万人の雇用を生み出し、10年以内に現在中東とベネズエラから輸入している量に匹敵する石油の使用量を削減し、2015年までに米国製のプラグイン・ハイブリッド車を100万台走らせ計画であったが、これは未だに実現していない。一方、代替資源による電力を2012年までに10%、2025年まで25%達成し、さらに温室効果ガスを2050年までに1990年比で80%削減する、というものだ。これまでIT・エレクトロニクスの分野で先端技術を次から次へと生み出してきたシリコンバレーはこの環境・新エネルギー分野でも先導役を果たしている。シリコンバレーが長年にわたり培ってきた固有のハイテク・インフラがグリーンテック分野でも威力を発揮している。

グリーンテックがここまで、注目されるようになった背景には、IT産業が多くのエネルギーを消費する産業であることにもよる。グーグル検索一回につき7グラムのCO₂を排出する。世界の4千4百万台のサーバーが世界の電力の0.5%を消費している。全米の1.5%の電力をデータセンターで消費している（61 billion KW, \$4.5 billion：約4,500億円）。データセンターのエネルギー消費は急速な増大傾向にあり、2007年はハードウェアコストの50%、2011年はハードウェアコストの70%を占めていた。さらに、クラウドコンピューティングの需要増大に伴って、ますます、電力消費が増大している。現在 US CAGR（年平均成長率）=15%であり、PUE（Power Usage

図表3. 環境・エネルギー分野へのVC投資



Source : NVCA, Copyright : AZCA Inc.

Copyright : Ken Ito

Effectiveness) の低減策が重要課題になっている。ちなみに、Facebook の最新 DC では PUE = 1.03 ~ 1.09 であり、他社は 1.6 ~ 1.8 である (伊東健 2014)。

2.5.2 バイオベンチャーとシリコンバレー

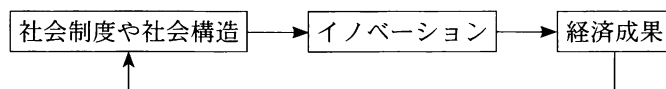
日本では、「バイオベンチャー」と呼ぶのが一般的だが、海外では「Biotech」と呼ぶのが一般的である。この新しい産業を担う優れた知識を持つ科学者を育てるために、カリフォルニア大学サンフランシスコ校 (UCSF)、スタンフォード大学、UC バークレーは強力な分子生物学のプログラムを作成した。この中で、例えば Stanley Cohen と Herbert Boyer (UCSF とスタンフォード大学) は、1970 年代初頭に DNA 組み換え技術を開発した。この DNA 組み換え技術は、現在ではバイオテクノロジーの基盤技術になっている。また、シリコンバレーのベンチャーキャピタルはバイオ技術ビジネスに多額の資金提供を行った。Kleiner Parkins は、バイオベンチャーのシータス社の立ち上げに成功し、このファンドから独立した Robert Swanson は、1976 年に UCSF の分子生物学者 Herberd Boyer を説得して、Genentech を設立し、その後多くの地元大学の生物学者がバイオベンチャーを設立した。例えば、Paul Berg と Arthur Konberg の 2 人のスタンフォード大学教授 (ノーベル賞学者) は、数年後に DNAX を設立した。シータス社は 80 年代に入ると、これも大学発バイオテック企業であったカイロン社によって買収されるが、カイロンは、UC バークレーの生物学者 (ウィリアム・ラッター、エドワード・ベンハット、パブロ・バレンゼーラ) によって創設されたバイオベンチャーである。その他にもアグリネティックス、モンサント、バイオゲンなど、80 年代に大学発の生物科学研究とベンチャーファンドとの連携の成功例は多い。1984 年までに 22 社のバイオベンチャーがベ

イエリアに操業している。バイオ技術とITは親和性のある技術で、例えば、IntelliGenetics（1981）はバイオインフォマティクス、計算分子生物学といった分野を開拓した。また、半導体、ソフトウェア、分子生物学の技術を再統合したGenechipも誕生した。このデバイスは、Affymetrixによって開発・販売され、集積回路製造の技術を結集したものである。チップは小型DNA診断システムとして機能し、数億の遺伝子のプロファイルと照合することができる（大木裕子 2011 pp.39-59）。1985年にMullisによってDNAの増幅法であるポリメラーゼ反応法（PCR法：polymerase chain reaction）が開発され、生命の設計図“DNA”を人工的に合成できるようになった。加えて「ゲノム（1個体全部のDNA情報のこと）解析」にはIT・情報処理技術の進歩が大きく貢献している（井沢悠 2014）。なぜ、このような生命科学関係の大学発バイオベンチャーが70年代から80年代にかけて急増したのか？それは、60年代後半から70年代にかけて、大学研究への政府の資金が急速に生命科学関係に注中していったことによる。それが、呼び水となり、1980年代には、サイエンス型産業の主役が、製薬産業に代表されるような生命科学の分野へと移っていった。その結果、80年代後半には生命科学への民間研究資金の投入は公的なものを上回るようになった。例えば、イーライリリー社がインシュリン開発に投入した研究予算は1億ドル、スミスクラインビーチャム社もほぼ同じ規模の研究予算をヒトゲノム関連に投入している（上山隆大 2011 p.20）。

3. 考察

産業革命が1800年ごろになぜイギリスで出現したのかに関する説として、3種類が言われている。1つ目は、「外因的経済成長説」で、社会の法制度や、さまざまな生産要素の相対的な希少性など、経済制度の外部にある何らかの特質の変化を原因とする説である。ここでの経済制度の外的な変化とは、たとえば、知的所有権やあらゆる財産の保全を司る社会制度の変化などである。ダグラス・スノーは、社会制度は経済活動の外的決定要因であるとした。2つ目は、「複数均衡説」で、何らかのショック、たとえば病気や戦争、新たな土地の征服などをきっかけに、経済が不健全で停滞した均衡状態から、近代の健全で動的な均衡へ転じたという説である。3つ目は、「内因的経済成長説」で、経済制度に内在する何らかの特質が、産業化以前の長い年月のなかで発展をとげ、最終的には近代的な経済成長の前提条件を作り出したとする説である。ここでの経済制度の内在的要因としては、人口そのものの大きさや、国民の特性の進化などが上げられている（グレゴリー・クラーク 2009 pp.32-34）。本論文では、経済活動をイノベーションと読み替えて、以上の3つの説の中で、特に1つ目の「外因的経済成長説」に注目し、シリコンバレーのイノベーションを歴史現象学の視点から分析した。本論文では、経済制度の外的な変化として、国際的なあるいは各国の環境に関する法律や条約などの社会制度や、戦争や冷戦構造などを分析の対象としている。図式的には、図表4で示される。

図表 4. イノベーションと社会制度や社会構造の相互作用



本論文で見てきたように、シリコンバレーのイノベーションは、第一次世界大戦から第二次世界大戦後の冷戦時代まで、ミリタリー・サイエンスそのものと呼んでもよいほど、軍事研究と密接に関係していた。冷戦後のシリコンバレーのイノベーションとしてのインターネット、グリーンテクノロジー、バイオテクノロジーなどは、民事的・経済的状況からの強い要請あるいは需要からの影響によって起こったと言える。もちろん、それらの活動を支えた政府資金やベンチャーキャピタルなどの経済的な支えの重要性も考慮すべきである。この様に、イノベーションを、それぞれの時代のイノベーションを担う人間の対象として、戦争や環境への能動的な「意味付与」あるいは意味形成という意味での「構成」と深く関係している現象としてとらえることが出来る。今後の課題としては、日本におけるイノベーションの創出の条件として、シリコンバレーのイノベーションの創出から何を学べるかである。

参考文献

1. Carr, D. [1999]. *The Paradox of Subjectivity: The Self in the Transcendental Tradition*. Oxford: Oxford University Press.
2. Carr, D. [1999]. *The Paradox of Subjectivity: The Self in the Transcendental Tradition*. Oxford: Oxford University Press.
3. Husserl, E. [1973a]. *Zur Phanomenologie der Intersubjektivitat II, Husserliana XIV*. The Hague: Martinus Nijhoff.
4. Husserl, E. [1973b]. *Zur Phanomenologie der Intersubjektivitat III, Husserliana XV*. The Hague: Martinus Nijhoff.
5. 石井正純 [2007]. http://www.azcainc.com/documents/articles/090215_JIMA.pdf 「グリーンテクノロジーが世界を変える (Green Technology will Change the World)、シリコンバレーの新潮流」、
6. 伊東健 [2014] 「シリコンバレー発展の歴史に学ぶイノベーションスピリット」、経営情報学会、イノベーションと組織のダイナミズム研究会、研究発表資料。
7. 井沢悠 [2014] 「バイオベンチャー業界の今を知る」： <http://knowledgecommons.net/2014/02/bioventure/>
8. Kant, I. [1956]. *Kritik der reinen Vernunft, Hamburg: Felix Meiner; Critique of Pure Reason. Trans. P. Guyer and A. W. Wood. Cambridge. Cambridge University Press. 1999.* [カント 『純粋理性批判』、宇都宮芳明監訳、以文社、2004年；カント 『純粋理性批判』 (カント全集 4, 5, 6) 有徳孝岳訳、岩波書店、2001年、2003～2006年]
9. 神田敏晶 [2012] 「シリコンバレー インキュベーターの存在理由」、1999年hot wired寄稿よりKandaNewsNetwork: <https://www.facebook.com/kandanewsnetwork/posts/417084355016472>
10. Merleau-Ponty, M. [1962]. *Phenomenology of Perception*. Trans. C. Smith. London: Routledge and Kegan Paul. [メルロ＝ポンティ 『知覚の現象学』 1～2、竹内芳郎他訳、みすず書房、1967～1974年；中島盛夫訳、法政大学出版局、1982年]

11. Nagel, T. [1974]. *What is it like to be a bat?* Philosophical Review 83, pp.435-450. [トーマス・ネーゲル『こうもりであるとはどのようなことか』、永井均訳、勁草書房、1989年所収]
12. 野家啓一 [2013]. 「数学と哲学のあいだ」、数学セミナー08、日本評論社
13. 大木裕子 [2011]. 「シリコンバレーの歴史」、京都マネジメント・レビュー、第18号。
14. オペレーションズリサーチ [2014]: Wikipedia :
<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%82%AA%E3%83%9A%E3%83%AC%E3%83%BC%E3%82%B7%E3%83%A7%E3%83%B3%E3%82%BA%E3%83%BB%E3%83%AA%E3%82%B5%E3%83%BC%E3%83%81>
15. パトリック・ブラケット [2012]: Wikipedia :
<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%91%E3%83%88%E3%83%AA%E3%83%83%E3%82%AF%E3%83%BB%E3%83%96%E3%83%A9%E3%82%B1%E3%83%83%E3%83%88>
16. Robert C. F. [2000] “Numbers are Essential”: Victory in the North Atlantic Reconsidered. March-May 1943.
<http://www.familyheritage.ca/Articles/victory1943.html>
17. スティーブ・ブランク [2012a]: シリコンバレーの秘密の歴史(1):
<http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/COLUMN/20120727/412182/>
18. スティーブ・ブランク [2012b]: シリコンバレーの秘密の歴史(2):
<http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/COLUMN/20120816/416206/>
19. スティーブ・ブランク [2012c]: シリコンバレーの秘密の歴史(3):
<http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/COLUMN/20120830/419342/>
20. スティーブ・ブランク [2012d]: シリコンバレーの秘密の歴史(4):
<http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/COLUMN/20120913/422589/>
21. スティーブ・ブランク [2012e]: シリコンバレーの秘密の歴史(5):
<http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/COLUMN/20121004/427485/>
22. スティーブ・ブランク [2012f]: シリコンバレーの秘密の歴史(6):
<http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/COLUMN/20121019/431041/>
23. スティーブ・ブランク [2012g]: シリコンバレーの秘密の歴史(7):
<http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/COLUMN/20121031/433781/>
24. スティーブ・ブランク [2012h]: シリコンバレーの秘密の歴史(8):
<http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/COLUMN/20121112/436464/>
25. スティーブ・ブランク [2012i]: シリコンバレーの秘密の歴史(9):
<http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/COLUMN/20121127/440122/>
26. スティーブ・ブランク [2012j]: シリコンバレーの秘密の歴史(10):
<http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/COLUMN/20121213/444041/>
27. スティーブ・ブランク [2012k]: シリコンバレーの秘密の歴史(11) 最終回:
<http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/COLUMN/20130116/449845/>
28. 上山隆大 [2011]. アカデミック・キャピタリズム—アメリカの大学と科学研究の現在—、NTT出版。
29. ヴァン・デン・ベルク. [1988]. 現象学の発見—歴史現象学からの展望、立教大学早坂研究室訳、勁草書房。