

半導体レーザーに見る光技術のイノベーション —日米の違いがもたらしたものは

一橋大学
清水 洋



◆清水 洋 (シミズ ヒロシ)
一橋大学大学院商学研究科・イノベーション研究センター・准教授

1973年横浜市生まれ。2007年ロンドン・スクール・オブ・エコノミクス・アンド・ポリティカルサイエンス (Ph. D)。アイントホーヘン工科大学ポストドクトラルフェローを経て、2008年9月より一橋大学イノベーション研究センター専任講師、2011年4月より現職。『ジェネラル・パーパス・テクノロジーのイノベーション—半導体レーザーの技術進化の日米比較』にて、第59回日経・経済図書文化賞を受賞。

「スピニアウトは本当にイノベーションを促進するのか」。一橋大学准教授の清水洋氏は著書「ジェネラル・パーパス・テクノロジーのイノベーション」の中でこう問いかける。

半導体レーザーで繰り広げられた熾烈な開発競争において、スピニアウトの有無がその結果に大きく作用したという氏の主張は、膨大な時間を掛けて行なわれた聞き取り調査によって裏付けられていく。

その数は国内外の半導体レーザーの研究者を中心に延べ178人を数える。そこから見えてきたのは、時に僅かな差が勝敗を決した研究者たちのドラマでもある。

本書は半導体レーザー開発の過程において日米で起きていた舞台裏を、技術的背景も含めて丁寧に解き明かしている。経営学のテキストとしてはもちろん、新たなイノベーションの指針として、また開発史の読み物としても貴重な一冊である。

今回は著者の清水氏に、本書を通じて訴えたかったこと、また日本の現状と将来に描くべきヒントを聞いた。

—なぜ半導体レーザーの日米比較を研究課題に選んだのでしょうか

僕がイノベーションの研究を始めた頃、ジェネラル・パーパス・テクノロジーが注目されていました。「汎用性の高い、応用領域が広い技術」と言えば分かりやすいでしょうか。その一つにイギリスの産業革命期の蒸気機関があります。蒸気機関は色々なものに使われたからこそ、そのインパクトが大きかったという議論があって、僕もそうしたものを対象とした研究をしたいと思っていました。

そんな時、留学先のアメリカで出会った日米のオプトエレクトロニクスに関する技術調査書に、日本の半導体



清水洋著「ジェネラル・パーパス・テクノロジーのイノベーション」
有斐閣 2016年

レーザーの強さについて書いてありました。レーザー全般がジェネラル・パーパス・テクノロジーとして考えられていたので、これは研究テーマとしてすごく良いかもしれないと思ったのがきっかけです。

その後、なぜ日本の半導体レーザーが強くなったのかを研究をしていたのですが「日本が強いのは分かったが、その領域を得たことによって失ったものも存在するのではないか」と言われたことが、その後にアメリカの半導体レーザーのことも調べ、日米の比較を行なうきっかけとなりました。

もう一つ、イノベーションという観点からいくと、当時はスタートアップ、ベンチャー企業に対する研究が非常にホットでした。アメリカのオプトエレクトロニクスを見るとスタートアップ企業がかなり多くて、日本にはあまりありません。そこからイノベーションにどう変化が起こるのかうまく対比できるのではと思い、日米の比較を始めたというのがあります。

これを大学院の学位論文で書いて、1年間オランダの大学で研究発表をブラッシュアップして日本に帰ってきました。それから本格的に自分の考えるモデルを検証するための聞き取り調査をして、ようやくこの本になりました。2004年くらいから研究を始めて10年ちょっとくらいかかっています。

—日本の半導体レーザーが強かった理由は何でしょうか

これは本に書いた通りいくつかあって、例えばアメリカと日本は産業組織が全然違います。産業組織とはどの

くらいの規模の企業がどのように分布しているのかという話ですが、日本は垂直統合の程度が高い、いわゆる大企業が中心です。大企業が何十社もあるわけではなくて寡占的に何社かある。その体制がテレコムとか民生を含めた、大きなマーケットを取りに行くには非常に良かったのだと思います。

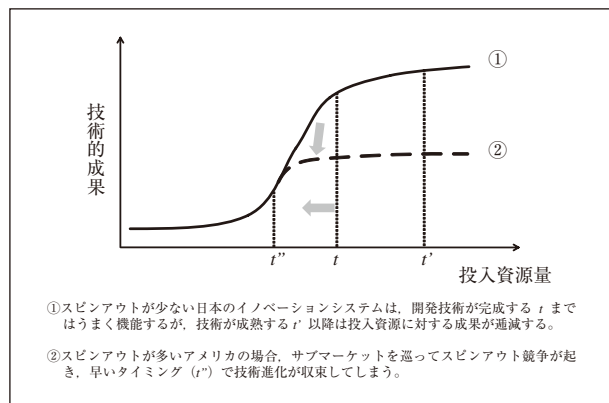
あとはスピナウトが起きなかったのも非常に良かったと僕は考えています。つまり優秀な研究者が途中で外に出なかったということです。優秀な研究者がNTTとか日立とかNECとか富士通とかにずっといて、同じ領域で切磋琢磨していったというのは、日本企業の強さの源泉でした。

他にはマクロ経済環境がすごくよかった時代というのもあります。70年代から80年代くらいにかけては、オプトエレクトロニクスだけではありませんが研究開発投資環境が非常に良かった。それが例えば20年後に生まれた技術だったら、ずいぶん変わっていたんだろうなと思います。聞き取り調査では、MOCVD装置のような大型の投資でも会社から渋られたなんて話はなかったですからね。

—アメリカもベンチャーキャピタルなどのリスクマネーが潤沢です。当時の日本の投資環境との違いはなんでしょう

日本の投資環境ですが、日本企業は垂直統合的であったので、まずは自社内で使えるというのがありました。社内での投資ですね。多角化した企業の典型ですけど、内部留保からの投資なので社外から資金調達をする必要は全くなかったわけです。一方、アメリカの場合は社外からの資金調達が比較的容易でした。例えばラボを1個作るくらいの投資を得るのが容易だったからこそ、RCAやベル研から人がどんどん出てしまうということが起きました。出てしまうとサブマーケットの方に経営資源が拡散してしまうので、結果として既存の累積的な技術開発への投資が少なくなってしまいます。だからこそアメリカは上手いかなかったという話をさせてもらったんです。

一般的に「イノベーション」と言うとスタートアップとかスピナウトが代表する「いいもの」だと研究でも



スピンアウトのタイミングと技術成果の関係 (提供：清水氏)



捉えられてきました。確かにサブマーケットを開拓してくれますし、そのうちのいくつかがきっと花開くので、悪いものではないんです。ただ、そればかり追っていくと、既存の大企業の研究開発の生産性も落ちてしまうと思います。これが僕の議論の柱になっています。

—当時の日本は人材的にも恵まれていました

1970年にベル研究所で半導体レーザーの室温連続発振に世界で初めて成功した林（厳雄）さんが日本に帰ってきたのが非常に大きかったと皆さんおっしゃいますね。それでコミュニティや横のつながりができ、失敗が共有されることで研究が加速しました。当時の文献を読んでも、電総研の桜井（健二郎）さんが「光で行くぞ」って言うておられたり、雰囲気も良かったのでしょうか。

末松（安晴）先生のお話も面白かったですね。レーザーと光ファイバーで通信をやろうっていう構想もそうですし、末松研の人材が日本のテレコムを引っ張ったことを考えても、やはりすごい方だと感じました。70年代とか80年代初頭は、本当に優秀な方が光の分野に集まっていたんですね。なぜだったのか皆さんに聞くんですけど、やっぱり技術として夢や未来があったっておっしゃいます。それだけ魅了するものがあったのでしょうか。

—現状をどう見られていますか

日本もずいぶん変わってしまいました。価格競争が激しいのでプレイヤーがだんだん市場から抜けてきていますが、僕はそれでいいと思っています。半導体レーザー

に限って言えば、もう技術も既存の市場も飽和してしまっているんで、どこか新しい技術の応用先に技術を逃がしてあげないといけません。今はちょうどそのフェーズだと思います。なので、今から「半導体レーザーを新しくテレコムで使おう」と言われると僕はすごく違和感があります。「これから半導体レーザーはどうしたらいいのでしょうか」という話もたまにあるのですが、「もう、そこでの価値づくりは難しいのではないのでしょうか」というのが率直な感想です。

—それでは価値づくりをどうすればいいのでしょうか

我々のイノベーションの考え方からすると、経済価値は産業のボトルネックになっているところで生まれます。半導体レーザーがボトルネックになっていれば今までのやり方でもよかったんですけど、もはや半導体レーザーの性能が最終顧客にとって重要な価値の差を生むものではなくなってきています。もし半導体レーザーを使って価値を生みたかったら、それがボトルネックになるように補完財の性能を上げてあげないといけません。

分かりやすい例がGEです。GEはオープンイノベーションを色んな領域でやっていて、その一つとしてジェットエンジンがあります。GEにとっての経営資源はジェットエンジンの設計能力ですが、それだけでは駄目で、エンジンを機体に取り付けられないといけません。そこで使われるブラケットは、強度を出しつつ軽くしたいという要求があって、そこがボトルネックになっていたそうです。

そこでGEは自分たちのジェットエンジンによって機



GEのコンペティションで優勝したブラケット（出典：GrabCAD）

体にどういう圧力が掛かるかというデータを全て公開し、それをもとにブラケットの設計をしてくださいというコンペティションをしました。そうして世界中から優秀なブラケットの設計を集め、自分たちで使わずに全て公開したんです。

ブラケットはジェットエンジンのあくまでも補完財です。もし、ブラケットの設計がボトルネックになってしまえば、GEは自社の強みで価値が出せなくなってしまいます。いくらGEが優れたエンジンを開発したとしても、それを取り付けるブラケットの質がボトルネックになってしまえば、航空機メーカーはエンジンの取り付けができず、エンジンの価値はブラケットメーカーに奪われてしまうことになります。

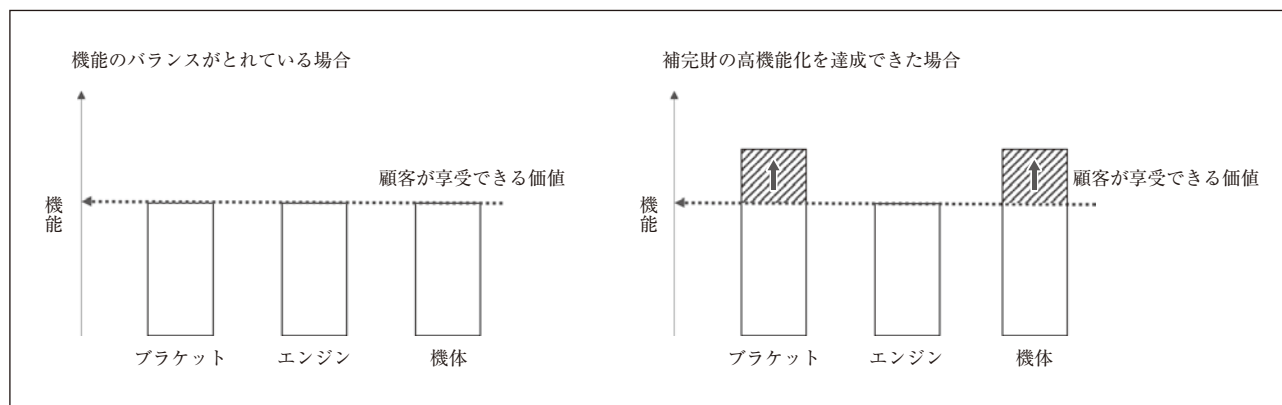
GEはブラケットの設計図を公開することで、ブラケットを作る新規参入企業を増やしました。そうして安く

て優秀なブラケットが増えると、ボーイングなどの飛行機メーカーからすると今度はGEのジェットエンジン設計の方がボトルネックになります。だからGEはより優れたエンジンで価値づくりをし、利益を生むことができるようになったのです。

これを半導体レーザーに置き換えると、半導体レーザーの性能がちょっとでも上がったときに、顧客がその価値を享受できるような状態にしてあげないと儲かりません。そのためには補完財の性能を上げてあげる。相対的に半導体レーザーがボトルネックになるようにしてあげられればもう一度儲かるようになると思います。ただ、そのためにはすごく大きな戦略が必要です。半導体レーザーを作っているところを集めて交渉力を高めましょう、規模の経済性を高めましょう、などという話ではないと思います。

—光業界にも多い中小企業はどうするべきでしょうか

本当に技術力があれば、中小企業にとってもオープンイノベーションはチャンスだと思います。技術をうまく発信すれば大手企業に探してもらえますから。今までだと中小企業も、技術を取られる心配があったりして大手企業と組むのは嫌だったと思うんですよね。でもオープンイノベーションが定着してくれば、大手企業だってそんな風に言われて良い中小企業とコラボレーションができないのは損失ですので、うまいやり方を見つけています。中小企業の側でちゃんと知財を取っていれば、大手企業もすごくやりやすいと思います。いろんな会社が外



補完財の性能を上げることで自分の製品をボトルネック化できる（提供：清水氏）

部の良い技術を探していますから。

光とは業態が違いますけど、例えばP&Gは外部の、本当に新しい、今まで繋がり無しのところの技術を探そうとしています。大切なのは良い製品になるかどうかであって、どこで作った技術かなど顧客には関係ないという考え方です。いい製品を他社より早く顧客に届けることが重要だと考えている企業にとって、外部の技術を取り入れるのは良い手段です。自前主義を脱却したい企業は本当に多いので、中小企業は良いパートナーになると思います。

これも領域が違いますが、スポーツウェアのアンダーアーマーという会社もそうです。設立してからまだ20年くらいなんですけど、既にナイキ、アディダスに次ぐ営業利益の額で業界3位です。ミズノやアシックス、ニューバランス、プーマなんかをどうやって抜いたかという、とにかく外部の力を活用してきました。アンダーアーマーからすると自分たちには何もないので、「イノベーションチャレンジ」というコンペティションを毎年開くなどして、とにかく良いところに来てもらうというスキームを作っています。

そこでできるコラボレーションの多くは大企業とのものですが、革新的なアイデアと言うのは小さい会社からくるそうです。こうしたスキームでやっている大企業は多いと思うので、そういうところを自分たちからも探索する、探索してもらうように情報発信をするというのは、中小企業にとってあり得る戦略じゃないですかね。

—この本で一番訴えたかったことはなんですか

僕はイノベーションを生み出すための社会システムがどういうものかってことにすごく興味があります。そこで分かったのが「こういう社会システムならイノベーションが常に生まれます」っていうのはなくて、長所短所が必ずある。ここを一番訴えたいですね。そういう意味ではAIに対してはやや心配しています。AIはサブマーケットに対する引き抜き競争が始まっていますよね。そうすると、本来もっとAIの基盤技術みたいなものが高く成長したはずなのに、それが低く収束してしまう可能性がある。そこが危惧しているところです。

あと、最後にアメリカの半導体レーザー研究者のピー



ター・ゾーリさんの話を書いたんですが、彼は優秀な研究者なんですけど、彼が行くところ行くところ半導体レーザーの研究が終わっちゃうんですよ（笑）。だから転職が多いんです。スペリーランドからIBMに行ってベンチャーに行って、最後フロリダ大学に行って、中村修二さんとそこで会うという具合です。

でも、彼は転職する先々ですべて半導体レーザーをやっていたので、社会的に見れば彼の技術の蓄積というのは活かされているんですね。だけど日本の場合、例えば三菱電機の須崎（渉）さんは本当に室温連続発振に近かったんですけど、三菱電機は半導体レーザーをやめてLEDで行くと決めたので、そこで一度中断してしまうのです。そうすると、須崎さんの個人的な技術の継続性というのはどうしてもそこで一度途絶えてしまいます。

だから日本企業は長期的なパースペクティブがありませんと言っても、なんだかの理由で事業をやめちゃうと全く長期的ではなくなってしまう。むしろアメリカの方が長期的に技術を育てる仕組みがあるんだと強く感じました。日本は本当に経営者の責任が重大だと思います。経営者がある技術を辞めるといったら、そこで社会的に途絶えちゃうんですよね。人が外に出にくいので。

アメリカならジャック・ウェルチがやめると言っても、良い技術だったらマーケットが機能しているので他で拾ってもらえます。そこが大きな違いだなと思いますね。日本で半導体レーザーやられた方は結構違う部門へ行かれたんじゃないかと思うんです。例えばそれで営業に行きましたとなったなら、社会的にはすごくもったいないで



すよね。日本はそういう損失が起きやすい社会だってことが分かりました。

—日本の社会は再挑戦が難しいと言われます

この話を海外ですと、「日本でそんなに優秀な人たちがいるんだったら、なんで海外のベンチャーに行かないの？」ってよく質問されます。我々の言葉でリエンプロイメントコンディションと言いますが、日本は失敗したときに、次にどういう職場で仕事ができるのかというのが薄いという問題があります。大企業を出て失敗したら行くところが無いではなかなかやれません。もし失敗しても同じような処遇で同じような仕事ができるという労働の流動性が高まるとかなり違うとは思いますが、そこが無いんですよね。

かなり前の話ですけど、日本の大手メーカーからアメリカのベンチャーに行った方が会社を辞めるとき、人事部長から「もう日本の会社に戻ってこれると思うなよ」と言われたって話を聞いて、そんなことがあるんだ、怖いなと（笑）。日本人の場合、語学の壁とか家族とかもあると思うんですけど、行き先がベンチャーだとすれ

ばなおさらでしょうね。

—本書ではかなり聞き取りをされていますが苦労はありましたか？

僕が苦労したことは全然ないんです。いろんな方に聞き取りをお願いしましたが、本当に皆さん快く受けて頂いて、次の人を紹介して頂いたりもしました。ミクロなレベルで見ると研究者って競争していますが、もうちょっとマクロな目で見ると同じ技術課題を解くコミュニティになっています。コミュニティのあり方にも興味があって、顔の見えるようなコミュニティがあるところがいいなと思ったのも、半導体レーザーを選んだ理由の一つです。

そこでの聞き取りを通じて本当に感じたのが、「資本主義の主役って面白いんだな」ってことです。イノベーションというのは資本主義を動かしていく一番の源泉で、人々の暮らしも良くします。でも、それを実際に作っていらっしゃる人たちって本当に大変だったと思うんですね。一刻一秒を争って開発をしている。よく聞かされたのが「あそこが最初に発表したけれど、実はうちがやっていた」という話です（笑）。そのプライオリティ競争はすごく熾烈で大変だったと思うんですね。だけどその競争に勝てば世界で最初に儲かるって分かっているわけです。それはもう大変だけど、血沸き肉躍るというか、イノベーションが生まれ持つ資本主義を駆動させるものが「あ、こういうことなんだな」ってよくわかって、僕はその舞台にいた技術者の皆さんが羨ましかったです。すごく。

僕の学生は技術系ではないですが、文系でもこうした経験はあると思うんです。このマーケットでこうやっていけばというような瞬間が。是非、そういうのを味わって欲しいですね。



オプトロニクスオンラインが「スマホアプリ」になりました！

いつでもどこでも気軽に光関連ニュースをチェック 



Android

QRコードから
ダウンロードしてください！



iPhone

