

「ものづくりセミナー」

◆講演◆ 「ものづくり中小企業はオープンソース活用により新製品を誕生させる」
 ～大学等研究者の「ものづくり」に携わることでオープンソースの知見活用の
 技術開発モデルを構築した開発型メーカー～

講師：ヤグチ電子工業株式会社 取締役専務 佐藤 雅俊 氏

当財団は平成29年9月8日（金）七十七銀行本店5階会議室において、特定テーマセミナーを開催いたしました。本特集では、講師にお招きしたヤグチ電子工業株式会社 取締役専務 佐藤 雅俊 氏による講演内容をご紹介します。

1. もともとは大手メーカーから受託する製造会社

創業時は、ヤグチ電子工業はいわゆる下請けの製造会社でした。主に某大手電子機器メーカーから受注していました。事業内容としては、各種基板の実装から製品化まで行っていました。例えば、一世を風靡したポータブルオーディオプレイヤーを600万台受注した実績のある会社です。

その後の技術革新により、前述の受注は中国など海外でも対応できるようになり、そこから当社ではリチウムイオン電池・充電器、時計関連、携帯電話関連、外付けのハードディスクなどを受注しました。ここ最近ではLED関連の受注をいただいています。

当社の略歴ですが、私が入社した頃、社員は約600人いました。当時本社は神奈川の相模原市にありまして、某大手メーカーからの受注がメインでした。石巻の工場は平成2年に設立しました。しかし円高、国内の産業空洞化、リーマンショックなどの影響で業績が悪化し、今では石巻の工場以外は閉鎖しています。

当社の敗因は、メインの大手メーカー1社にこだわっていたところだと思います。当時は1社を向いていれば仕事が来たため営業もおらず、受託生産頼みの状態でした。



佐藤 雅俊 氏



ヤグチ電子工業株式会社 本社

2. 震災による転機：放射能線量計「ポケットガイガー」の開発

(1) 開発のきっかけ

平成21年に、当社は相模原市の本社工場を閉鎖、石巻の工場を本社化し、経営陣も一新しました。平成23年に東日本大震災があり、このままではいけないと思っていました。そんな中、技術者のネットワークから、陣中見舞いということで多くの方々が当社に来ていただきました。その中に現在の当社の取締役である石垣君がいて、彼ら技術者たちと「放射線量計がない」という話になり、そこから開発が始まったのが「ポケットガイガー」です。石垣君はまだその頃他社の社員でしたが、私と2人だけで商品開発を進めることになりました。開発を始めてから1週間ほどで「ポケットガイガー」の原型はできたのですが、2人だけで商品化は不可能なので、広い知見を求め、オープンソース活用の仕組みづくりを検討しました。

(2) オープンソースについて

「ポケットガイガー」におけるオープンソースのコンセプトは、①スマートフォンで測定、②GPSで情報共有、③フェイスブックで議論できる環境でした。

まず①スマートフォンで測定です。演算・表示をスマートフォンで行うので、センサーはアナログ出力で十分となり、最安価で拡張性の高いセンシングができます。またアプリ更新によって、進化が容易になりました。センサーの差し口にはイヤホンジャックを使っており、音声出力を電源としたためノイズが少ないというメリットがありました。つまり、スマートフォンにマイクとスピーカーが付いている状態で、スピーカー出力を電源にしたデータをセンシングしてマイクで拾っています。あとは一般的なスマートフォンモデルに対応するため随時更新をしています。



ポケットガイガー

次に②GPSで情報共有です。スマートフォンはGPSを搭載しているので、測定値とGPSデータは持っています。それをGoogleマップに貼り付けていくという取り組みを実施しています。これは累計100万地点以上になりました。

最後に③フェイスブックで議論できる環境です。生活圈、避難地域における線量の情報共有が図られ、いろいろな情報が入ってくる環境になっています。例を挙げますと、千葉県で、ある日公園の真ん中に土の山ができていて、子供たちがみんなで遊んでいたそうです。測定してみたら0.49マイクロシーベルトと汚染土の山だった。県にそのことを言ったらバリケードを作ってもらえましたという情報がありました。避難地域における情報としては、あるドイツ人がチェルノブイリに行き、測ったら2.49マイクロシーベルトあったと報告してくれました。また、福島のJビレッジの作業員の方々が持っていて、日々データをあげてもらっています。放射線量が少しずつ下がっており、収束に向けて進んでいる様子がフェイスブックで分かるという環境になっています。

結果フェイスブックで累計3万人くらいのグループになり、その中の約700人が大学の先生や研究者の方々です。つまり、フェイスブック上で専門家を交えた議論が日々交わされているのです。また比較実験も多くしていただいています。いろいろメーカーの測定器や、福島に600箇所くらいあるモニタリングポストとよく比較してください。

(3) 開発の進展

「ポケットガイガー」のセンサーにはピンフォトダイオードという素材を使用しています。放射線量の測定器には、シンチレーダーやガイガーミュラー計数管を使うことが多いのですが、シンチレーダーは高価なうえに、毎年校正する必要があります。ガイガーミュラー計数管もシンチレーダーほどではありませんが高価で、毎年校正が必要です。ピンフォトダイオードは安価で、ほとんど劣化しないので校正も不要です。感度は落ちますが、一般的なユーザーに対しては問題ありません。

試作品ができたので、ホームページで取組みをアピールし、校正協力を募集しました。するとなぜかオランダの国防省の担当者からメールが来て、校正していただけるというので3台送りました。結果、オランダの国立計量局で測定され、約2週間後に証明書付きでデータが来ました。そこで早く製品化してほしいという話をいただきました。国内では高エネルギー加速器研究機構に校正していただきました。

製品化に必要な資金調達については、クラウドファンディングを活用しました。スターターというアメリカのクラウドファンディングで、約2週間で150万円ほど集まりました。クラウドファンディングのメリットは、単純に投資家から資金を集めるのではなく、基本的に先行販売の形だということです。そのためファーストロットでどのくらい作ればいいのか、市場要求度がだいたい見えてきます。クラウドファンディングを使うことは、新製品の開発に有効かもしれません。

そのうえで、ホームページで回路図とソースコードをすべて開示し、研究者なら誰でも作れる環境にしました。そのホームページは「radiation-watch.org」という名前で立ち上げ、会社とは切り離し、非営利化しました。会社のホームページ上で放射線量計を売っても誰も見に来ないので、新たなプロジェクトで放射線量計を取扱っていることがわかるホームページを作りました。放射線量計を取扱うことによる会社への風評被害を防ぎたかったという狙いもあります。

また先ほども言いましたが、フェイスブックを立ち上げ情報交換の場を設けました（累計約3万人のグループ、うち700人が研究者）。そうすると、取扱説明や知識共有がメインになりますが、ユーザー間の情報共有が図られます。例えば放射線量計で数値を測定しても、高いのか低いのか、何か対策が必要なのか、一般の人にはわからないので、そういう会話ができる環境を目指しました。結果、研究者が積極的に「ポケットガイガー」を使い、フェイスブック上で他のユーザーに助言をしてくれる状態になり、更なる改善要求が次々と来るようになりました。そうして日々進化する測定器になっていったのです。

3. オープンイノベーションのすすめ

オープンイノベーションによるメリットでまず挙げられるのはスピードです。社外の技術やノウハウがどん

どん取り入れられ、迅速に研究開発ができます。多様性もメリットのひとつで、異なる経歴の人が集まり、一緒にものづくりができる環境だと、会社の中では全く考えつかないようなアイデアや知識がどんどん集まってきます。また、研究者が大学の施設を使って自主的に実験してくれることもあります。拡散しやすいということもメリットです。大学の先生と一緒に研究開発すると論文を書いてくれます。その論文が世界中に広がってくれて、自然に知名度が上がっていきます。最後に挙げるメリットはコスト削減です。小さなコストとリソースで、プロジェクトがどんどん進められます。結果失敗しても、投資が少ないのでリスクが抑えられます。

4. 震災以降の事業展開

(1) スマホセンシング事業

先ほどの「ポケットガイガー」もこの事業に入ります。他には「モハラジオ」という商品があります。当初、電車のモーターの寿命を測る聴診器にならないかと思って開発しました。2年で交換と言われていたモーターが4年使用できたらそれを測る聴診器にはメリットがあると思い、モーターのメーカーに売り込みましたがうまくいきませんでした。あきらめて、他の活用方法を考える中、この「モハラジオ」が電車マニアに売れてしまいました。芸能人が深夜番組で使ってくれて、電車マニアの間では有名な商品になっていたのです。

次に「ポケットPM2.5センサー」です。平成28年に販売を開始しました。PM2.5は中国から飛んでくるイメージがありまして、中国の数値は年平均80.5マイクログラム、最高値885マイクログラムとなっています。日本の環境省の指針で警報を出すレベルが70マイクログラムですが、そのほぼ10倍以上が流れてることになります。木工関係の会社で、産業医から作業場内の粉塵の測定にPM2.5センサーを使いたいという依頼を受けたのですが、測ったら警報レベルの70マイクログラムを優に超え、約270マイクログラムでした。そんな中、作業員はマスクすらしていないのです。産業医の方が慌てて作業を止めて、みんなにマスクを配っていました。一般的な用途としては、アレルギー対策等住環境の管理や空気清浄機のフィルター点検に使用できます。法人用途としては、工場の環境観測などに使う定点設置型のセンサーを開発中です。また、飲食店の分煙にかかる測定や管理もできるようになると思います。



「モハラジオ」



「ポケットPM2.5センサー」

また、現在は二酸化炭素センサーを作っています。二酸化炭素は、空気中の濃度が2500PPMに達すると意思決定能力に影響を及ぼす、つまり眠くなってきます。文科省では、学校の教室内の二酸化炭素濃度が4000PPMを超えてはいけないとしています。労働安全上の基準は5000PPM以下です。6000PPMで頭痛が起こり、6500を超えると9割の人に眠くなる、気だるくなるといった二酸化炭素にかかる障害が起きると言われています。実は車の中はそういう環境になりやすいのです。冬場、特にバスは、後ろに乗客を50人くらい載せて、暖房を内気循環で回すと、二酸化炭素濃度は30分で6000PPM、40~45分で6500PPMを超えるというデータになっています。そこで二酸化炭素センサーをバス・タクシーの運転管理に採用してもらえないかと思っています。

(2) 医療機器事業

「オクルパッド」という商品があります。iPadを加工したもので、メガネをかけないと見えないモニターになっています。

きっかけは、当社の従業員が、震災でテレビが壊れたから直してほしいと言ってきたことでした。液晶が割れていたのでも直らなかったのですが、液晶の手前にある偏光フィルムをはがしたら画面が真っ白になったのです。そしてそののはがしたフィルムで見ると画面が見えるのです。そこから面白いことができそうだと考え、開発を進め、特殊なメガネをかけないと見えない液晶ディスプレイ「ホワイトスクリーン」を商品化しました。用途についてはいろいろアイデアがありましたが、広告代理店に提案し、サイネージ用途で使っていただくようになり、ある服飾ブランドの展示会に採用されました。その展示会の会場から、北里大学の半田先生に直接電話をいただきまして、これは面白いから共同研究したいと言われました。そこから開発が始まり、完成した商品が「オクルパッド」です。

販売前に知名度を上げようと思ったのですが、この商品は医療機器なので広告ができません。そこで様々な賞に応募し、仙台市のビジネスグランプリ優秀賞、七十七ニュービジネス助成金、みやぎ優れMONOを受賞しました。また、産学連携の研究成果として展示会に出店し、知名度の向上に努めています。

「オクルパッド」の用途ですが、小児弱視や斜視の訓練機器になります。小児弱視は国、人種、性別関係なく、子

子供の約3%が発症します。日本には約25万人の患者がおり、海外を見るとさらに大きな数字になります。

小児弱視のメカニズムですが、立体的に物を見ようとするときに焦点が合わないという症状になると考えれば分かりやすいかと思います。人には利き目があり、生活するうえで7割は利き目を使っているのだそうです。そのため焦点が合わない状態になると、脳がこの環境を異常と判断し、利き目ではない方の画像を遮断します。そうすると、利き目ではない方の目の視力が下がる。例えば1.2と0.2という視力になってしまいます。それを通常弱視と言いまして、そのうちの一部の子が斜視と言って横を向いてしまうのです。6歳くらいまでに訓練を開始しないと完治しないと言われています。だからできるだけ早期に発見し、訓練させる必要がありますが、なかなかその環境が整っていません。

また、今までの訓練法は、遮へい用の眼帯を健全な目に貼り、悪い方の目を訓練するというものです。この訓練法にはいろいろ問題があります。小さい子供が相手ですから、親が毎日自分の子供に眼帯を貼らなければならない。嫌がる子供も多く、辛い作業と言えます。また貼ることによる“かぶれ”や、その外見を理由に起こる“いじめ”などのストレスも考えられます。加えて、片目で見える環境になってしまうので、立体視の育成不全が起きます。そして最も厄介な問題は「健眼弱視」です。眼帯で健全な目を遮へいした状態が続くと、脳が今度は健全な目の情報を遮断します。そうすると健全な目の視力が落ちてくるのです。

北里大学の半田先生は3DVFTという機械を作っています。3D映像で両目別々の画像を見せるのですが、訓練する方の目だけアリが見えるというものです。そのアリを、マウスでカーソルを動かして、つまんでカゴに入れていくというゲームです。両眼が開放された状態で訓練できる点が大きなメリットです。アリ以外は両目に同じ画像が見えており、立体視や目の定位もアシストしながら訓練できます。眼帯による治療法では、眼帯を剥がした後も焦点が合わず、再発する可能性があります。3DVFTでは訓練後の再発がなくなります。欠点としては、機器が大きく、また高価なので、病院に設置しなければならない点です。またメガネを外しても画像が見えるので、訓練中は監視が必要です。マウスの操作が小さい子供には少し難しいということもあります。

「オクルパッド」では偏光メガネでホワイトスクリーンを見るので、健全な目だけ画面が見えないという状態になります。メガネを外すと画面は真っ白になり、ゲームをするにはメガネをつけなければならないので監視が不要です。また小さく、安く、軽いためどこでも訓練が可能です。そして訓練期間のログ、つまり1日に何分やったというデータがすべて残ります。そのため、在宅訓練で2週間に1回くらい病院に通えば訓練効果が確認できます。



偏光メガネでみたホワイトスクリーン



「オクルパッド」のゲーム画面

「オクルパッド」の効果ですが、後頭葉視覚野と言われる部分の酸素化ヘモグロビン、つまり血流量を比較すると、従来の眼帯による治療法は、片目の情報しか脳に行かないので、半分しか動かない環境になります。「オクルパッド」を使うと、動画をただ見ただけで、通常状態と同じくらいの血流量になります。それに加えてゲームをすると、ゲームに集中するためどんどん血流が増していきます。血流が増して、脳が活発に動くと、目をつなぐスピードが速くなります。結果、眼帯による治療法だと約1年から1年半と言われていたものが、「オクルパッド」だと2～3ヵ月で訓練できます。眼帯による治療法は、長く続けると健全な目が弱視化します。3ヵ月くらい貼ると、健全な目の視力が少しずつ落ちますので、そのタイミングで1ヵ月休む。それが3～4サイクルでようやく治ってきます。そうすると健全な目が1.2なら、少し視力が下がり0.8～1.0くらいで両目が揃います。「オクルパッド」だと、健全な目の視力が下がることなく揃います。

この事業で最も驚いたことは、患者の母親が泣いて喜んでくれたことです。患者は小さい子供なので笑うだけなのですが、母親から手紙や動画をいただきました。また今年なんかやりましようよと、会社全体で盛り上がり、この商品を作ってよかったと思いました。

「オクルパッド」の現状の取組みですが、実はJICAの「中小企業海外展開支援事業」に採択されまして、

タブレット型視覚検査装置
Occlu-pad オクルパッド



「オクルパッド」

インド向け進出を開始しています。インドにおける弱視患者は247万人と言われており、日本の約100倍です。各団体の後押しもあり、さらに活発にこの商品が販売できると考えています。

派生した取組みとして、全距離両眼開放視力検査機の開発を進めています。今までは片目を隠して視力検査をしていますが、片目が真っ暗になるので、検査している目の瞳孔が少し開きます。そのため視力が少しだけ低い数値で出ます。片目だけ見えるメガネを使うと実態視力が測定できるというメリットがあります。

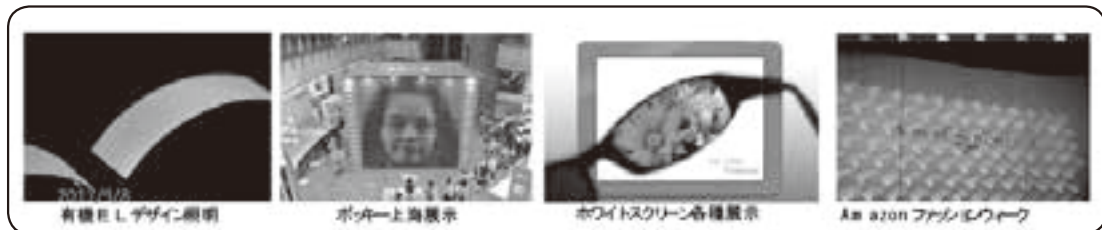
他には北里大学と共同で、立体視機能育成訓練装置の開発を進めています。スポーツ選手の立体視力の向上が目的で、宮城県医療分野参入促進事業の助成を受けています。

また、立体視機能検査器「ポケモンステレオテスト」という商品を販売開始しました。ポケモンのキャラクターが4匹印刷されていて、健全な目であれば、一目見たときにそのうち1匹が手前に見えるというものです。この商品を3歳児検診で標準化できないか、と考えています。今3歳児検診だと、視力検査は義務付けられていません。視力検査のランドルト環（視力検査用の記号。「C」のような形で、開いている方向を判別する）は、3歳児には表現しづらいのだそうです。この商品を使うと、立体視、両目の視力、および目の定位の状態が一目で分かります。この商品で小児弱視の早期発見を実現し、「オクルパッド」で訓練して治していただければ、と考えています。

(3) サイネージ・インタラクティブ広告事業

前に述べた「ホワイトスクリーン」を活用したのですが、従業員からのテレビの修理依頼から端を発して、何層にも分かれているテレビの層の間の偏光フィルムをはがすと、光が乱反射して画面が真っ白になりました。そしてその偏光フィルムをメガネに付与しただけで乱反射した光を整理し直すので、そのメガネをかけた人には画面が見えるのです。

デザイン「あ展」というNHKの教育テレビ番組の展示会で、虫眼鏡で見ないと昆虫の画像が見られないというものを作りました。そこからがこの事業の始まりで、その後、世界的な服飾メーカーの展示会がありました。通常はロゴマークしか見えないけれど、メガネをかけるとロゴマークの間に人物像が重なって映ってきます。もともとデジタルサイネージと言うと、よく駅に大きな画面が置いてあって、映像が流れているものをイメージしますが、なかなか足を止めて見ることはないと思います。だいたいみんな素通りしてしまうのですが、これだと画面が真っ白なのでまず興味をそそります。そこで偏光メガネをかけたら画像が見えると、すると感動して説明を聞いてくれるのです。結果、大手化粧品メーカーをはじめ、いろいろな企業に使っていただいています。



「サイネージ・インタラクティブ広告事業」の例

5. 現在取り組んでいる開発

今も、いろいろなお客さまとお付き合いする中で、いろいろな開発を行っています。九州大、産業医科大などと一緒に開発しているものが、X線を測定する機器です。「ポケットガイガー」から派生してX線を測定できないかという依頼があり開発を始めました。それをどのような製品にするかと言うと、心臓カテーテル手術の際の被ばく線量の計測器です。心臓カテーテル手術を受ける患者はX線を被ばくしますが、その一度だけです。実は人の7割は水なので、手術の際にX線の乱反射が起きます。そのため術者に対する被ばくが多いんです。被ばく量が多い場合にアラームが出る機器を作り、医療現場の環境改善につながればと思っています。

また、東北大学と共同で、超音波を使ってツボ刺激ができないかと研究しています。針治療の代わりです。平成28年によく試作品ができて、今は医学部とツボアプリを作っています。ツボアプリと治療器のセットで売ればというのが今のねらいです。

他に開発しているのは臭気センサーです。最初某ガス会社に慶応大学と一緒に持って行きましたが、ガスセンサーは安価で作れるから参入できないと言われました。そこで主任技術者の方から、硫化水素検知装置があれば面白いという話をいただきました。それを来年には商品化したいと思っています。また、ドローンに臭気

センサーを付けて、マツタケやトリュフなどを自動で拾える装置を開発できないかと考えています。

これまでの開発で、放射線、微粒子系、ガス系を測ることができるようになったので、最終的にこれらをすべて詰め込んだモニタリングポストを作り、テロ対策に活用できないかと言う先生もいます。

6. 最後に

ヤグチ電子工業は中小企業ですが、実はそれが魅力だと思っています。当社は製造会社ですが、設計・開発、製造、販売と、すべてを学ぶことができます。これはいい環境だと思っています。すべての業務を学ぶことで、顧客や取引先からの情報がすべての業務に有効活用できます。顧客に販売をする中で製造側からの助言も可能となり、販売する製品の付加価値を向上することになります。そのため顧客との関係が密になり、仕事の継続・拡張にもつながります。

やりたいことがすぐ実施できるということも魅力だと思います。当社の場合、決済は社長を説得するだけです。大きい会社だと、最初にやりたいことのプレゼンをして、最終的には大勢のハンコをもらわないと開発できないというハードルがあると思いますが、当社だと最短数分で決済がおります。試作品を作ろうというときに、その日のうちに部品発注して3日後には納品できます。つまり、研究者の手を止めずに開発の承認をいただけるということが最大のメリットと私は思っています。

また、ベンチャーと比較して事業リスクが低いということもあります。先ほどから開発業務についていろいろと話をしてきましたが、当社は電子機器の組立など、もともとの事業で最低限の収入があります。開発業務では収入が得られない時期もありますので、大変ありがたいことです。

中小企業は、活気ある人材が加入することで、簡単に進化すると私は思っています。しかし、世間のイメージで言いますと、やはり大手企業は給料が高い、専門業務範囲が狭い（専門のことをやっていけばいい）、給料が安定している。それに対して中小企業は給料が安い、業務範囲が広い、給料などが不安定とマイナス要素ばかりなので、どうしても新卒者が入ってきません。いろいろと人材確保に努めてはいますが、中小企業に対する世間のイメージに苦しんでいます。

技術の進化などによって「10年後に消える仕事」という話をよく聞きます。製造業もそのひとつですが、ものづくりは大量生産でもしない限りなくなることはない業種だと思っています。会社の10年後を考えたときに、これは経営者としてではなく私個人の印象ですが、技術進化のスピードに沿える人材の育成が必要と思っています。もしかしたら、必要なときにそんな人材を確保すればいいのかもしれませんが、また、技術進化などの環境の変化に対する準備としては、やはりベースとなる仕事をしっかりやっていくことだと思います。当社の場合組立などですが、そのノウハウを社員全員でしっかり継承していくことだと。その上で、新技術が必要な場合には積極的に取り入れていけばいいと思っています。



セミナーの様子

◆「ヤグチ電子工業株式会社」概要◆

昭和49年神奈川県にて創業した電気・電子機器製造会社。平成21年に生産拠点集約のため石巻に本社移転。当初は大手電機メーカーからの受託生産が主であったが、東日本大震災を機に自社製品の開発に着手、開発型メーカーへの転換を図った。放射線量計「ポケットガイガー」、弱視児童のための視能訓練装置「オクルパッド」など自社製品を次々と開発し、評価が高い。(平成27年度第18回ニュービジネス助成金受賞企業)

1. 所在地：宮城県石巻市鹿又字嘉右衛門301
2. 設立：昭和49年

佐藤 雅俊（さとう まさとし）氏

1970年登米市東和町生まれ。1994年足利工業大学電気工学科卒、同年ヤグチ電子工業株式会社に入社、2017年より取締役専務（現職）。専門は電気／メカ設計、製造・生産技術。主に音響機器、電源、Li-Ion電池パック、情報機器、家電等を手掛ける。