4 プロのモノづくり
―ハードウェアビジネスの現在―

応般

岩佐琢磨
（（株）Cerevo）

ハードウェアビジネスの状況

本稿を執筆している 2014 年 6 月，毎日のように大手家電メーカの不況がネットのニュースで伝わってきた．ソニーの PC 部門が数百名リストラ，パイオニアは AV 機器部門を売り渡し，ローランドは経営陣による買収で立て直しを図る，と．大手家電メーカが苦しむ中，ここ数カ月でサーモスタットや火災報知機を作る Nest ☆1 を約 3,200 億円で Google が買収し，VR グラスを作る Oculus Rift ☆2 を約 2,000 億円で Facebook が買収．アクションカメラの雄 GoPro ☆3 は株式公開し初日で約 4,000 億円の時価総額を付けたが，これは国産ビデオカメラを作るメーカ JVC ケンウッドの時価総額の実に 10 倍以上である．GoPro は商品を 1 つしか持たないにもかかわらず，である（図 -1）．

一体どこでこんな差ができてしまったのか？　しっかり語るには誌面が足りないが，シンプルにいえば『変化するデジタル家電業界に追従できなかったから』である．本稿ではここ 5 ～ 7 年で起きたデジタル家電業界の変化に触れつつ，最新の『ビジネスとしてハードウェアに取り組む者の姿』について解説したいと思う．

◎従来のモデルの機能不全

大手・古株が厳しくなるとき，それはゲームのルールが変わって従来のやり方で勝負することが難しくなったときである．デジタル家電の世界に起きた変化は，Web とソーシャルメディア（User-Generated Contents，以下 UGC）がトリガになったと筆者は分析する．

図 -1　2014 年に時価総額約 4,000 億円で上場した GoPro の最新製品　HERO3+

まず，PC ／スマートフォンと Blog/SNS 等に代表される UGC によって，人々はマスメディアによる画一的な情報以外の多様な情報を収集できるようになり，結果その趣味嗜好を加速度的に多様化させた．同時に DSP（Demand-Side Platform）や SNS 内フィード最適化等のレコメンドエンジンにより，趣味嗜好に最適化されたコンテンツや広告に触れる機会がますます増えた．同時に EC（Electronic Commerce）や価格比較サービスが普及し，趣味嗜好に合ったニッチ商品の指名買いが増加する一方，耐久消費財のような画一的商品の過激な値下げ競争を誘発した．すなわち，飾り立てたコピーを付けてはいるが，他社より少し軽い，少し小さい，少し画質がいい，といった要素だけでは利益を維持することが困難になってしまったのである．大企業は従来のルールで戦うために人材や体制を作ってきたわけで，結果として UGC が当たり前となった 2008 年以降のハードウェアビジネス新時代に適合することができず今に至るというわけだ．

◎新しいモデルとは？

では，新しいハードウェアビジネスとはどんなものなのか？　ニッチを突いて小規模からスタートし，

☆1 https://nest.com/
☆2 http://www.oculusvr.com/
☆3 http://jp.gopro.com/

図-2　Pebble 社のスマートウォッチ初期モデル

コアなファン層を初期からしっかり確保．価格も強気に（高く）設定する．ただし，コンシューマ用途とは思われないような価格帯にまではしない．その上でネットを使ってユーザとしっかり対話し，ユーザの意見を取り込んだ Firmware の追加配布や迅速な新モデルの投入でコアなファンをさらに増やす．結果，従来はなかった新しい商品分野を創出し，そこで驚くほど強固なブランドを確立した上で隣の分野に進出する……というモデルだ．昔からある勝利パターンではあるが，最新のツールを使えば 1 ～ 2 年で実現できてしまう．今これができている国内大手プレイヤは少ないのが現状だ．GoPro が Action Camcorder という分野を作り，iRobot 社[☆4] のルンバが家庭用自動掃除機という分野を作ったように，ジャンルをゼロから創出できるプレイヤは誰なのか．新しいプレイヤたちに注目が集まっている．

新時代のハードウェアベンチャー

先に述べた Nest, GoPro, Oculus Rift, iRobot 以外にも，ここ 10 年程度で生まれた新しいハードウェアベンチャーは数知れない．最終製品を作るメーカだけではなく，Web サービスを差別化するために専用ハードウェアを作る会社や，教育・研究用の電子部品モジュールで大きな売上を上げる会社等，さまざまなハードウェアベンチャーが登場してきた．ここでは，いくつか特徴的な会社を紹介していこう．

☆4　http://www.irobot-jp.com/

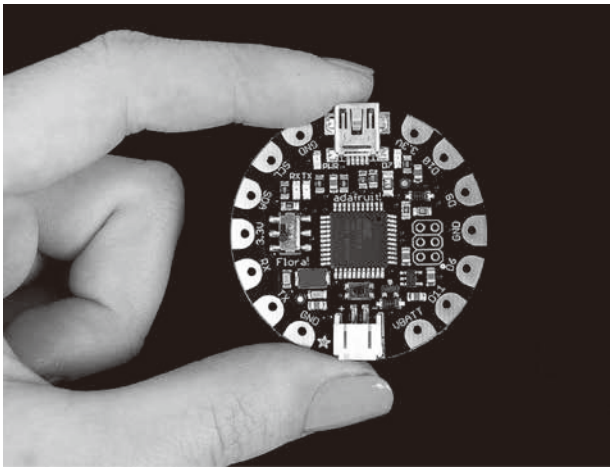

図-3　Adafruit 社の Arduino 互換機「FLORA」

◎Pebble

Pebble[☆5] は，商品プロトタイプを Kickstarter でクラウドファンディングし，製品発売の 10 カ月前に製品 7 万台分，金額にして約 10 億円の売上を立てたスマートウォッチ・メーカである（図-2）．ハードウェアベンチャーは多額の量産資金をその商品が出る前（つまり，会社の企業価値がまだ高く評価されにくい時期）に投資家から出資してもらう必要があり，結果，株式の多くを投資家に渡すことが通例であった．しかし，Pebble と Kickstarter はその常識を覆し，2010 年代の新しいハードウェアベンチャーにおける資金調達手段を示した．

◎Seeed Studio/Adafruit/SparkFun

中国の Seeed Studio[☆6]，アメリカの SparkFun[☆7] や Adafruit[☆8] は，むき出しの電子基板にセンサやマイコンを載せた半完成品モジュールを扱うハードウェアベンチャーである．教育や電子工作，はたまた企業内でのちょっとした試作用といった用途に向け，何百種類もの半完成品を開発・販売している（図-3）．これらは完成品ではないので筐体は不要で，静電気やノイズ対策，落下耐性，各国の完成品に対する法規制を考慮する必要もない．結果，

☆5　https://getpebble.com/
☆6　http://www.seeedstudio.com/
☆7　https://www.sparkfun.com/
☆8　http://www.adafruit.com/

図 -4　Square 社のカードリーダ

ものすごいスピードで商品数を増やし，急速に世界展開を可能とした業態である．

◎Square

Square[☆9] は，スマートフォンのイヤフォン端子に装着するわずか数十グラムの超小型・軽量のクレジットカードリーダを開発し，無料に近い価格で配布している（図 -4）．このカードリーダとスマートフォンをベースに，3G 回線があればいつでもどこでもクレジットカード決済ができる（＝お店が開ける）サービスを提供し，決裁手数料を得るビジネスモデルだ．Square は，Twitter 創業者の 1 人である Jack Dorsey 氏が 2009 年に創業した．初期モデルは原価 100 円程度と見られる至極シンプルなハードウェアだが，これによってスマートフォン単体ではできない，非連続的な課金決済システムのイノベーションを達成した．

◎DJI

DJI[☆10] は，誰でも簡単に使える空撮用クアッドコプター「Phantom」シリーズで有名となった中国・深センに本社を置くハードウェアベンチャーである（図 -5）．2006 年の創業後，個人や中小企業の空撮，というニッチなニーズをがっちりと捉えた商品を提供することで従業員 1,000 人を超える大企業に成長した．

☆9　https://squareup.com/
☆10　http://www.dji.com/

図 -5　DJI 社のクアッドコプター「Phantom2」

◎iHealth[☆11], Withings[☆12], Fitbit[☆13]

彼らはスマートフォンアプリや Web サービスと連携する新世代のヘルスケア機器に特化したメーカ群である．運動量や睡眠時間を計測する腕輪型のデバイス，クラウドで日々の体重変動を記録・分析できる体重計といったデバイスが主力商品だ（図 -6）．この分野は何百億円という上場前株式投資が飛び交う激戦区で，プロモーション力やブランド力という意味でもタニタやオムロンといった日本の老舗ヘルスケア機器大企業が完全に置いていかれてしまっている．

製品としての量産

Arduino や Raspberry Pi の登場でプロトタイピングは以前と比較にならないほど楽になった．しかし，そこから前章で紹介したようなハードウェベンチャーとして飛び立つ事例はまだまだ少ない．これは，商業製品としてのハードウェアを量産するには多数のノウハウが必要であり，プロトタイピングの段階や商品企画の段階で量産を想定していなければ商業製品として売るために長い時間がかかってしまうからである．ここでは，こうしたプロのモノづくりの流儀を簡単に紹介したい．

◎量産品の商品企画

商品企画の段階量産を考慮して企画書を書く，と

☆11　http://www.ihealthlabs.com/
☆12　http://www.withings.com/
☆13　http://www.fitbit.com/

図 -6　Fitbit 社のスマートフォン連動活動量計

いうのはすでに起業した現役ハードウェアベンチャーであってもできていないことが多い．具体的には，「どこでどうやって作るのか」，「どんな部品を使って作るのか」，「どこの国で売るのか」といった具合だ．数枚程度の企画書を手にした時点で，誤差 +-20% 程度の MOQ（Minimum Order Quantity）入り原価試算表が書け，それを持って『これなら作れますよ，いつまでに』と自信を持って言えるスキルが求められる．

電子回路周りの話を考えると，「最新鋭の Cortex A15 コア SoC（スマートフォン用演算処理機）の端子間ピッチはコンマ何 mm だが，ツテのある工場はそんなファインピッチの実装実績があるのか？」「DDR3 メモリとの高速バス配線を小型の基板に押し込もうとすると全層ビルドアップ基板（難易度が高く製造に時間がかかる）が必要になるが，その長い製造期間はスケジュール上で許容されるか？」「社内のアートワーク担当者のスキル的に現実的か？」といった検証事項が即座に思いつく．もちろん，デザイン＆メカの領域でも多数の確認項目がある．

ハードウェアの分野ではソフトウェアと比べて，「やってみたけれどもダメだったので数歩戻ってやり直す」という後戻り行為は，時間的・金銭的ダメージが非常に大きい．よって，多くの（失敗）経験を持つ現場経験者による，「後戻りしないための検討」が大変重要なのである．こうした検討を行うことで，企画を立てる時点でリリース日と価格がおおむね把握できる．もし，ここを把握できずに開発リソースを投入してしまうと，売れない中途半端な商品ができあがってしまうか，最悪は発売自体ができなくなってしまう．プロのモノづくりにおいては，プロトタイプを作るさらに前の企画書段階で勝負の 3 割ぐらいは決しているといっても過言ではないだろう．

◎EMS 選定

ハードウェアの製造開発は『EMS（Electronics Manufacturing Service）』なる業者に頼めば何でもできると思いがちだが，EMS の実態はあまり知られていない．たとえば，身の回りのどこにでもある品（例：小型デジタルカメラ）を持って EMS に行き，これを作れますか？　と聞いても作れないというところが多い．なぜかというと，一言に EMS といっても多種多様であり，業者によって得手不得手があるためである．たとえるなら，一口にレストランといっても，寿司屋の設備でラーメンは作れないし，ステーキ屋の店員にフグを捌いてと頼むのは酷だろう．

もし，スマートフォンや PC のような高価なハードウェアを初回発注で 5 ～ 10 万個以上も生産委託できるような場合（製造原価総額 10 億円程度）は，Flextronics ☆14 や鴻海機材☆15 といった超一流 EMS に委託することができるため，スマートフォンからロボットまで高品質なものを幅広く作ってくれる．だが，ほとんどのハードウェアベンチャーではそこまでの予算はないのが現実だろう．そういった小ロット生産の場合は EMS を自ら選定する必要があり，その判断がプロジェクトの命運を大きく左右する．たとえば，弊社では商品種別ごとに 5 ～ 6 程度の海外 EMS（ベトナム・フィリピン・台湾・中国）を活用し，作りたいモノの難易度と数量によって使い分けている．価格や納期も重要だが，こちらが最低限必要と思うだけのクオリティで確実に作るスキルを持っていて，数量感が合うかどうかが最も重要な判断基準となる．

工場に乗り込み，今製造中の他社製品ラインを確認したり，過去に手がけた製品を分解することで，

☆14 http://www.flextronics.com/
☆15 http://www.foxconn.com/

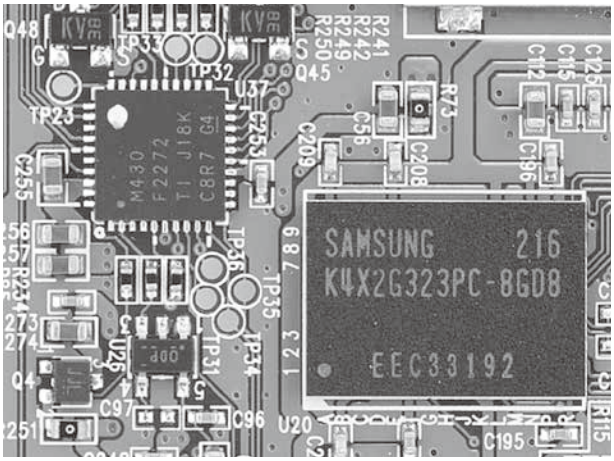

図 -7　基板上のテストパッド．TP35（TestPad35 番）などと書かれている

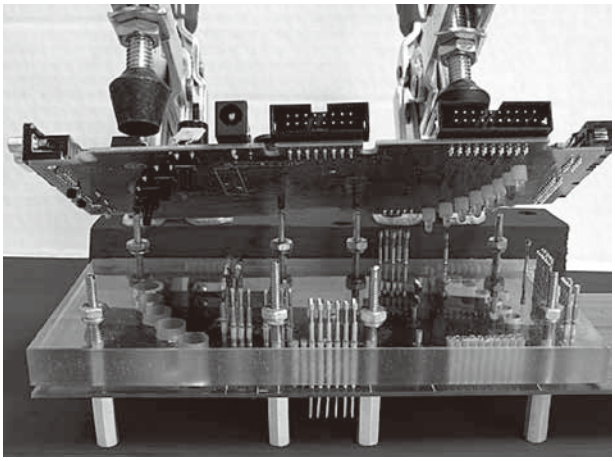

図 -8　基板確認用治具を用いた検査の様子☆16

量産立ち上げ経験者であればその工場の能力はおおよそ分かる．その経験はないが自分で EMS 選定をしてみたいという方は，経験者同行の上で工場を見て回るのがいいだろう．

◎量産品の電気設計

実際に開発フェーズに乗ると『このレベルじゃなければ売ってはいけない』という評価指標がたくさんあることが分かる．皆さんが日常的に触れている一般的な電子機器のほとんどがクリアしている指標だ．具体的には，静電気対策，ノイズ対策，高温低音動作試験，熱衝撃試験，落下試験，振動試験，雷サージ試験，電源逆接試験等，項目だけで数十に及ぶ．たとえば，寒い冬の日，静電気をパチっと飛ばしてしまったら壊れてしまった…では製品としては話にならない．静電気は筐体の開口部や端子部から飛び込むので，開口部と端子部近くには必ず静電気を受け流す避雷針的なグランドパターンを這わせるなど，あの手この手で対策を行う．

その他の検証項目にしても，「高温動作は何度で何時間やればいいのか？」「振動試験は何ヘルツで何分やればいいのか？」といった試験数値が分からなくて苦労するパターンもある．また，熱衝撃試験のように，試験をクリアできなかった場合の対策が分からずに苦労することも多い．

電気設計で重要なもう 1 つのポイントは，工場でのオペレーションを意識した設計だ．たとえ基板上のスペース制約が厳しくとも，自動で部品実装できない大型コネクタのハンダ付け個所付近では，ハンダごてが誤って接触しないように密な部品配置を避けなければいけない．こういった点はプロトタイプでは考慮されていないことが多いので気にかけたい．

また，工場用の検査プログラムも量産ならではのものだ． 200 点以上の部品が実装された基板が正常であることを工場にて数秒程度（この時間は組立て費用に 1 秒あたりいくら，と反映されてしまう）で判断するにはどうすればいいか？　その解は，実は身の回りの量産品基板を眺めてみると分かる．基板の上に，いくつもの検査用パッド（円形の部品未実装パターン）が並んでいるはずだ（図 -7）．

量産ラインの中では，この検査パッドに治具（当てピン）を同時に十数本当て，治具に繋がれた PC 内の検査プログラムを走らせることで何十という試験を一瞬で済ませてしまう（図 -8）．たとえば，Pad 1 に 1.8V が正しく来ているか，Pad 2 に V+ を繋いだらフェールセーフが動いて Pad 3 に来ていた 5V が供給停止されるか，といった電源関係の試験がある．また，Pad 4 と 5 はシリアル送受信端子になっていて各デバイスが正しく初期化されたかどうかをコンソールで確認する，といった試験もある．このプログラムは量産ハードの設計では避けて通れない部分だけに各社多様なノウハウを持っているため，実際に量産を経験している他社の話を聞くこと

☆16 写真引用：http://www.pemicro.com/newsletter/experts_corner/2005_11/

が大変参考になる．試験方法に特別な秘密があって知られると困る，という会社はそう多くないためだ．

◎量産品のメカ・デザイン設計

プロトタイピングから量産に移行するにあたり，1番壁に当たる人が多いのがメカ設計だと思う．量産品の筐体には金型を使った樹脂成形品を使うのが一般的だが，金型は数百万円～一千万円と値が張るためプロトタイピングで使われることはほとんどない．それゆえ，量産したことのある人しか金型での樹脂成形ノウハウが貯まらないのだ．

日常生活で使えるような製品とするためには，メカ構造を練って落下試験や振動試験，温度試験に耐える必要があり，3次元CADを駆使して筐体の設計をする人をメカニカル・デザイナと呼びプロのモノづくりにおいては電気側の設計とならんで欠かせない双璧である．さまざまな特性の違いで百種類以上ある樹脂を選定し，金型代が高くなりすぎないように，それでいてユーザに初見で「欲しい」と思ってもらえるデザインを工夫する．たとえば，酒枡のような内壁・外壁ともに底面からぴったり90度に立ち上がったデザインをプラスチック成形で実現しようとすると，88.5度角で妥協するときと比べて金型代が2倍近くになる．ただかっこいいだけのデザインは量産品では使いものにならないのだ．コストダウンのために薄肉にしつつ，ヒケ（材料が起こす成形収縮によって生じるへこみ・窪み）を気にしながら強度UP用リブを作り，抜き方向と組み立てやすさを考慮しながらパーツ割りやネジ位置を決めていく．表面処理（シボや塗装）は金型を作る中で試験射出を行って表面のヒケやウェルドライン（金型内で溶融樹脂の流れが合流する部分に発生する細い線）といった外観阻害要素を目視で確認しながら，何度もトライ・アンド・エラーして完成度を高める．

ハードウェアベンチャー各社を見ていると，こなれたハードウェアを出せる会社には正規のメカニカル・デザイナが在籍していることが多い．プロのメカニカル・デザイナの手にかかればちょっとしたイラストをスケッチブックに走り書きしたレベルで，頭の中ではパーツ割りや素材の特性が考慮されているものである．これは冒頭述べた商品企画が企画書の時点で原価と製造スケジュールのイメージができあがっているのと近い．

ハードウェアビジネスの未来

前章で述べたプロのモノづくり，すなわち量産についてのノウハウは，現場にいる人には分かるように，企業やそこで働く人には蓄積されていくものばかりである．メディアで『モノづくりのノウハウ』と語られることが多いのは日本の工場が持っていた職人の匠の技だが，Makersムーブメントとして世界的にいま必要とされているのは，企画・設計から工場コントロールまでの部分が大半だ．これを『量産設計ノウハウ』とでも呼ぶとしよう．

そして，この量産設計ノウハウを世界で一番貯めこんでいる人材が集まっているのは，ほかならぬ日本である．冒頭で国内大手家電メーカの不況について書いたが，量産設計ノウハウだけでは既存製品の改良・改善はできるが，既存商品の枠にとらわれないゲームチェンジャー的商品を作ることはできない．しかしながら，小規模からスタートし，柔軟な発想と迅速な判断でイノベーティブな商品を生む企画・経営ができるハードウェアベンチャーに，量産設計ノウハウが加われば鬼に金棒である．メーカ死しても元メーカ社員が持っているノウハウは死せず．このノウハウを使って，GoProやルンバに続くようなゲームチェンジャーとなる商品を生もうと，日本発のハードウェアベンチャーがここ2～3年で多数立ち上がり，不振大手メーカからの人材移動が始まっている．この流れは2010年代の新しいハードウェアビジネス潮流といえるだろう．

（2014年7月28日受付）

岩佐琢磨 ■ iwasa@cerevo.com

（株）Cerevo代表取締役．2003年立命館大学大学院理工学研究科修了．パナソニック（株）を経て，2007年に（株）Cerevoを創業．ネットと家電で生活をもっと便利に・豊かにする，という信念のもと，ネット接続型家電の開発・販売に取り組む．