

# 半導体のプロが独自視点でスマートシティに挑む、マネタイズのヒントは IP ビジネスにあり



一般社団法人益田サイバースmartシティ創造協議会 代表理事 豊崎 禎久

人口が4万6,000人にも満たない島根県益田市。山や川、海などの自然に囲まれた風光明媚な場所である。そんな「ルーラル（田舎）」とも呼べる地方都市に白羽の矢を立てて、筆者がスマートシティを実装するプロジェクトに着手したのは約5年前の2016年のことだ。都市開発やICTなどを手掛ける大企業の多くが「アーバン（都市）」にスマートシティを実装しようとチャレンジしている中で、なぜルーラルである益田市を敢えて選んだのか。多くの人が筆者の選択に違和感を覚えたはずだ。そして「きつとうまく行かないだろう・・・」。そう予想していたと推察する。

ところが、大方の予想に反し、益田市のスマートシティ・プロジェクトは極めて順調に進んでいる。当初は任意団体の活動として始めたプロジェクトだったが、2018年10月には「一般社団法人益田サイバースmartシティ創造協議会（MCSCC）」を設立して取り組みを強化し、現在では益田市内

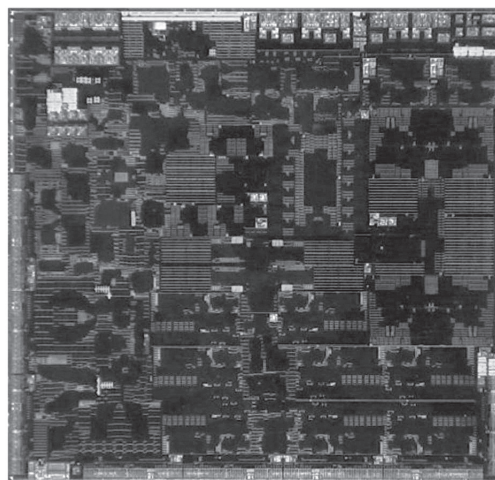
に様々なICTを活用したプロジェクトを実装するに至っている。例えば、用水路の水位を測定することで内水氾濫の発生を防ぐIoT（Internet of Things）システムや、BLE（Bluetooth Low Energy）/4G対応の血圧計を使った壮年期向け健康状態見守りシステム（益田市スマート・ヘルスケア推進事業）、道路の保全に向けた路面モニタリング・システム（益田市スマート・道路モニタリング推進事業化予定）などである。こうした着実な活動が評価された結果、スマートシティの取り組みを牽引する先駆的なプロジェクトとして、国土交通省が2019年5月に採択した15件の「先行モデルプロジェクト」の1つに選ばれている。

## スマートシティと半導体の共通項

筆者はなぜ、スマートシティを実装する最初の場所として益田市を選んだのか。そしてなぜ成功



(a) 東京の航空写真（2016年、皇居周辺）



(b) 5nmプロセスで製造した半導体チップ写真

図1 都市と半導体チップ

(a) は東京の街並みを上空から撮影した写真（2016年、皇居周辺）。(b) は最先端の5nmプロセス技術で製造した160億ゲート搭載の半導体チップ（米Apple社のM1チップ）である。（出典：(a)は国際航業、(b)はテカナリエ）

へと導けたのか。その理由について説明したい。

まずは、2枚の写真を見てほしい(図1)。1枚は、東京の街並みを空から撮影した写真。もう1枚は、最先端の半導体プロセス技術で製造したパソコン向けマイクロプロセッサのチップ写真である。両者は非常によく似ている。少なくとも、筆者に目にはまったく同じに見える。さしずめ、霞が関や永田町の辺りはCPU(Central Processing Unit) コアであり、皇居はメモリー、東京駅はインターフェース回路、周辺の街は様々な機能を実現するアナログ回路や周辺処理回路だろう。それぞれの街を結ぶ道路は信号配線の役割を担い、道路を行き来するクルマや人間は電子の流れに例えることができる。

もちろん誰にでも、こう見えるわけではないはずだ。筆者の目に2枚の写真が同じく映るのは、過去に半導体チップの設計業務に従事していたことが大きく影響していると思われる。筆者は米国の半導体メーカーに就職し、日本国内で様々な半導体チップの設計を手掛けた。顧客(電子機器メーカー)の要望を事細かく聞き、それを実現する機能を小さなシリコン・チップの上に作り込む。実際に家庭用ゲーム機やオフィス機器、デジタル・カメラなど、電子機器の中核を担う特定顧客向け半導体チップの一種であるASIC(Application Specific Integrated Circuit)を数多く開発した。

こうした経験を積んだためか、スマートシティに出会ったとき、すぐに市民視点のスマートシティ開発目的と実装作業は、半導体チップのそれらと共通項があることに気付いた。共通項は大きく分けると3つある。

1つ目は、「階層化設計手法」である。現在半導体チップでは、設計の初期段階において「フロ

アプランニング」と呼ぶ作業を実行するのが一般的だ。これは半導体チップに集積しなければならない機能を洗い出し、その機能を実現する回路ブロックをコンピュータ上で無駄なく配置する作業である。これを実行することで、演算処理性能やコスト(チップ面積)などを最適化できる。

スマートシティもまずは、行政や住民の課題や要望、悩みなどを聞き取ることからプロジェクトが始まる。そして実装すべき機能(ICTサービス)を抽出し、コンピュータや紙の上で、街のどの場所に配置するかを決める。まさしく前述のフロアプランニングの作業そのものだ。これを忠実に実行しなければ、各機能(ICTサービス)の性能やコストを最適化できない。

2つ目は、「規模のスケーリング手法」である。一般に半導体チップでは、集積するトランジスタ・ゲート数が増えれば増えるほど設計難易度が高くなる。しかも、あるゲート数を超えると格段に設計難易度が高まる。そのゲート数は、筆者の経験では5万ゲート、10万ゲート、50万ゲート、100万ゲート、500万ゲートである。実際に、こうしたゲート数の半導体チップの設計で様々なトラブルに遭遇した。

こうした経験からスマートシティを実装する最初の場所として、比較的人口が少ない街を選んだ。その方が実装の難易度を低く抑えられ、実装時のギャップを把握でき、トラブルに見舞われる可能性が少ないと考えたからだ。そこで人口が4万6,000人弱と比較的少ない益田市を選んだ(図2)。

3つ目は、「IPコアの利用」だ。IPコアとは、知的財産権(Intellectual Property)を盛り込んだ回路ブロックのことである。半導体チップでは、

1. 日本の2025年問題が顕在化している
2. 日本の地政学、国土の環境(中山間地域)、四季、過去の自然災害事例などの条件が揃っている
3. 人口4.6万人規模のコンパクト・シティが実現されており、地方都市ながら町の機能は大都市並み
4. 前世代の光ファイバが全戸に導入されており、光インフラの最先端都市へのアップグレードが可能
5. 超高齢化が進んでいる都市
6. 働き盛りの壮年期層に、高血圧症の住民が多い
7. 益田市の財政は潤沢でなく、平成の大合併で島根県一の土地を保有しながらも市役所の職員数が少ない
8. 鳥獣被害(猪、鹿、猿、熊、ハクビシンなど)が多い
9. 首長に「人口拡大」と「産学官と都市交流で先端開発都市MASUDAを実現」という明確な政策ビジョンがある
10. 益田モデル(益田スタイル)を確立すれば、地方都市間連携でスケーリングを進められる

図2 益田市を選んだ10の理由

益田市を選んだ理由は、人口が4万6,000人弱と比較的少ないことのほかに9つある。(出典:著者)

顧客が必要とする機能を抽出し、それらの機能を実現する IP コアを複数個組み合わせることで設計する。IP コアは、新規に開発するものだけでなく、従来開発したものや、外部企業から購入したのものを使う。性能や回路面積、開発期間、購入費などを比較して最適なものを選択するわけだ。

スマートシティの実装作業も、基本的に同じ手続きを踏む。最初に、行政や住民に話を聞いて課題や要望などを抽出し、それを解決する機能を ICT サービスとして実装する。ICT サービスには、新規に開発する必要があるものや、従来開発したもの、外部の企業から購入するものがあり、性能や開発期間、購入費などを比較して最適なものを実装する。つまり ICT サービスを IP コアと言い換えれば、半導体チップの設計とまったく同じになる。

このように筆者は、半導体チップと設計作業とスマートシティの実装作業の共通項を見出して半導体チップの設計業務で蓄えた経験や知見を活かす形で、益田市を選択し、その地に複数の ICT サービスを実装した（図3）。これが益田市を選んだ理由であり、成功に導いた理由である。筆者は、過去に「SLI (System Level Integration)」という技術用語を作り、世の中に広めた。まさにスマート

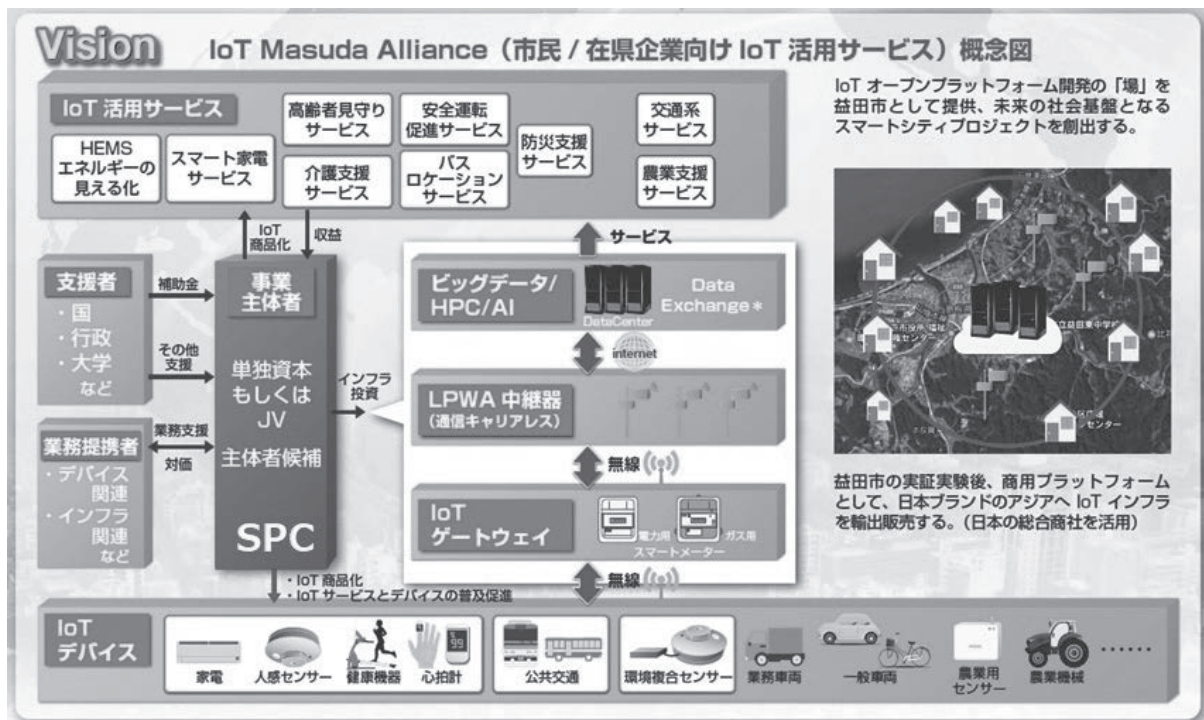
シティは、協調性と総合力でインテグレーションしなければならない。ここが日本の強みでもある。

## スマートシティにおける ビジネス・マネタイズ方法

このように半導体チップとスマートシティには数多くの共通項がある。ただし、共通項は上記の項目だけではない。ほかにもある。例えば、最適なビジネス・モデルも共通項の1つだろう。実際のところ、スマートシティに対しては、「どうやってマネタイズすればいいのか分からない」といった指摘が少なくない。つまり、ICT サービスなどの実装に費やした投資額をどうやって回収し、利益を上げるのか。そのビジネス・モデルが明確になっていないことを意味する。

筆者は、半導体チップとの類似性からスマートシティにも「IP モデル」が適用できると考えている。具体的には、都市に実装した IP (ICT サービス) に応じて、行政や住民などから利用料を徴収することで投資額を回収して、利益を上げるビジネス・モデルである。

従って、スマートシティ・プロジェクトを展開し



出典:アーキテクトグランドデザイン株式会社  
2017年エコシステム作成

図3 益田市のスマート・プロジェクトの概念図

様々な IoT デバイスを使って、住民に ICT サービスを提供する。益田市で開発した ICT サービス (IoT インフラ) は、国内の総合商社などを介して、インドネシアなどのアジア諸国に輸出する考えだ。(出典: 著者)

ていくには、IP (ICT サービス) の品ぞろえを拡充することが重要になる。なぜならば、スマートシティを実装する都市によって必要な ICT サービスが違うからだ。医療やヘルスケアに関する ICT サービスが必要な都市もあれば、乳幼児の見守り ICT サービス (機能) の導入を望む都市もある。平均寿命が高い都市の場合は、健康に関する ICT サービスよりも防災に関する ICT サービスの導入を優先することを希望することもあるだろう。

なお、スマートシティにおいて IP ビジネスを展開する場合、半導体チップとの類似性から考えると、1つの注意点が浮かび上がってくる。それは知的財産権の保護である。IP は知的財産の塊である。このため半導体メーカーは、IP コアの中身をブラックボックス化し、競合企業にコピーされることを防いでいる。しかし、すべてをブラックボックス化してしまうと、ほかの企業に販売することが困難になる。半導体チップに組み込むのが極めて難しくなるからだ。

そこで半導体チップでは、API (Application Programming Interface) などインターフェース仕様を規定し、それを広く公開している。それぞれの IP コアのインターフェースをこの仕様に合わせて開発しておけば、様々な半導体チップに簡単に組み込めるようになる。スマートシティでも、これに似た仕組みを導入する必要があるだろう。スマートシティ用インターフェースの仕様を規定しておけば、様々な企業がこれに合わせて ICT サービスを開発できるようになる。そうすれば、ICT サービスの実装が簡単になり、ほかの都市への移植も容易になるはずだ。

### 海外の都市で新規 ICT サービスを開発

様々な都市にスマートシティを実装するには、IP (ICT サービス) の品ぞろえ拡充が極めて重要になる。そこで筆者は、今後は益田市のスマートシティの完成度を高めると同時に、新しい IP (ICT サービス) の開発を急ぐ考えだ。どうやって開発を進めるのか。現時点では2つの方法を考えている。

1つ目は、益田市とは自然環境や気候、産業構造が異なる都市にスマートシティを実装し、そこ

で新しい IP (ICT サービス) を開発する方法である。自然環境や気候、産業構造が違えば、求められる ICT サービスが違う。つまり、その都市に必要な ICT サービスを開発することで、ICT サービスの品ぞろえを拡充できるようになる。

現時点では、益田市の次に横展開する都市として、富山県魚津市などを候補地として検討中である。例えば、魚津市を検討する理由は、人口規模や地形が益田市に近いからだ (魚津市の人口は約4万3,000人)。このため益田市に実装した ICT サービスの一部をそのまま移植できる可能性が高い。

しかし、気候はまったく違う。益田市の冬は温暖だが、魚津市は豪雪地である。このため、益田市とは異なる課題や要望を抱えていると予想できる。例えば、冬の期間は家に籠りがちになるため、住民のメンタルヘルスに悪影響を与えている可能性がある。さらに、路面の凍結は交通事故を誘発している危険性が高く、除雪作業や屋根の雪下ろしは住民に多大な労力やコストを強いているはずである。こうした課題を ICT サービスで解決できれば、それが新しい IP となるわけだ。

もう1つは、海外の都市にスマートシティを実装することで、新しい IP (ICT サービス) を開発する方法だ。現時点では、インドネシアの都市を想定している。現時点ではまだ具体的な都市は決まっていない。インドネシアを選んだ理由は、日本と同様に地震や津波、火山噴火、豪雨による水害などの自然災害が多いからだ。従って、インドネシアの都市にスマートシティを実装し、自然災害を早期に検知して住民に通知する ICT サービスなどを開発すれば、それが「防災日本ブランド」の新しい IP になる。インドネシアのほかの都市だけでなく、日本の様々な都市に移植できる可能性が高い。

なお、海外の都市にスマートシティを実装することは、新しい IP (ICT サービス) を開発することに加えて、ビジネス的な観点もある。将来、スマートシティのマーケットはどこにあるのか。その答えは、経済が活性化する人口爆発地域である。つまり、ASEAN (東南アジア諸国連合) などの新興国である。このため最初のターゲットとして、インドネシアを選んだ。

ただし新興国は決して経済的に裕福ではない。

従って、最先端技術をふんだんに使った ICT サービスを実装して、多くの利用料を徴収することは基本的に不可能だ。しかし、センサー・ネットワークを使った ICT サービスであれば比較的低いコストで導入できるため、新興国でも実装できるだろう。実際に、益田市のスマート・プロジェクトで実装した ICT サービスは、いずれも免許不要の帯域を使う LPWA (Low Power Wide Area Network) を統合したセンサー・ネットワークを利用した低コストのものばかりだ。つまり、益田市のスマート・プロジェクトに着手した時点から、グローバルなマーケットを見据えていたことになる。

## 日本国にスマートシティ用 半導体メーカーを準備せよ

前述のように筆者は、かつて半導体業界に身を置いていた。半導体業界での経験は 30 年弱と長い。このため国内の半導体業界が世界を制覇していた時期も、凋落の一途をたどった時期も経験した。そして今や、国内の半導体メーカーは、米国や欧州、中国、韓国、台湾などの半導体メーカーの後塵を拝しており、「国家安全保障、存亡の危機」に瀕している。

ここで問題なのは、「かつては世界を制覇していたものの、今は大きく衰退してしまった」という国内産業は半導体だけではないことだ。液晶パネルやバッテリー（電池）、太陽電池もそうである。さらに現在、国内経済を支えている自動車についても、未来は決して明るくない。「今後、徐々に衰退していこう」という将来予測は少なくない。

仮に、こうした将来予測が的中して自動車産業が衰退してしまえば、国内の経済はどの産業で支えればいいのか。筆者は、スマートシティだと考えている。国内企業の強みは「すり合わせ技術」

にある。国内企業は、1つの技術では世界のトップになかなか立てないが、複数の技術を組み合わせることで調和させることは得意だ。まさにスマートシティは、すり合わせ技術で成り立っている。間違いなく、国内企業が得意とする産業分野である。

筆者は、スマートシティを実現する技術を「SCT (Smart City Technology)」と呼ぶ。最近では、この言葉は「CAOSCT (Citizen/Application Optimized Smart City Technology)」という造語に進化を遂げている。いずれにせよ国内企業はいち早く、半導体ビジネスと同様に SCT を商用パッケージ化すべきだろう。そして、国内だけでなく海外の様々な都市にカスタマイズしながら実装していく。ここで注意すべきは、各 ICT サービスで得られるビッグデータは、国内企業が保有すべきではないことだ。ビッグデータは、スマートシティを実装した国や自治体が保有し、データ流通の仕組みを利用して財源確保に役立ててもらおう。国内企業は、ICT サービスの運用によって得られた売上高の中から IP 利用料を徴収することで利益を確保する。まさに IP ビジネス・モデルである。こうして外貨を稼ぎ、近未来の国内経済を支えるわけだ。

ただし、このプランを実行に移すには、残念ながら重要な最後のピースが足りない。社会インフラを支える半導体チップである。ICT サービスの中核を担うのは半導体チップだ。これをすべて海外の半導体メーカーから調達していたのでは、高い競争力は確保できない。スマートシティを実装する業務の中で培ったノウハウや知見を盛り込んだ半導体チップを独自に開発しなければ、海外企業とは戦えないだろう。そこで筆者は、スマートシティ向け半導体チップを開発/製造する国内半導体メーカーを今から準備する必要があると考えている。

(とよさき よしひさ)