

モノのインターネット（IoT）の動向と IoT スタートアップの発展の方向性

TAcc+ スタートアップ分析チーム

1. 世界の IoT 市場の動向

インターナショナルデータコーポレーション（International Data Corporation、IDC）社が「世界 IoT 支出ガイド」で試算したところによると、2023 年の全世界での IoT 関連支出は 8,057 億米ドルに達し、2022 年比で 10.6%の成長となった。2026 年には、IoT エコシステムへの投資金額は 1 兆米ドルを突破し、2023 年から 2027 年の期間における年平均成長率（CAGR）は 10.4%となる見込みである。2023 年の総支出の内訳では、組み立て型製造およびプロセス型製造関連のソリューションが総支出の 3 分の 1 以上を占め、最大となっている。これには製造運営（730 億米ドル）および生産資産管理（682 億米ドル）などが含まれる。次点は 25%を占める専門的サービス、公共事業および小売関連のソリューションであり、これにはスマート在庫管理（376 億米ドル）が含まれる。また、これを技術的な観点から見直すと、IoT サービス関連技術が全世界の IoT 支出の約 40%を占めて最大の支出分野となっており、その次に大きなカテゴリはモジュールやセンサの購入を中心としたハードウェア関連技術である。なお、アプリケーションや分析ソフトウェアの購入に重点を置くソフトウェア関連技術は成長が最も速いカテゴリであり、5 年間の年平均成長率が 11%に達している。

一方、PRECEDENCE RESEARCH 社の報告分析によれば、全世界におけるインダストリアル IoT の市場規模は 3,209 億米ドルに達しており、2032 年には 1 兆 5,623 億米ドル、年平均成長率 17.2%で成長すると予測されている。また、英国の市場調査会社 Transforma Insights 社が統計したところでは、2022 年末時点でアクティブな IoT デバイスの数は 132 億であり、2032 年には 344 億、年平均成長率 10%で成長する見込みである。そのうち、最もよく使用されているデバイスタイプは、消費者向けのネットワークおよびメディアデバイスであり、全デバイスの 27%を占めている。2 番目に使用量が多いのはスマートグリッドであり、11%を占めている。地域別に見ると、中華圏、欧州および北米が IoT デバイス接続数の上位 3 市場である。2032 年にはそれぞれ IoT 市場全体量の 29%、22%および 21%を占める見通しであり、今後 IoT には大きく成長するビジネスチャンスが数多く存在することが示唆されている。

IoT の応用分野は幅広いが、Transforma Insights 社の見積もりによると、2032 年には消費分野が全接続の 61%を占めることになる。一方で、CB insights 社は、遠隔医療（Telemedicine）分野が 2025 年に 860 億米ドル規模まで成長すると予測している。また、Groupe Special Mobile Association（GSMA）は、今後、高所得国では 55 歳以上の人口の過半数が、医師の処方によりへ

ルスケアウェアラブルデバイスを装着することになると予測しているが、この割合は2019年にはわずか5%であった。インターネット接続が必要とされるものには、ほかにもインダストリアルIoT、スマートリテール、クルマのインターネット、スマートシティなどのセンシングデバイス、ネットワーキングデバイスがある。

業種別に市場を細分化してみると、Transforma Insights社の予測では、2032年にはデバイスの30%が分野横断的に使用される見込みである（例：一般的な追跡用デバイス、オフィス機器およびフリート車両など）。また、26%が公共事業部門に（例：スマート電気メーター）、22%が小売および卸売に（例：電子棚札および決済処理装置）、8%が政府機関に、4%が運輸および倉庫に用いられるほか、農業、林業・漁業、金融・保険および製造業の用途が各2%を占める。

IoT関連技術の面では、低消費電力広域ネットワーク（LPWAN）の接続技術が広域無線接続の応用シーンにおいて主導的な立場を占めることになるが、その主な原動力は、スマートグリッド対応、資産の追跡・監視、建築物のセキュリティなどへの応用によるものである。また、5G接続技術の進歩と普及に伴って、2G、4G技術を使用したデバイスは段階的に淘汰されていく見込みである。

IoTは近年、ますます注目を集めているが、その要因としては以下のことが挙げられる。

- (1) センサのコストが下降線を辿っており、技術の成熟も相まって、メーカーが比較的安価にセンサを設置することが可能となっている。2004年から2019年までの期間で、センサの価格は約1/3に低下した。
- (2) チップ、コンピュータやアルゴリズムなどのコンピューティング能力が進歩を続けている。
- (3) Amazon Web Services（AWS）、Microsoft Azure、Google Cloud Platform（GCP）、およびアリババクラウドといったクラウドコンピューティングの需要（On-Demand Cloud Computing）の増大。そのサービスの量や取引額は、これまででは考えられなかった規模になっている。
- (4) インターネット接続コストの大幅な低下によって、ますます多くの情報を手軽かつ安価にインターネットにつなげることが可能となっている。
- (5) デジタルビジネスモデルの誕生。すなわち、デジタル技術を用いて顧客に対して価値を創造する形式であり、これにより顧客が金銭を支払って買い物をしたいと思える敷居が低下される。市場調査会社IoT Analytics社の発表した報告「2020-2025年サービスとしての機器（EaaS）市場報告（Equipment as a Service Market Report 2020-2025）」では、今後数多くIoTメーカーがEaaSに方向転換すると指摘されているが、その大幅な成長の背後には、次の3つの理由がある。①顧客が設置コストを削減可能

- 。②従来のビジネスモデルから Subscription へと移行する過程で、いっそう成熟した資金調達ツールが登場。③サードパーティサービスプロバイダ (Netflix、AWS、Azure など) による新たな競争が発生。
- (6) 発展を続けるパートナーシップ。IoT 業界では、事業の立ち上げ当初からグローバル市場の視点を持つことが必要であり、パートナーシップ間での競争・協力関係の発展が産業進展の原動力の 1 つとなっている。
 - (7) 接続技術の絶え間ない進歩により、IoT がより好適な方式でインターネットに接続できるようになっている (例：LPWAN、5G などの無線通信技術とその規格の発展および制定)。
 - (8) 政府の主力プロジェクトによる投資。大量の資源を投入して、スマートシティの都市開発計画など、さまざまな用途を開発している。

Microsoft 社の研究報告によれば、2019 年の IoT 導入率は 85%、2020 年は 91%であり、現在でもなお IoT の使用を望んでいないメーカーの割合は 4%である。これら IoT を導入したメーカーの IoT 環境の成熟度は、学習段階、テスト段階 (Trail/POC)、購入段階、および使用段階の 4 段階に分かれる。研究によると、学習段階の占める割合は 2019 年の 33%から 2020 年には 29%に低下している一方で、テスト段階は 2019 年の 24%から 2020 年には 25%に、購入段階は 2019 年の 19%から 2020 年には 21%にそれぞれ上昇している。台湾メーカーの現状としては、Hive Ventures 社のデータによると、学習段階にある割合が 15.7%である。テスト段階および購入段階にある割合は 58.6%に達しており、世界平均の数字を上回っているが、使用段階にある割合は 24.8%となっており、全世界の統計データである 25%とほとんど差がない。台湾が IoT 利用大国となった主な理由は、ほとんどのセンサやコンポーネントが台湾製であるという、恵まれた優位性を有しているからである。

IoT の導入割合は年々高まっているが、それでは IoT を導入することの実質的なメリットとはいったい何であるのか。まず、業界別に見てみると、小売業者の 64%がサプライチェーンの最適化に、交通運輸業者の 56%が車両の管理に、政府部門の 58%が公共安全問題の解決に、ヘルスケア業者の 66%が患者、医療従事者および医薬品・手術用品在庫などの追跡に、それぞれ IoT を活用している。製造業は、最も積極的に IoT を導入している業界であり、その IoT 活用方法の上位 5 つは順に、産業の自動化 (48%の製造業者が導入)、品質とコンプライアンス (45%の製造業者が導入)、生産計画 (43%の製造業者が導入)、サプライチェーンと物流 (43%の製造業者が導入)、および工場の安全と保障 (33%の製造業者が導入) となっている。上記のデータからは、製造業界で積極的に IoT が導入され、工場の稼働効率向上への寄与が期待されていることが見て取れる。メーカーからの回答によると、IoT 導入の 3 大メリットは、効率、歩留まり、および品質の向上であるとのことである。将来的には、IoT を導入していない企業は競合他社に大きく遅れをとり、淘汰される可能性がある。

IoTでは、センサによる情報収集から結果分析に至るまで、あらゆる場面でAIの役割が欠かせない。IoTソリューションのアーキテクチャは、簡単に言えば、ハードウェア、リンク層、ソフトウェア、およびセキュリティという4つの部分で構成されている。ハードウェアにはセンサ、ゲートウェイ（Gateway）などが、リンク層には無線ネットワーク、有線ネットワーク、短距離ネットワーク、長距離ネットワークなどが、ソフトウェアにはIoTプラットフォームおよびその他の層（Different Layers）がそれぞれ含まれており、最後のセキュリティは、上記に関するセキュリティ保障をすべて統合したものである。

ある環境に複数のセンサを設置すると、気温、圧力、人間の行動、空気の質などを感知し、感知した結果をAIシステムに取り込むことができる。AIシステム内ではデータ収集（Data Gathering）が行われ、ビッグデータ分析の結果がアルゴリズムを使用してモデル化（Modeling）され、最終的に最適な意思決定が下される。この時点で、AIシステムの処理作業は一段落するが、AI分析とIoTとをより密接に結び付けることができる、非常に重要な技術がここで用いられる。すなわち、その時点で感知しているデータについてリアルタイムなフィードバック（Streaming または Real Time Reaction という）を行い、最適な意思決定をセンサおよび環境システムに通知して、環境システムにアクションを実行させる。全体として見れば、IoTプラットフォームはデータをAIプラットフォームに送信する必要があり、AIプラットフォームは機械学習を通じてデータを処理した後、意思決定情報をIoTプラットフォームにフィードバックするという形になる。人工知能モノのインターネット（AIoT）の概念は、こうして登場したものである。

2.IoT のスタートアップの動向

1. IoT スタートアップの分野別分析

Venture Scanner社は毎年、各IoT垂直産業における主要なスタートアップ企業を精選している。それによれば、多くのスタートアップ企業がソフトウェア、プラットフォーム事業に取り組んでいることが分かるが、台湾ではハードウェア分野が多数を占めている。以下では、いくつかの垂直産業について紹介する。

(1) ヘルスケア IoT のスタートアップ企業（HealthCare IoT Startups）

- A. WHILL：運動障害のある人が自由に行動できるよう、電動車いすのカスタマイズに取り組んでいる。
- B. Nima：楽しい気持ちで食事ができるよう、フードセンサ（Food Sensor）を開発している。
- C. Healbe：ユーザーが食べた食事の量、摂取したカロリーなどをソフトウェアで通知する。

- D. VitalConnect : バイオセンサ (Bio Sensor) で体の生物学的指標 (Biomarker) を測定し、患者のモニタリングを行う。
 - E. OrCam : 視覚障害者が人工視覚センサ (Artificial Vision Sensor) を通じて基本的な識別を行うことができるよう、ポータブルデバイスを開発している。
- (2) インダストリアル IoT のスタートアップ企業 (IIoT Startups)
- A. Sight Machine : 工場の管理とモニタリングに役立つ製造情報プラットフォームを工場に提供している。
 - B. Konux : 工場の全体管理用のスマートセンシングシステムプラットフォームを開発している。
 - C. Foghorn : エッジ AI を用いて工場を管理している。
 - D. IoTium : 工場向けクラウドインフラサービスを提供する会社である。
 - E. Tulip : 製造業向けのアプリで、工場管理のプラットフォームとして機能している。2021 年 3 月には、Gartner 社に代表的なスタートアップ企業として選出された。
- (3) ホーム IoT のスタートアップ企業 (Home IoT Startups)
- A. Tado : 家庭用のスマート温度コントローラで、温度・湿度のリアルタイムなモニタリングを可能にするとともに、ユーザーの体調や使用行為も測定する。
 - B. Eero : WIFI 技術を応用してユーザーの睡眠時の呼吸頻度や在宅人数を測定する。将来的には WIFI を IoT の Gateway として利用し、エッジコンピューティングを可能にする。
 - C. Noon home : 家の中の照明器具を自動制御できる照明制御システム。
 - D. Smart flow : IoT カメラを利用して、飼い主不在時のペットの監視などを行う。この技術の鍵となるセキュリティシステムにより、通常の Web カメラとは一線を画することができる。
 - E. Netatmo : 将来使用される見込みの消費者向け電子製品を 1 つのコントロールセンターに統合するスマートホーム企業であり、製品として中央コントローラを提供している。
- (4) 農業 IoT のスタートアップ企業 (Agriculture IoT Startups)
- A. Yield : 主に植物の収率の測定を行っている。散水や施肥などの要素を活用して関連データを収集、モニタリングすることで、パラメー

タを取得し、穀物の成長を管理する。

- B. **Grownetics** : ソフトウェアとハードウェアを統合し、屋内温室を製作している。
- C. **Fieldin** : ソフトウェアサービスを活用して、特に大規模農作物管理向けの虫害管理システムを構築している。
- D. **SciCrop** : AI、Big Data を活用した農業栽培を主に手掛けている。
- E. **Hortau** : 主な製品は灌漑用の IoT である。

IoT 農業の分野において最も発生しやすい課題は、デバイス、機械・道具の寸法がいずれも大きいということであり、バッテリーの寿命が十分であるか否か、および接続範囲が広すぎる場合の通信困難の有無などの問題があるが、これらはいずれも未だに克服されていない難題である。

2. IoT の今後の動向と IoT スタートアップが直面する課題

2021 年から 2023 年までの IoT の発展の動向を見てみると、以下のようにまとめることができる。

- (1) **IoT Security** : IoT と接続デバイスが情報セキュリティ管理において最も脆弱な部分であり、IoT Security が最大のペインポイントであることに疑いの余地はない。
- (2) **Manufacturing** : スマートファクトリーを推進し、IoT 製造に取り組むメーカーが増えている。
- (3) **Big Data Analytics and ML** : データ収集と AI アルゴリズムの応用が常に IoT とセットで議論されている。基本的にこれらの分野は密接に関連しており、切り離すことはできない。
- (4) **Healthcare** : ヘルスケア分野への IoT の応用事例は多い。例を挙げれば、人々が最も長く身につけるデバイスは血糖測定器であるが、将来的には、いっそう快適かつ無知覚な方法で人体の生物学的指標を取得・計算するデジタルヘルスケアデバイスが増えることが見込まれる。
- (5) **Workforce Management** : 労働力管理は、組織の業績水準と能力を最大化させるプロセスであり、将来的にこのプロセスは、IoT を通じて最適化される。例えば、現場での就労管理、人的資源管理、業績・研修管理、データ収集、採用、予算編成、予測、計画および分析などは、いずれもデータ分析および AI を通じてリアルタイムなモニタリングと最適化が行われる。
- (6) **Smart City** : スマートシティは以前から取り上げられ、注目も集めている話題である。スマートシティでは、交通渋滞や災害通知などの問題はいずれも IoT でシステムを最適化することができる。

- (7) **Cloud : IoT** : 接続されたデータやコンピューティングがクラウドに移行されるのは避けられない流れであるため、大手企業はクラウドを重要な要素であると見ている。
- (8) **Customer Service** : 将来のビジネスモデルはサービス指向となり、その1つがサービスとしての機器 (**Equipment as a Service**) である。使用状況データを収集し、モニタリングと維持管理を行うためには、デバイスにIoTが搭載されている必要がある。IoTが一旦インターネットに接続されれば、将来のデバイスのメンテナンスはIoTとソフトウェアを通じて自動的に検出、予測、報告され、さらには直接処理できるようになることが予想される。
- (9) **Developers to come up with IoT milestones** : IoTの無限の活用法と、垂直産業間の連携などといったビジネスモデルの革新を総合的に考慮する必要がある。
- (10) **Powering Smart Stores** : スマートストア、または無人店舗は、これまではブロックチェーンに紐づけられ、チップレットと携帯電話を活用すれば、自動会計が実現できると考えられていた。しかし、窃盗や監視システムのすり抜けといった違法行為など、人間の行動の予測不可能性のため、多くの無人店舗がモデルチェンジを行っている。
- (11) **Digital Twins and the Enterprise Metaverse** : デジタルツインとメタバースは、2022年に最も多く議論された2つの技術である。これらの技術は現実世界と仮想世界のギャップを埋めるものであるが、IoT技術と融合すれば、データの運用面の強化を図ることができる。企業は、これらの技術を導入することでワークフロー、消費者行動、顧客体験、運営効率といった取組についていっそう的確に把握し、改善を行って、新たな収益を生み出すことができる。
- (12) **A Wider Range of Connectivity Options** : LPWANなどの既存技術の強化、または5Gなどの新技術の導入により、IoTの技術およびソリューションの進歩を加速させることができる。特に5Gの超低遅延および高データ伝送速度の通信ネットワークの普及に伴い、新たなIoTソリューションが大きく発展している。
- (13) **Edge computing** : エッジコンピューティングは、IoTデバイスにエンドポイントでデータを直接収集・処理させるようにする、IoTコンピューティング戦略であり、データセンターまたはクラウドにデータを返送する際のトラフィックの輻輳や待ち時間を解消して、ユーザーにより優れた制御性と柔軟性を提供する。

IoT Analytics Research社は、IoTスタートアップ企業64社を調査し、2016年から2020年までの5年間に、自社のIoT製品を購入してくれる最初の顧客を見つけるまでにどのくらいの時間がかかったかを尋ねた。その統計結果によると、平均でも23か月を要しており、最も早くて8か月、最も遅い企業で

は76か月かかっていた。すなわち、企業が社内で製品の開発を開始してから実際に顧客が代金を支払うまでの期間がほぼ2年に及ぶということである。一般的に言って、スタートアップ企業が収益のない状態で2年間生き残ることは困難である。多くのIoTデバイスやシステムは、各種の現場に変化をもたらしており、その変化はユーザーの行動にも及ぶため、全体として導入にかかる時間が非常に長くなる。その原因は、人間側の研修や行動パターンの移行に要する期間（Cycle Time）が長いためである。それでも、IoTの普及傾向は今後も続き、従来人間が操作していた部分の多くがAIによる自動化に置き換わるであろう。

出典：

- "Global IoT connections to hit 34.4 billion in 2032," Transforma Insights, 2023.
- "How to create a successful IoT business model – insights from early innovators," IoT Analytics, 2020.
- "Industrial IoT Market (By Component: Solution, Services, Platform; By End-Use: Manufacturing, Energy & Power, Oil & Gas, Healthcare, logistics & Transport, Agriculture, Others) - Global Industry Analysis, Size, Share, Growth, Trends, Regional Outlook, and Forecast 2023-2032," PRECEDENCE RESEARCH, 2023.
- "IoT Signals," Microsoft, 2021.
- "Top 7 IoT Trends Driving Innovation Across Businesses In 2023," Copper digital, 2023.
- "Venture Scanner Sector Maps," Venture Scanner, 2021.
- "Worldwide Spending on the Internet of Things is Forecast to Surpass \$1 Trillion in 2026, According to a New IDC Spending Guide," IDC, 2023.