

Arm 事業説明会

Arm: Making Progress vs Strategy

Ian Thornton (Head of Investor Relations, Arm Holdings plc)

2017年11月30日(木)

※英語を原本とし、日本語による翻訳文を参考としてご提供しています。

皆さん、おはようございます。また皆さんの前でお話しできることを嬉しく思っています。今回は、これまでお話したような、Armが何者で、どのように収益を上げているかといった話よりも、ソフトバンクの一員となってからの1年間の、戦略面での進捗にフォーカスしてお話をしたいと思います。

(以下スライド併用)

#2

最初に Arm の概要を極めて簡単に再度紹介させていただいたのち、今年度上半期のパフォーマンスについて簡単にアップデートします。その後、今後 10 年間の主要な戦略分野、特にサーバー、AI や機械学習、自動運転について、もう少し細かくお話をしていきたいと思えます。

#3-4

Arm は半導体の設計やコンピューターチップの製造に係る事業を行っています。過去 50 年、コンシューマー・エレクトロニクス製品に求められる機能はより高次化し、チップも大変に複雑化しました。チップの設計はかつて 1 名のエンジニアで行っていたのが、今や数百名のエンジニア×数十チームを要します。

#5

Arm は、コンピューターチップのキーとなるデザインコンポーネントの提供を行っています。よく知られているのは、コンシューマー・エレクトロニクス製品のソフトウェアを動かすメイン・プロセッサです。スマートフォン上でアプリケーションやゲームを使用したりメールを書いたりする際、様々なソフトウェアとのやりとりが発生しますが、このようなソフトウェアのほぼ全てが、Arm のプロセッサ上で動作しています。自動車では、ABS などのシステムもソフトウェアによって制御されています。Arm はメイン・プロセッサのほかグラフィック・プロセッサ、機械学習用のアクセラレーターも開発しています。Bluetooth や Wi-Fi などの無線のプロトコル、メモリー・インターフェースなどにも携わっています。コンピューターチップの設計に必要なコンポーネントのかなりの部分を提供していると言えます。

#6

私たちのビジネスモデルでは、まずこのコンポーネントを開発し、そのデザインを半導体企業にライセンス供与します。ライセンサーからライセンス料とロイヤリティーを受け取ることで、収益を上げています。今日開発するテクノロジーは、将来ライセンス供与し、その後何年にもわたってロイヤリティーを受け取ります。今日受け取る売上は全て、何年も前に開発したテクノロジーからの収益です。ライセンス収入は 3~5 年前に開発したもの、ロイヤリティー収入は、ものによっては 25 年前に開発したものから発生しています。ですから、現在目にする「事業」と、「収益」は、大きく異なります。今日の売上は最大 10~20 年前に開発されたテクノロジーから発生し、今日のテクノロジー開発（と、それに付随するコスト）は、将来の収益源のためのものなのです。

#7

Arm の事業の収益性が非常に高く、キャッシュフローが潤沢なのは、こうした事業構造によるものです。状況が大きく変わらなければ、今年度のフリーキャッシュフローは 5 億ドル程度となる見込みですが、ソフトバンクはこれを事業に再投資することを望んでおり、研究開発を加速するために研究開発投資を増額している最中でもありますので、一部は事業への再投資に、一部は新規ビジネス創出に使われています。

mbed Cloud については以前にもお話ししました。IoT のセキュリティを向上させるテクノロジーです。事業規模はまだ小ぶりですが、確実に成長しており、今日多くの投資を行っている分野です。今日はあまり詳しくお話しませんが、今回は、この新事業についてもう少し長くお話ししたいと思います。

#8

投資分野は、大きく分けてこれら 5 つです。AI や機械学習は、クラウドだけでなく、携帯電話や自動車などあらゆる場所で、私たちが使うほぼ全ての製品の機能に関連してきます。AI や機械学習は、人間の生活と密接に関わるようになるでしょうし、私たちにとって将来的に非常に重要なテクノロジーであると考えています。これらのインテリジェンスは、自動車の自動運転機能や、ロボットのさらなる高機能化にも使われるでしょう。コンピュータービジョンも投資分野の 1 つとして、コンピューターがものを見たり、物理的な対象物を認識したりできるようになるのを実現していきます。これには仮想現実や拡張現実なども含まれます。そして、過去 10 年ほど私たちが投資してきた分野が、サーバーなどハイパースケールのテクノロジーです。これらの分野での進捗について、お話していきます。

そして、この全ての分野で、セキュリティの向上へのニーズが高まっています。ハッキングやサイバー攻撃などのニュースは、皆さんもよく目にするでしょう。インターネットに接続すると、データの盗用やアクセス制限、ランサムウェアなどによる攻撃などの攻撃が発生します。全てのテクノロジーが、このような悪意を持った攻撃から保護される必要があります。

#9

私たちのビジネスモデルをこちらに簡単に示しています。Arm がプロセッサを開発し、そのライセンスを半導体企業に提供し、半導体企業はその設計利用料として、ライセンス

料を Arm に一括で先払いします。ちなみに、そのライセンス収入は Arm の売上高の約 30～35%を占めています。その後、(ライセンシーである) 半導体企業は、当社のテクノロジーを自社製チップに搭載し、そのチップを取引先の OEM 販売業者に出荷し、OEM はその Arm のテクノロジーをベースにしたチップをテレビや自動車、携帯電話に搭載して販売します。OEM がこれらの半導体企業から Arm ベースのチップを購入する度に、ロイヤルティー(使用料)が Arm に入ってきます。チップ 1 枚当たりのロイヤルティー収入は当社の売上高のおよそ 6 割を占めています。

#10-11

このライセンス収入とロイヤルティー収入の両方についてももう少しお話しします。まずはライセンスングに関してです。当第 2 四半期のプロセッサ・ライセンス契約数は 26 件でした。こちらに 2013～2017 年の各四半期の契約数が示されています。最も件数が少なかった年で 20、最も多かった年で 56 だったと思います。大体 25～40 件が通常の範囲です。当第 2 四半期は 26 件だったので、かなり低めということで、これは懸念すべき事態なのか自問する必要があります。

もう少し数字を詳しく見てみると、通常の 1 四半期でどの程度の契約数が見込めるのかという話になりますが、Arm7、Arm9 のようなクラシックプロセッサであれば 1 件程度です。当第 2 四半期は 1 件もありませんでしたが、これは懸念すべきことではありません。Cortex-A のプロセッサ・ライセンス契約であれば、通常、大体 8 件程度です。(当第 2 四半期は 7 件なので) 1 件足りませんが、これも心配するほどではありません。Cortex-R のプロセッサ・ライセンス契約は、通常 4 件程度で、当第 2 四半期は通常通り 4 件です。Mali ライセンスは 4、5 件ですので、これも通常レベルです。ただし、Cortex-M に関しては、通常 20 件程度なのに対し当第 2 四半期はわずか 11 件でした。これは憂慮すべき事態なのかというと、すこし精査が必要ですね。

#12

90 日前を思い出してみると、ソフトバンクの当第 1 四半期の決算発表で孫社長がこのスライドをお見せしましたね。この発表の中で彼が話していたのは、Arm は最も人気の高い 2 つのプロセッサ製品—Cortex-M0 と Cortex-M3—をいかに無料で、あるいは最低でも先払い金なしで、利用したいと希望する全ての企業に提供できるかということです。無償化する理由ですが、チップを設計したい企業が IoT 分野へ進出する助けとなるからです。もちろん、ソフトバンクの将来のビジネスの多くが IoT から派生したものと考えられていますから、ライセンスの無償化により IoT の加速が進むことになるでしょう。

#13

では、Arm はどんな方法で無償化を行ったのでしょうか。当第 2 四半期は 92 日間です。これらの製品について新規に(無料で) 92 件のライセンス供与を行いました (DesignStart Pro)。平均して 1 日 1 件の計算です。さらに、そのうちの 1 つとして、評価ベースで Cortex-M のプロセッサ・ライセンスが利用できるエバリュエーション・プログラム (DesignStart Eval) というものもあります。この無償ライセンスで(チップを) 製品化することはできません

んが、Cortex-M のプロセッサは、FPGA などのプロトタイピング・プラットフォーム搭載用に最適化されています。これについても費用は発生しません。6 月末にプログラムを立ち上げてから、これらの Cortex-M プロセッサのダウンロード件数は、既に 1700 件を超えています。わずか 4 カ月間で 0 件から 1700 件です。

#14

従って、実際に 92 件のプロセッサ・ライセンス契約を締結していたとすると、当第 2 四半期はどうなっていたでしょうか。先払い費用がかからないこの 92 件のプロセッサ・ライセンスを含めれば、当第 2 四半期は Arm 史上最高の四半期になっていたということになります。(スライド中の表を指して) 当第 2 四半期はここですね。ライセンス契約数は 118 件ですから、もう図表の上を飛び越えていますね。ですから、当第 2 四半期の Cortex-M のプロセッサ・ライセンス契約数は 11 件ではなく、(+92 件で) 103 件ということになります。これは相当な数のライセンス件数になります。ただ、もしこれを無償化しなければ、それらの企業は当社のサイトに来て、このプロセッサのライセンス料を払っていたでしょうか。恐らく払ってないと思います。それどころか、当第 2 四半期の先払いが必要なライセンス契約数は確実に 10 件程度減っていたでしょう。これらのライセンスは相対的にみてかなり安いほうですが、それでも、この新しいプログラム下で先払い費用なしでライセンスを無償提供したために、当第 2 四半期のライセンス収入はおそらく 100 万～200 万ドル相当減っていると思います。それでは実行する意味がないような印象を与えるかもしれませんが、実際、当第 2 四半期のライセンス件数は 10～20 件の減少にはならなかっただけではなく、Arm のテクノロジーを(今後も)使用する企業を逆に計 92 社も手に入れたのです。

Cortex-M0 と Cortex-M3 を無償提供しなければ、どうなっていたでしょうか。これらの企業はどうしていたでしょうか。今のような時代、無料プロセッサなどインターネット上でいくらでも手に入りますよね。8 ビットや 16 ビットのプロセッサをダウンロードして、チップ設計に使うこともできます。これはまさに多くの企業が何年もやってきたことです。Arm の市場シェアは約 35%だと私たちはよく口にしますが、それは、残りの 65%の多くはそれほどインテリジェントではない駄目なプロセッサだからで、なかには無料でダウンロードされたようなものもあります。

しかし、IoT デバイス向けには、8 ビット、16 ビットのマикроプロセッサでは十分スマートではありません。IoT 向けには 32 ビットのマикроプロセッサが必要なのです。従って、私たちが懸念するのは、仮に私たちが無償プログラムを実現しなかったら、これらの(92 社の)企業は 32 ビットのマикроプロセッサが必要となるわけですから、そこに十分な需要が生まれることになります。もしくは、どこかの企業が無料ダウンロードできる新しい 32 ビットプロセッサを作ってしまうことで、その需要を満たそうとは始めるかもしれません。つまり、Arm の競合が出現してしまうわけです。ですから、私たちは Arm のプロセッサの無償利用が可能なプログラムを実行することで、この需要を満たしてきたのではと思っています。

ライセンス費用は無料ですが、使用料としてロイヤルティーは支払ってもらわなければなりません。チップ当たりのロイヤルティーは、いずれチップセットを製造して販売する

ことになるどの企業からも 4%程度払ってもらいます。最初の 1000 個は無料かもしれませんが、1001 個目からはロイヤルティーが発生してきます。ですから、将来のある時点でこのような企業からもロイヤルティー収入がもたらされることとなります。「Licensing」のスライドの見出しに実際にこの数字を掲げるかどうかについては多少議論しましたが、ライセンス契約数が 118 件というのは、(いずれその分のロイヤルティー収入が入ってくるという意味で) かなりいい数字ではないでしょうか。

#15-16

では、ロイヤルティーの方を見ていきたいと思います。Arm のロイヤルティーを見るときには、まず業界全体がどのような状況かを見る必要があります。2017 年度上半期の数字ですが、半導体業界全体のコンピューターチップ (の販売高) は約 1900 億ドル相当と、大幅に伸びました。対前年同期比で 21%増です。これは相当に高い数字ですが、同時に大変奇妙な数字です。というのも、それ以前の 5 年間、半導体業界の年間平均成長率は 1%だったからです。つまり 1%がずっと続いた後にいきなり 21%となったわけですから、尋常ではない成長だったわけです。メモリチップの非常に好調な売上を主因としています。なかでもサーバー用メモリチップ、それだけでなくスマホやテレビ用、ますます増加している車載用なども含め、コンシューマー・エレクトロニクス製品向けのチップ販売が牽引しました。さらに、NVIDIA のような企業の GPU や、インテルのサーバーチップの販売も好調でした。

ただし、Arm はこれら全ての市場に参入しているわけではありません。例えば Arm のプロセッサはメモリチップには搭載されていません。ですから、Arm に該当する、Arm プロセッサが搭載可能な市場とすると、市場はこの半分ぐらいになります。この市場の成長率は、対前年同期比で約 9%でした。これでもかなり高い成長率といえます。通常であれば、この市場の成長率は過去 5 年間のレンジで 2~5%程度になります。Arm はどうだったかといえば、およそ 4 億 5000 万ドル相当のロイヤルティー収入がありました。ちょうど 5 億ドル程度ですね。成長率は対前年同期比で 11%と、市場全体の成長率を多少上回っていますから、良い結果だと思えます。

#17

ここで 1 つ興味深いことは、金額ベースでは 11%増でしたが、数量ベースで見ると、ほぼ 30% (増) で、数量は金額に比べおよそ 3 倍の伸び率です。つまり、チップ当たりの平均ロイヤルティー収入がこの 1 年間で減少したのは明らかです。ここでまた、これは懸念材料かどうかを考えてみましょう。過去 20 年を振り返ってみると、チップ当たりの平均ロイヤルティー収入は、この期間の前半では減少していますが、それ以降はほぼ横ばいです。これには 2 つの要因があります。

まず、この期間、Arm のプロセッサはマイクロコントローラーやスマートカー向けチップへの利用が増えてきたことがあります。チップの ASP は 1 ドルもしませんし、チップ当たりのロイヤルティーは 1%程度です。従って、チップ当たりのロイヤルティーは 1 セントにも満たなかったわけです。チップは大量に出荷されていますが、それと同時にスマホ市場も成長してきて、平均するとロイヤルティーが高めの Arm-V7、そして V8 の出荷も

伸びたわけでは、通常のスマホに 10 ドル相当のチップが組み込まれているとすると、おそらくそこには *Arm-V8* に加えて *Mali* が搭載されているでしょうから、1 台のスマホから入るロイヤルティーは (10 ドルの) 2~3% になります。つまり、スマホ向けチップ 1 枚当たりのロイヤルティーは 30 セント程度ということになります。従って、ロイヤルティーが 30 セントのスマホと、ロイヤルティーが ASP の 1% (1 セント) のマイクロコントローラーの成長がこの期間あったわけでは、それが (ロイヤルティー収入の) 平均にどう影響したのでしょうか。マイクロコントローラーの成長とスマホの成長がほぼ同時期に発生したために、互いのロイヤルティーをほぼ相殺してしまった (平準化された) ということです。

#18

この (グラフの) 曲線を形成している要因として基本的に 4 つあります。まず、ASP が 1 ドルのチップと 10 ドルのチップがあると、チップ当たりの平均ロイヤルティーは何% ぐらいなのか。前者が 1% なのに対して後者は 2%。そのどちらの顧客が市場シェアを勝ち取っているか、そのどちらの市場の成長率のほうが大きいのかということ。このグラフに最大の影響を与えているのはマーケットミックスです。つまり、マイクロコントローラーのほうがスマートフォンより成長が速いのか、スマートフォンのほうがマイクロコントローラーより成長が速いのか、スマートフォンのほうがマイクロコントローラーより成長が速いのか、それが最も影響しているということです。それから、私たちに入ってくるロイヤルティー収入です。新しいプロセッサを設計し、その新しい設計でライセンス供与する度に、チップ当たりの使用料をほんの少し高めに設定しようと試みています。

ただし、時間が経つにつれ、これらの使用料率はすべて相殺され、ほぼ平準化されてきています。*Cortex-M* は、マイクロコントローラーやスマートカードの大半に利用されるテクノロジーなので、このロイヤルティーの平準化をある程度見ることができるとは思います。過去 10 年間で、*Cortex-M* 搭載のチップ数は実質 0 から 70 億~80 億個にまでなっています。*Cortex-A* 搭載のチップ数も、ほぼ 0 から 40 億個に拡大しています。これらから得られるロイヤルティー収入は平均 1 セントもあり、平均数 10 セントのこともある。こちらのプロセッサ (チップ数) の伸びに対してこちらのプロセッサ (チップ数) の伸びがある。それらが平準化されて、この (平均ロイヤルティー収入の) グラフが横ばいになっているのです。今後ですが、*Cortex-A* の伸びが続くと共に、*Cortex-M* の伸びも続くこととみられることから、チップ当たりの平均ロイヤルティー収入は、おそらく引き続き安定した状態が続くとみえています。

とはいえ、さらにもっと先を見越して考えると、IoT の進展により (チップ搭載の) デバイスの数は実に 1 兆個になると考えられますから、1 枚 1 ドルもしくは 1 ドル未満のチップの数が 1 兆個になると考えると、いずれチップ当たりの平均ロイヤルティーは必ず低下するでしょう。低価格帯チップ比率が上がっていくことによっても影響を受けるとは思います。ただし、収益性の観点からは、これらの製品すべて含めて 100% 利益になるので、100 枚のチップから 1 ドルのロイヤルティー収入を得ようが、10 枚のチップから 1 ドルのロイヤルティー収入を得ようが、そんなことは重要ではありません。*Arm* にとって 100% 利益であり、100% マージンであることに変わりありません。

#19-20

収益性について、これまでの投資の状況を振り返ってみたいと思います。私たちもソフトバンクグループの一員ですから、投資を大幅に増やすように言われています。ご覧の様に、実際、雇用を元年ベースから倍増しました。通常であれば、新規採用数は年間で 500～600 人ですが、今回は 1100 人の純増です。その大半は、皆さんご想像の通り、実際にプロセッサの設計を手がけ、将来ライセンス化する製品を作るエンジニアです。一方、エンジニア以外の人員比率はほぼ変わっていないか、若干の減少といったところです。

私たちが最も重要視していることの 1 つは、人員数の増加だけでなく、適切な人材を確保することです。そうした人材の質を重要視し、入社後は、Arm の企業文化、企業価値、企業行動について理解を深めてもらい、1 日も早く順応してもらいます。ソフトバンクによる買収前の 5 年間で Arm の規模は倍増し、実に現在の社員のほぼ半数は、過去 2～3 年間での入社です。今回はこれ以上の規模の採用ですから難易度も上がりますが、経験は既にあることですし、この先何年も継続する必要があるプロセスです。2016 年から 2021 年にかけて従業員数を倍にすることを予定していますので、この雇用の伸びをこの先何年も維持する必要があります。

#21

人員の増加は、費用の増加に直結してきました。Arm の費用増加の大部分は、従業員数の増加によるものであり、この（資料中の）9100 万ポンドはすべて人員増分によるものです。2016 年上半期の 3 億ポンドから 9100 万ポンド増えているので、前年同期比で約 30% 増加したことになります。そこに賃金の若干の上昇分が加えられ、ほぼ費用総額になる計算です。また、実質的に買収に関連する費用もいくつか含まれています。昨年、株式報酬プログラムに係るコストは費用には含まれていませんでしたが、現在は現金ベースの報酬プログラムになったことにより、費用に含まれています。また、買収後にボーナススキームも変更しているため、ワнтаイムの追加特別費用が発生しています。当上半期の費用にはこれら 2 項目が含まれていますが、当第 3 四半期はこの部分はなくなります。また、2016 年 6 月のブレグジットによるポンド安の影響も受けてきましたが、直近 2～3 四半期間は為替レートも安定化しており、この費用影響も当第 3 四半期にはなくなると思います。従って今後、Arm のコストは、皆さんの予想通り、人員増加にきわめて密に関連して増加することになります。

#22

売上は明らかに堅調に伸びています。前年同期比で 17% 増ですが、費用増大がそれを上回っている影響で、利益は前年同期比で大幅減となってしまいました。ですが、私たちが Arm の 2017 年の計画についてお話した 6 カ月前、2017 年の EBIT マージンは大体前年の約半分の 18% を見込んでいるとお伝えしました。前年度実績が 40% だったので、およそその半分とみていると述べたのですが、実際、18% ですので、ほぼ予想に近い形になっています。社内の収益予測モデルでも、2017 年の EBIT マージンは 18% でしたので、概ね予想通りになっているわけです。ただし、今後も増収率を上回るペースで投資拡大を継続し

ていきますので、2018年度のEBITマージンは2017年度を下回るとの私たちの見方は変わりません。同数値は引き続き低下するとみてもらって構いません。

#23-24

それでは次に、Armの主な市場戦略とこれまでの戦略投資について一通り説明していきましょう。主にここで取り上げる分野は、機械学習と自動運転についてですが、最初はまずサーバー市場での当社の位置付けについてお話ししたいと思います。

#25

多くの方がご承知のように、Armは長年サーバー投資を行ってきました。サーバー市場が変化しているため、私たちはこのチャンスを捉えようとしています。従来のサーバー市場といえば、1つのサーバーが多様なタスクを実行するエンタープライズサーバー市場のことでした。2016年には、標準エンタープライズサーバーが市場で優位となってきましたが、それも今やCloudサーバーやHPCサーバーに取って代われつつあり、今後はますますこれらがサーバー市場のシェアを高めていくのを目の当たりにすることになるでしょう。Armの狙いはまさにこれらのサーバー市場です。もはや標準サーバーではなく、ターゲットにしているのはCloudとHPCサーバーです。

#26

さて、これまでの当社の道のりですが、これは2008年からスタートした10年間に及ぶ道程です。この道程を歩み始めるために、最初にいくつかArmの新テクノロジーを開発する必要があったのですが、これがArm v8.0です。v8用に最初のアーキテクチャーと最初のプロセッサを開発するのに2~3年を費やしました。それで初めてカスタマーに提供することができます。無論、カスタマーも2~3年かけてチップに組み込む必要があります。チップが機能して初めてソフトウェア開発会社がソフトウェアの開発を始めることができるのです。私たちはチップをソフトウェア開発会社のうち数社に提供しました。それらの会社は、今度はOSを機能させる仕事に取り掛かり、アプリケーションの移植をします。これにも1~2年かかるか、かからないかですが、ソフトウェアが完成すれば、チップも機能し、ソフトウェアも機能します。そこで初めて(Armベースの)サーバーがエンドユーザーの手元にわたり、評価開始が可能になるわけです。従って、2008年に開発を開始したのですが、GoogleやFacebookのような会社がArmテクノロジーベースのサーバーを彼らのシステムで使用し始め、トライアルを開始し、概念実証を行うことができるようになったのは、実に2014年になってからのことでした。

このプロセス中すべての段階で数々のフィードバックが出てきます。チップメーカーはアーキテクチャーをもっと向上させるよう、ソフトウェア開発会社はもっと機能を増やすよう要求してきますし、エンドユーザーは、「これはうまく動かなかったよ」とか、「これはうまく機能した」「ここをもっと増やしてくれ、減らしてくれ」というような情報が山ほど戻ってきますが、こうしたフィードバックは、私たちが将来世代のテクノロジーを向上させる上で大変役に立っています。

#27

現在の状況についてですが、**Armv8.4** のバリエーション 4 のアーキテクチャーを導入しているところです。次のスライドでももう少し詳しく説明します。サーバー向けのチップを作る複数の異なるタイプの半導体企業から、本番機向けのマルチプルチップが上がってきています。そこで全てのメイン OS と数多くのアプリケーションを移植し、Arm ベースのサーバー向けチップに最適化してもらい、商品化できる状態にする必要があります。つまり、やっと Arm ベースのサーバー向けチップを本番機に導入することができるようになったという段階です。市場に参入するのにこれだけの期間がかかるわけですね。10 年と申しましたが、商品の市場投入に実に 10 年かかったわけです。

Arm のテクノロジーをいくつか見てみましょう。**Arm v7** (バージョン 7) のアーキテクチャーに戻りますと、これは 2004 年に商品化しました。当時、偉大な新しいテクノロジーとして、初めてマルチコアプロセッサが登場しました。そのプロセッサに内蔵されたのがマルチメディアアクセラレーションでした。**v8** は、先ほど申し上げましたように、2008 年に開発し始めましたが、最初のバージョンが商品化されたのは 2011 年になってからです。その結果、初めて 64 ビット命令セットが Arm 製プロセッサで実現し、それによりマルチコアプロセッシング機能が向上し、マルチメディアテクノロジーも向上しました。**v8.2** の登場により、マルチメディアもマルチコアも性能が向上したうえ、エラー管理も改善しました。これはサーバー分野では非常に重要なことです。加えて、機械学習(ML)や仮想化拡張(VA)も導入されました。このテクノロジーこそ、来年販売開始のスマートフォンに搭載される最新のチップです。これが間もなくスマートフォン、サーバーに実用化される今日の最先端技術です。先ほど申し上げましたように、**Arm-v8** のバリエーション 4 のアーキテクチャーを投入したばかりですが、現在作業中である将来誕生するプロセッサについてご紹介しようと思います。コードネームも既にありますますが、詳細についてはまだお話しすることができません。

#28

現在、商品化された本番機用シリコンチップを扱っている取引先は 7 社あります。本日より、これらの 7 社からチップを購入できます。

#29

最近 (Arm ベースサーバーへの) 支援提供と、そのための独自開発のチップについて発表したのが Qualcomm 社です。これは 2 週間前の Qualcomm の発表資料からとってききましたが、Qualcomm 社は現在主流のインテル製 Xeon プロセッサと比較して同社のコア CPU の性能の程度について詳しく調査しています。興味深いのは、Qualcomm 社は同社のコア CPU をベンチマークするために、あえて最も先進的なインテルの Xeon プロセッサを使用したことです。性能評価用の指標としては SPECint (注: SPEC が策定した、システムの性能評価を行うベンチマークのひとつで、整数演算を実行するプログラムにより性能を評価する) が使われています。これは、チップのパフォーマンスをみるにはいいですよ。SPECint のベンチマークのなかには、Qualcomm 社の CPU がインテル製チップとほぼ同水準の処理能力を実現しているものがあることが証明されていますし、「スレッド当た

りのパフォーマンス」も、最高を誇るインテルチップと同等です。しかし、特に秀でている部分は「ワット当たりのパフォーマンス」です。これは通常のインテルが出せる「ワット当たりパフォーマンス」よりも低消費電力の実装になっています。同じスループットであれば 30%~50%省電力化されています。また、Qualcomm 社はインテルよりもはるかに安価な金額で販売していますから、本当に優れているのは「1ドル当たりのパフォーマンス」です。つまり、コストパフォーマンスは 2~4 倍いいわけですね。同等のパフォーマンスを得るにしても、はるかに少額で済むわけです。従って、アップフロント費用が安く抑えられ、消費電力も低いにも関わらず、同水準の処理能力が期待できるのですから、これら 3 拍子揃えば、私たちが CPU 市場である程度シェアを勝ち取っていくことも可能になるでしょう。

#30

先ほども申し上げましたように、全てのオープンソース OS は Arm ベースサーバーを利用出来るようになってきました。Red Hat と CentOS は、商品化支援をしてくれた最も直近の製品です。実に興味深いのは、このテクノロジーを搭載した Arm ベースサーバーを利用したいという OEM ベンダーから従来以上に多くの市場の引き合いが出始めているのを目の当たりにしており、これらのベンダーに商品化支援をしてもらうのは大きな助けとなることです。

#31

さらに、システムの一部を Arm ベースのチップサーバーへ移行するとの発表を行うサーバーのエンドユーザーも増えてきており、Amazon、Microsoft、Alibaba、Tencent などこれら全ての企業は、彼らのデータセンターのごく一部で Arm ベースのテクノロジーをサポートしていることを公表しています。これはまだスタート地点にすぎないと思うので、こうした相次ぐ発表を受けて過剰に反応してほしくありません。昨年の Arm のサーバー市場シェアは 1%未満でした。2017 年は恐らく 1%にはなるでしょう。ただし、現在私たちは 2022 年に 25%の市場シェア達成という目標に向けて進んでいます。まだその地点ははるか遠くに見えますが。

この先 2 年間で予想できるのは、インテルからの大きな反動です。つまり、インテルから熾烈な競争を仕掛けられるとみています。特に製品価格を下げてくると思います。Arm ソリューションともっと互角に戦える価格競争力を出してくると思います。さらに、Arm ベースチップの省エネ力に匹敵する低電力技術を提供してくる可能性があります。どんな展開になるのかみてみましょう。先ほど申し上げたように、非常に激しい反応が予想されます。これは多くには朗報でしょうが、今後数年は素晴らしい日々ばかりではなく、厳しい日々にも直面することがあるとみています。

#32-33

ということで、ここからもう少し Arm にとっての AI や機械学習についてお話をしていきたいと思います。AI に関しては、もう過去 1 年ほどで色々な話を皆さん耳にしていると思います。ただ、そういう話のほとんどはクラウドコンピューティングやビッグデータ解

析という文脈のなかで、人間に対抗するコンピューターゲームもしくはリアル画像認識などに使用される GPU、または Alexia や Siri などのデジタルアシスタンスなどのようなものとの関連で、皆さん耳にしてきたのではないかと思います。皆さんが馴染みのあるこうしたテクノロジーの全てはクラウドのなせる業です。

(AI というのはクラウドが中心かもしれませんが) Arm は、クラウドやビッグデータ以外でも AI や機械学習を展開することに注力しています。毎日使用するコンシューマー・エレクトロニクス製品に AI や機械学習を応用し、ビッグデータだけではなくリトルデータ、あるいは個人データさえも利用して機械学習を展開させるということを考えています。例えば、携帯電話が皆さんの音声を認識できるようにしたいです。コマンドや情報をわざわざクラウドに送信しなくても皆さんが自然に話す言語を認識できる、皆さんの話すのを自然に携帯が学習するようにしたいということです。自動運転に関しては、ブレーキを踏みこむべきなのかどうかについてクラウドからの情報を待たなくともいいようにしたいのです。さらに、ロボットが物理的な状況を理解して、適切な行動がとれるようにもしたいと思っています。IoT デバイスでさえも、小さな電気モーターやセンサーでさえも、機械学習のテクノロジーを利用し、効率性を高めた駆動を自ずと学習することができるようにしたい。そんな展開を考えています。

#34

皆さんが、今日でもこうした機械学習のテクノロジーを利用しているとは認識せずに利用しているものがあります。機械学習の初期バージョンの 1 つです。サムソンやアップル製の携帯電話をお持ちでしたら、指紋をそのロック解除に使用されたことがあると思います。最初に携帯電話を買った時、指紋を認識させるために、指を 5~6 回センサーに押しつけて、指紋を覚えさせますよね。例えば Google の ImageNet では、数千、数百万の犬と猫の画像を見て、犬と猫の見分けができますが、これはそれと同じテクノロジーになります。この指紋認識はそれよりはシンプルかもしれませんが、それが指紋であろうがなかろうが、アルゴリズムの理屈としてはどちらも一緒です。最初の 5~6 回、指紋をセンサーに押しつけますが、これはアルゴリズムを訓練しているのです。訓練された後はロックを解除する度に推論エンジンが作動し、同じ学習した指紋の画像かどうかを確認しています。これが機械学習です。

#35

皆さん、これからは機械学習がクラウドではなくエッジで行われる事例をますます目にするようになると思います。例えばセキュリティのようなものに必要だからです。皆さんの企業にセキュリティカメラがあると思いますが、カメラに写る全ての従業員を Google のクラウドに送信したいとは必ずしも考えないでしょう。ローカル NW につながるカメラで顔認識が出来ればいいのではないのでしょうか。プライバシーという理由から、例えば、私は Amazon に家での会話をすべて聞かれたくはありませんが、デジタルアシスタントというアイデアは良いと思います。私が妻と口論をしているのを聞いて、Alexa から「分が悪いのはあなたのほうだから、何か奥さんにプレゼントをかうといいよ」と E メールが届いたら怖いですよね。従って、プライバシーというものも非常に重要になってきます。機械

学習をクラウドではなくエッジで行いたいのはこうした理由からです。

自動車に関して言えば、レイテンシーが非常に重要です。例えば時速 60 マイルのスピードで運転していて、誰かが前に急に飛び出してきたら車自身に判断させる必要があります。車がクラウドからのコマンドを待っていたら手遅れになってしまうかもしれません。時速 60 マイルでは、光のスピードは味方になってくれません。帯域や消費電力、コストなどを考慮すると、機械学習がクラウドではなくエッジで行われる必要があるのです。デバイスに自分で考えさせるように訓練することが必要とされているのです。

#36

では、機械学習のアルゴリズムがエッジで実行されるということになると、アルゴリズムが必要とするものとソフトウェアを動かすハードウェアの機能を確実にマッチングさせる必要があります。従って、防犯カメラということで考えれば、セキュリティカメラは顔の特定ができなければいけない。顔を追跡して、顔を認識できなければならない。そのアルゴリズムは、携帯電話の音声認識やデジタルアシスタントとは全く異なるアルゴリズムの組み合わせになります。異種混交のアルゴリズムをベストな形で作動させるには、ハードウェアの各ブロックも異なるものが必要です。アルゴリズムの中には、GPU で作動させるのがベストなものもあれば、DSP のほうがベストである場合もあり、また意思決定を必要とするような機械学習であれば RISC プロセッサでアルゴリズムを作動させるほうがいい場合もあります。ある特定のハードウェアアクセラレーターを利用したほうが処理速度の加速が可能な場合もあります。このように、カメラの機械学習に必要なアルゴリズムはスマートフォンの機械学習に必要なそれとは大きく異なりますので、機械学習を実行するにはそれぞれで全く異なるハードウェアの実装が必要になってきます。

#37

エッジデバイスを利用した機械学習に対する Arm のアプローチとは、どういうアルゴリズムがその特定のデバイスに必要なかを理解することなのです。そのためにどういうハードウェアが採用可能なのか、どんな CPU、GPU、ISP (image signal processor)、どんなコンピュータービジョンエンジン、DSP 等々がこのチップに搭載可能なのかということを考えます。そして利用可能なハードウェアを最大限活用するためにアルゴリズムをコンパイルします。つまり、基盤となるハードウェアのコンポーネントにマッチする最適化されたソフトウェアを実装するのです。今日、このすべてが Arm から手に入るというわけです。

#38

Arm では、現代の（あるいはむしろ将来の）スマートフォンに対する機械学習の加速化を支援するために、今年の初め頃、*DynamiQ* というプロセッサ向けマイクロアーキテクチャーを投入しました。この *DynamiQ* は、AI や機械学習のアルゴリズムに使用されるメイン（ドメイン用）ライブラリーの類の TensorFlow や Caffe 向けの AI アルゴリズムを最大で 50 倍加速化します。このテクノロジーは、昨年と今年の Arm がライセンス供与するプロセッサに搭載されていますので、今後 1 年ぐらいで市場に投入されるスマートフォンにこのテクノロジーが採用されるとみています。ですから、来年の夏頃、Arm の機械学

習向け加速化テクノロジーである *DynamiQ* 搭載のスマートフォンを購入いただけると思っています。

#39

最後のトピックになりますが、自動運転、自律走行などについても少々説明しておきましょう。ここでは自動車にフォーカスしますが、ここで説明するテクノロジーの多くは、ロボット工学やドローン、自動操縦飛行機などにも適用されるものです。

#40

今年 Audi の人から聞いた話が大変気に入ったので紹介しますと、今現在、自動車会社が取り組んでいるイノベーションあるいは新技術開発の 9 割は、将来の自動車に組み込まれる電子（半導体）システムやソフトウェアの向上につながるものだそうです。

#41

レベル 3 の自動運転車を製造するために増加中のソフトウェアの量をみても大して驚きません。レベル 3 の自動運転というのは、ある特定の制約条件の中で自動運転ができる車のことです。例えば頻繁にあることですが、交通渋滞が発生した高速道路のような状況を考えてみてください。それこそまさにレベル 3 の自動運転車があなたに代わって運転してくれる場所です。渋滞中でも、本やノート PC を広げて作業をすることができます。それでも車が勝手に運転してくれます。

ただ、ソフトウェアの量は今後も大幅に増えるとみられます。これは Arm にとって理想的な状況です。歴史が示すように、ソフトウェアの量が膨大に増加し始める市場では、OEM が単一のアーキテクチャーに標準化するようサプライヤー側に要求し始める時なのです。というのも、それだけでなくともソフトウェアへの投資額が増えますから、複数の異なるアーキテクチャーへのソフトウェア移植について頭を悩ませたくないのです。ですから、OEM は単一のアーキテクチャーを要求します。ソフトウェアを 1 回書き込んでしまえば、私たちは彼らのプラットフォーム全体でそのソフトウェアをすべてのチップで利用することができますようになります。OEM 企業は、その結果、研究開発費のコスト効率を高めることができます。

#42

これは、レベル 3 の自動運転車に求められるコンピューティング要件、それと超ハイエンドスマホのコンピューティング要件とを比較して作成したスライドです。ハイエンドスマートフォンですが、今日大体 40,000DMIPS 必要なのですが、DMIP とはコンピューティング要件（必要な毎秒命令数）を示す単位です。これにはメイン・プロセッサ、さらにスマホの中のすべての補助チップ、タッチスクリーン、Wi-Fi、Bluetooth、モデムも含まれています。スマホで使われているあらゆるテクノロジーとコンピューティングニーズすべてを合計すると、スマートフォンのコンピューティング要件は約 4 万 DMIPS ぐらいになります。同じアプローチを自動車に適用すると、自動車は携帯電話と比べてその 10 倍の命令処理能力が必要になります。コンピューティング要件が、今日手に入る最高機種のス

マホの 10 倍の自動車を今度は考えてみて下さい。

#43

私の立場からは、これは素晴らしいことだと思います。よく言われるのは、スマホ市場は特別だから、自動走行車市場は、スマホ市場ほど大きくもならないし、成功もしないだろうと。スマホの年間販売台数は 10 億台くらいでしょう。自動車は 1 億台くらいでしょう。しかし、車のコンピューティング要件がスマホの 10 倍だとすれば、コンピューティング要件という点では、両市場は同等になります。ですから、ロイヤルティが入る機会も同等になればいいなど。スマホ 1 台につきロイヤルティが得られるように、自動車 1 台からその 10 倍のロイヤルティが得られればいいなど期待しています。

#44

この分野でいくつか最近朗報が出てきています。来年 Audi が投入する A8 の新バージョンは、レベル 3 の自動走行をサポートする自動車として販売されるのは世界初です。テクノロジーの部分を取り出してみると、メインブレンは zFAS と呼ばれる中央制御装置になっています。これはプロセッサで、車の中心というか運転席の真下にある制御ボードのことです。この中に 2 つのメインチップが搭載されていて、1 つは Cortex-A15 搭載の NVIDIA、もう 1 つが Arm Cortex-A9 を搭載したインテルのチップです。つまり、たくさんの Arm テクノロジーによって、この車は自動運転車になっているわけです。これは、来年発売されます。

#45

それから、先四半期ですが、デンソーが初めて Arm プロセッサ、Cortex-R52 のライセンス供与を受けたと発表しました。これは最も性能が高いリアルタイムプロセッサです。Cortex-R52 は、セーフティ・クリティカル・システム向けに設計されているので、自動運転車に必要とされる先進ドライバアシスタンス・システムには理想的です。この R52 は、車載用半導体を製造するチップメーカーには大変馴染みのあるプロセッサです。同メーカーの大半は 1 世代前までは Arm プロセッサを全く使っていませんでしたが、次世代の車載用チップとして、今や全メーカーに R52 をライセンス供与しています。ですから R52 は、現在チップ設計市場でシェアを伸ばし始めている大変重要なテクノロジーなのです。

自動車業界は、新規イノベーションの商品化においてかなり進み方が遅い業界であるということには言及する価値があります。ですから、2016 年、2017 年と、R52 をチップメーカーにライセンス供与したとはいえ、これらが実際に多くの車に搭載されるのは大体 2022 年以降になると思います。従って、このテクノロジーベースの自動車が発売されるのは、まだ数年先になるとみえています。

#46

私の発表は以上です。まだ質疑応答の時間は残っていると思います。

質疑応答（ここからは要旨のみ）

Q1：スマートフォンに関する質問。スマホ搭載向けの Arm 製品に関するトレンドについての見方を改めて聞きたい。この先 2~3 年にわたるマーケット動向はどうみているか

A1：スマートフォンが前年対比で 2 桁成長していた日々は随分前のことだが、今年の 5% 前後の非常に堅調な伸びにはいまだに驚いている。想定を大幅に上回る伸び率で頼もしい。

スマートフォンの OEM 企業同士が競合する主な領域は、今なお、最も賢いスマートフォンを獲得したのはどこの企業か、他社にはない最高のテクノロジーが搭載されたスマートフォンを獲得できたのはどこの企業かということのようだが、これは私たちのようなテクノロジープロバイダーにとって非常に大きな助けとなっている。というのも、このような OEM 間の競争があるからこそ、チップなどスマホ向けテクノロジーを提供するプロバイダーは、OEM が作るデバイスにますます多くの技術を提供するためにも、新しい研究開発や新しいテクノロジー領域への投資を継続しようという気になる。テクノロジープロバイダーの Arm にとって、とても良い状況。

2017 年のスマホ市場の主要動向としては、VR (仮想現実) がハイエンドスマホの標準要件になりつつあるということ。2016 年は、VR の機能をサポートしていたのは Galaxy S8 だけだった。この機能は、通常のスマホにプラスチック製のヘッドセットを取り付けるだけで、スマホを装着しながら最高の仮想現実を体験させる処理能力のこと。これにはさらに数多くのグラフィックスサポートが必要。これらは非常に高解像度のディスプレイなので、動きのぶれをなくすために頻繁にアップデートが必要。そのため、(VR の標準化には) グラフィックスの膨大な処理能力が必要とされている。

現在、仮想現実はまだまだ限定的。視力の良い人が、非常に目に近いところで画面を見れば、まだピクセル (画素) が見えてしまう。画素が見えるということは、周りを (360 度) 見まわしてみても、VR に必要とされる (3D のような) 完全な没入感を体験できない。要は、画素が見えない状態では、片眼 4K ずつ、計 8K の画面が要するという。これは今、開発段階にあり、実現は数年先になる。これは画素数に対して 16 倍増なので、現在のスマホとの対比で、必要とされる処理能力も 16 倍になるということ。

そのレベルの処理を携帯電話でやるのは不可能。しかし、企業は、その問題を解決するための新しいテクノロジーの開発に取り組んでいる。新世代ヘッドセットには新しくカメラを付けて、そのカメラは視線の動きを追い、画面上のどこを目が見ているのか検出し、周りを見まわしたときに実際の視線の中心だけが高解像度で映し出され、それ以外のところはすべてぼやけた感じ (低解像度) になってもいいわけです。この技術は「foveating (フォビエイティッド・レンダリング技術)」というものです。これが搭載されたスマホのヘッドセットの登場は 2019 年以降になるとみている。スマートフォンよりさらに処理能力が拡大する。

アップルは競合を先んじようと、拡張現実 (AR) への投資を拡大している。拡張現実とは、グラフィックスを現実世界に重ね合わせる能力のことで、普通は Google グラスやヘッドセットを通して、あるいは単に携帯を上にもち上げて行われる。AR に必要とされる重要なテクノロジーとして、まず電話が物理的な状況を理解できること。つまり、基本的に

はカメラと 3D センサー付きの電話で部屋をスキャンし、何を捉えているのかを理解できること。これは大きな部屋で大勢人がいるとか、逆に小さな部屋で壁にはポスターがあり人が大勢いるとか、状況を理解できること。それらすべてがどう画面にフィットするかを理解し、そのうえで部屋とインタラクションできるグラフィックスを重ね合わせていく技術のことである。

現在の AR 技術はまだ初歩的なもので、コンピューターが環境をもっとよく理解できるようにするため、当社ははじめとする企業がかなりの研究開発を行っている。このテクノロジーはスマートフォンで利用可能で、将来はセキュリティカメラや自動運転車でも利用が広がると思われる。というのは、現在コンピューターは多様な環境で視覚的な世界を理解する必要があるため、ロボット工学のようなものも然り。そのため、コンピュータービジョンの分野で Arm をはじめとするテクノロジー企業が多く調査研究を実施している。

2017 年に話を戻すと、現在のトレンドとして、携帯 OEM 大手はどこも、最新の端末には機械学習テクノロジーが搭載されていることを発表している。何らかの形で機械学習のアクセラレーターやニューラルネットワークアクセラレーターが搭載されているということ。これらは、何度も言うように非常に基本的なテクノロジーで、第 1 世代のテクノロジーではあるが、最も重要なのは、開発者が携帯端末に搭載されている機械学習アクセラレーターにアクセスできるようにするため、すべての端末メーカーがツールキットを投入したこと。なぜこれが重要かという、脳は 1 個より 10 万個あったほうが良いからで、モバイル機器用アプリを開発するソフトウェア開発者は、言ってみれば、携帯電話を組み立てる OEM よりたくさんいたほうが良いということ。

同様に、アップルが Angry Birds を発明したわけではなく、実際、Angry Birds がスマートフォンを初めて機能させたアプリになったということ。ハードウェアプラットフォームをプッシュするゲーム開発者は大勢いるが、今や機械学習ツールキットにアクセスできるソフトウェア開発者が大勢いる。機械学習テクノロジーを利用してまだ誰も思いつかないようなことをするアプリが将来出てくる可能性がある。それによって、スマホ向け機械学習における今後の方向性やその技術革新スピードが決まってくる。

従って、スマホ領域で機械学習がどのように進化するかを見るにはこの先 2 年間で非常に面白いと思うが、OEM がデバイスの AI 加速化を目的に、山ほど新しいテクノロジーを要求してくる。こうしたことがトレンドの中心となってくる。

当第 2 四半期：フォローアップとして、5G 端末に関しての見方は？ まだ見えていない部分はあるか。それとも（結論まで）見通せるか。5G 端末が Arm に与える影響は？

A2：Arm にとっての 5G とは、データ量の増大を意味する。ダウンリンク、アップリンク共に増える。5G の到来で、そのデータで何をするかだが、必然的に処理能力を必要とする機会がもっと生まれることになる。処理が増大するのであれば、プロセッサもさらにたくさん必要で、プロセッサの高速化も必要。それが Arm テクノロジーの需要を創出することになる。5G が特に Arm にインパクトを与えるとは考えていない。5G によってモデムがほんの少し今よりスマートになるかもしれないが、それは概ねデータ量が増えたという場合のこと。基本的には（データ量が増え）単にプロセッシングの機会が拡大する。従っ

て、プロセッサの必要量が増える形で、Arm に有益となる可能性はある。

当第 3 四半期： *DesignStart Pro* について。より簡単にエントリー（ダウンロード）する場合はライセンス料がかからない仕組みになっているとするなら、ロイヤルティーは少し高めに設定されていると理解して差し支えないか。また、このようなユーザーが *DesignStart Pro* 契約からライセンス料を支払って通常の契約に切り替えた場合、低めに設定されている通常のロイヤルティーに戻るわけだが、この場合、Arm にとって機会損失にはならないのか。

A3： *DesignStart* のライセンスについてざっとおさらいすると、このテクノロジーを手に入れた企業にとっての参入障壁をなくすため、アップフロントフィーをゼロ（ただ）としている。契約書も 3 ページ程度の非常に簡単なもの。チップ当たりロイヤルティーは 4% と高めの設定にしている。ただし、最初の 1000 個は無償なので、生産量が非常に少ないメーカーにとっては、実質、支払は発生しないという仕組み。*Cortex-M0* の使用料が 4% というのは、確かに通常の契約で発生するロイヤルティー（1%）より約 4 倍高めだが、チップの生産量が少ないメーカーにとっては特に問題ではない。その一方で、生産量が一定のボリュームに達すると、*Cortex-M0* ではロイヤルティー費用がかなり高くなる。私たちは、Arm 製品を使いたい個人・企業がいつでも参入できるように常に門戸を開けている。（通常契約で）ライセンス取得費用に数百万ドル支払ったとしても、それはロイヤルティーを通常の 1% に戻すための割引料。なので、R&D に挑戦したい企業や、開発を手がけてみたい企業にとっては最高のプログラムになるような仕組みにしている。大量生産に着手したいという企業には向かない。そういう企業はライセンスを取得して、結果的に（ロイヤルティーにかかる）コストを抑えたいのでは。

Q4： とすると、（大量生産を行うような）大手顧客企業がこのようなライセンススキームを利用すると想定する必要はない？

A4： 大企業であれば、永続的に使用できる（perpetual）通常のライセンスを取得するとみている。このような将来的にライセンス供与することになる同プログラムを利用する企業は、その後にスピアウトされて商品化が実現できる組織になる可能性のある大手の中の小規模チームやスタートアップ、あるいは大学の研究開発部の中のグループなどかと。

Q5： 当第 2 四半期のライセンス取得数 11 件という水準が通常の 20 件より低い理由を必ずしも説明しているわけではないということか。

A5： その説明にはなっていると考える。なぜなら、（その当第 2 四半期で失った）およそ 10 社は、これまでは *Cortex-M* プロセッサのライセンスで新規事業を立ち上げるのにライセンス取得費用として 15 万ドルかき集めなければならなかったが、今はもうそんなことをする必要がない。スタートアップの場合を考えると、VC から数百万ドル相当の出資を受けたとしても、日々のキャッシュバーンがどの程度かもわかっている。Arm に支払

う 15 万ドルは大きな費用負担となるので、資金不足に陥り破産する、その後の存続期間はみえている。しかし、200 万ドルの出資金から 15 万ドル捻出するよりも、仮に Pro プログラムでアップフロントフィー無料のライセンスを取得できていれば、もう 2 週間は生き延びる可能性はある。従って、一部の企業は、15 万ドルのライセンスと無料のライセンスで選択を迫られれば、このプロセッサを搭載してうまく機能する製品が完成した時点では、1 年間という期間をかけてライセンス取得費用 15 万ドルを支払う選択は常に可能であるとわかっていることから、(製品も何もない) 現時点であれば、無料版ライセンスを選ぶのも無理はないことは想像できる。こういうわけで、今期は 20 件のところなぜたった 11 件になったのかという理由の説明になっていると思う。さらに、今期のライセンス収入がおそらく 100 万ドル、200 万ドル相当減ってしまったというのも同じ理由から。先ほどの 10 社についても、状況が違っていけば、無料版を選択することなく、Cortex-M プロセッサのライセンスを取得し、ライセンス料を支払うほうを選択しただろうと思うからだ。

Q6: 次の質問は、IoT デバイスとマイクロコントローラーに関して。IoT には、4 ビットや 8 ビットではなく、32 ビットが必要だと説明があった。おそらくデバイスであれば低めの場合が多いだろうが、仮にそうだとすれば、処理能力として 32 ビット必要ということなのか、それとも Arm がそのような開発環境を提供している結果、必然的に 32 ビットの処理スピードが必要とされているのかを確認したい。どちらなのか。

A6: 例えば、ある畑にあるセンサーとか街灯の制御装置のようなものを想像してみてもいい。これらは、その周囲の環境について情報を受け取り、データを意味付けするようにアルゴリズムに実行命令を与えている。センサーは温度や湿度などを計測しているため多分バッテリーベースとなる。ワンシーズン交換しなくても十分もつようなバッテリーがたくさん必要となる。センサーで最悪なのは無線を立ち上げてしまうこと。バッテリーを介して猛スピードで送信されるものが、データ発信に必要な電波を活性化してしまうためだが、そのため、ローカルでデータ解析ができるように、また、例えば温度が急速に上がっていることを認識できるように、センサー内部でアルゴリズムに実行命令を出す必要がある。太陽が昇ってきて日差しが強いので何かする必要があるという具合に、情報やデータを送信できるだけでなく、実際にその情報やデータで農家の人が何か行動をとれるような実利的な情報も送信できるようになる必要がある。

例えば、単に温度を知らせるだけのセンサーよりも、「何か発生しました。行動を起こす必要があります」と知らせしてほしいはずだ。それにはスマートコントローラーをセンサーに搭載する必要がある。アルゴリズムが複雑になればなるほど、それを動かす命令も複雑になってくる。32 ビット、16 ビット、8 ビットというビット数が出てくるのは、複雑なアルゴリズムを実行するだけの力があるということ。大半の IoT デバイスには、いずれ 32 ビットのプロセッサが必要となるというのはそういう理由から。

かつては IoT だったもののリアル市場に固まってきた市場をいくつか例に挙げると、ドローン市場もウェアラブルもかつては IoT 市場だった。これらすべて 32 ビットで、Arm は、ドローンとウェアラブルデバイス搭載のメインコントローラーチップ市場で 90% 超のシェアを誇っている。従って、大半の IoT デバイスは今後 32 ビットになると思う。

Q7：大変わかりやすい。先ほどの質問のフォローアップになるが、*Cortex-M* について。*Cortex-M* の契約かあるいは通常の契約かがおそらく取得ライセンス数に影響するというのであれば、通常のライセンス供与数は今後減少傾向になるのか。また、*DesignStart* プログラムを利用するか、通常のライセンススキームでいくかは、最初のアプリケーションが何かによって決まるのか。

A7：会社の視点から言うと、*DesignStart* を使う会社は、おそらく1つのプロジェクトしか手がけていない場合が多い。ただし、そのプロジェクトは何でもいい。*Cortex-M* プロセッサの多くが現在カメラに搭載されているが、これからはカメラ向けチップが開発され、工業生産品から自動車、セキュリティ、コンシューマー・エレクトロニクス製品に至るまであらゆるものに搭載されるようになる。さらに IoT アプリケーション、エンベディッドのコネクティビティアプリケーション、セキュリティのアプリケーションにも *Cortex-M* クラスのプロセッサが多く搭載されている。この種のライセンスはあらゆるものに適している。

ライセンス料を支払うのかあるいは無料版を使うのかどうかの選択は、最終的にチップ販売を事業化する確信があるのか、おそらくはその確信の大きさ次第ということになるかと。大企業での新規プロジェクトなら、確実に今後チップ販売に踏み切ることがわかっている可能性は高いが、小規模のスタートアップで VC からの出資支援も初めてだとすれば、チップ販売にまでたどり着けるかどうかもわからない。従って、ロイヤルティー4%での契約を締結することは、1年の期間をかけて対処できる（生産量を増やせば通常契約水準になるという意味で）全く理論上はあり得る問題である。実際は、今は（生産が少ないので）アップフロントフィーの支払いが一切発生しないとわかっているのだから、それが有料ライセンスにするのか、無料ライセンスにするのかを選択する主な決め手となるのでは。

Q8：つまり、完全に生産量だけにかかっている、アプリケーションが何かではなくボリュームが決定要因ということか。

A8：（ある一定の）生産量を達成する自信、という意味ではその通り。

Q9：2番目の質問はフリーキャッシュフローについて。*mbed Cloud* のところで、別途詳細は紹介するとの話だったが、これは IoT 製品ということによいか。2~3年かけて投資をしていくなかで売上を期待していると理解している。10年のスパンで売上のロードマップを見たときに、投資によるフリーキャッシュフローの比率はどの程度なのか。投資額のボリュームゾーンなのか。ソフトバンクグループに買収された前と後で何か変化が生じているのか、簡単に教えてほしい。

A9：まず最後の質問に答えると、買収後、*mbed Cloud* 領域への投資額が以前より相当増大した。Arm は、当時上場企業として、投資先と投資期間、投資のタイミングについて注意深くバランスを取らなければならなかった。ソフトバンク傘下になってから、マサから

の指示は、もっと積極的になり、もっと大きなリスクとれということだった。特に投資を増やせと要求された領域の1つが、*mbed Cloud*。この分野の従業員は買収時約200名だったが、現在は2倍の400名になった。それでもまだ規模としては小さく、当社のエンジニアリングチーム全体の10%にも満たないが、今後どんどん増えていく。

その後続くビジネスは、フィールド上のIoTデバイスに安全なコネクティビティを提供するのをサポートする、クラウドベースのサービス。IoTはまだはっきりと顕在化していないということは注意が必要。今後市場がどのように構築されるのか、どの領域で売上が最大になるのか、利益プールにどの程度厚みがでてくるのかなど、明らかではないことが多い。従って、このクラウドサービスのテクノロジー分野と同程度にビジネスモデルで実験を重ねる必要がある。

私たちは、Microsoft、IBM、GEといった企業とパートナーシップを組み、実際にこれらの企業と共同でプログラムを実装している。*mbed Cloud*の管理下にあるIoTデバイスは現在30万個ほどあるが、この数を5年後には3億個にまで増やしたい。今後5年間で最も投資額が増大する分野になるが、十分慎重に、無謀な投資は避けながら実現していく。その投資の一部は、買収によるものもあるだろう。似たようなテクノロジーを開発している企業は数多くあるので、そうした企業と競争するよりも私たちの側につけてしまったほうがいい。IoTを最大限活用するための適切なテクノロジーポートフォリオを構築するために、ベストな企業を見極めながら投資をしていく。

また、ソフトバンクのエコシステム内の企業ともパートナーシップを結ぶ機会がある分野でもある。ソフトバンクグループ中で多くのコラボレーションが行われており、私たちも特に力を入れている領域。特にプリントと協業している。ただし、これも時期尚早。

10年後この事業は、ArmのIP製品事業の現在の規模よりもビッグビジネスになる可能性がある。投資機会は大きいですが、明確にどんな形になるのかは全く分からない。IoT市場が形成されるのに伴い好機を捉えることができるように、柔軟でいる必要がある。それが基本的にソフトバンクから与えられた使命でもあり、Armが上場企業のままでいたら出来なかったことでもある。

Q10：最後に1点。機会学習の話で、TensorFlowやCaffeのパフォーマンスが50倍加速したら、機械学習が加速したら一体どんな新しいサービスが生まれるとみているか。

A10：エッジで行う機械学習で一番重視してきていることは、何をおいてもまずスマートフォンによるデジタルアシスタンス。つまり、スマートフォンが皆さんの音声や命令を認識できるようになるテクノロジー。これは実際それほど難しいことではない。Alexaが皆さんの声を認識できるようになるには明らかに膨大なデータセンターが要るが、皆さんの声だけであれば、それが500ワード程度であれば、現在のスマホでも十分な処理能力があるというのは興味深い。DynamIQを使えば、また今OEMが開発しているアクセラレーターがいくつかあれば、はるかに効率よくそれが可能になる。スマートフォンのデジタルアシスタンスがその1つである。

それから、カメラ周辺のテクノロジーにも力を入れている。カメラによる物体認識、微妙に異なるものだが、顔の特定、また顔の追跡など。少人数であればセキュリティカメラ

でも顔認識は出来る。大勢の顔認識であれば、クラウドのデバイスにオフロードする必要がある。小さい企業であれば、ビルの入り口付近のセキュリティカメラで、朝出社してくる 50 名の従業員を特定できるかもしれない。社員証を使ってビルに入るのではなく、ビルに近づくだけでカメラが入館を許可してくれるとか、顔が認識されないビジターに関しては受付に誘導することも可能になるとか。5 万人の社員の場合は、カメラに 5 万人の顔認識をする処理能力はないと思われるが、その場合でもクラウドサーバーがあればそのようなことはできる。

今取り組んでいるもので最も面白いのは IoT 関連。例えば振動を検知するセンサーを電気モーターに入れれば、モーターコントローラーが振動数を減らすように自動調整できるようになる。それによってモーター効率を上げるというようなもの。そうすれば、モーターが経年劣化してモーターの状態が変わったとしても、効率を保ち振動が発生しない状態を保てるように、アルゴリズムがそれに合わせて調整されるというようなもの。もちろん、これは全くインターネットとの接続がなくても行われるので、モーターの経年劣化に伴い自動的にできるようになる必要がある。

従って、最小の IoT デバイスからハイエンドサーバーを利用した機械学習まで考えてみても、今後どこでも必要になるのは、技術、処理能力ということだと思う。