

半導体の創り出す未来と 我が国半導体産業の強化戦略

主催:国立大学法人 熊本大学 共催:一般社団法人 半導体産業人協会

1. 開会挨拶 熊本大学 学長 谷口 功



今日は「革新的シリコンアイランドのはじまり」シンポジウムの第5回目ですが、「半導体の創り出す未来と我が国半導体産業の強化戦略」で、二人の方に講演を頂きます。現代は困難な時代で、新しい価値、新しい社会に向かって大きく踏み出す、そういう時代だろうと思っています。「イノベーションは止まらない」の阿部様の講演がありますが、これからの我が国の生きる道は、新しい創造、新しい価値を創りだす、それがどこまでできるか、どう実現していけるかが、我が国の将来を担っていく、一つの大きな要素になると思っています。その半分の責任は大学にもあり、大学が新しい人材を育て、その人たちが新しい社会を担っていける様にと考えています。

去年、大学のキャッチフレーズを作ろうとコミュニケーションワード「創造する森 挑戦する炎」いう言葉をキャッチフレーズにしました。社会の中で横の連携を取りながら新しい価値を生み出す、森のように新しい知、価値を創りだす、生み出していくのが大学です。一方ではそれを担うためにチャレンジして頂かなければいけない、前に進まなければいけない、燃える気持ちで「チャレンジする炎」、「挑戦する炎」、を熊本大のキャッチフレーズとして、これを熊本大のスピリッツとして新しい将来社会、未来社会を作っていこうではないかと合言葉にした次第です。

今日のお話も同じで、我が国の未来をどのように担っていくのか、創っていくのか、産業界、学生、業者の方々、色々な方がおられますが、一緒になって考えて、輝く日本の未来を作っていく、そういう機会にして頂ければと思います。

九州はシリコンアイランドと言われる様に20年30年半導体産業が社会をリードして進めてきたのですが、このままで順風満帆に行くわけではありません。

新しい事をどこまでつくれるかが、我が国の将来を担うことになりまますので、今日の講演を聞きながら考えて頂きたいと思っています。幸いにもインテルの副社長阿部さんと経産省の富田局長に来て頂きました。この熊本の地は半導体の産業の発展を支えて来たので、この様なお話を聞かせて頂けるのだと嬉しく思っています。ありがとうございました。本学がこのような会をさせて頂くことに大きな意義があるのだと思っています。本学はこれからの人材を育てて行く中で、未来を担って行くことと申し上げて開会の挨拶とさせていただきます。

シンポジウム	参加人員
熊本大学	111名
半導体産業人協会	76名

第28回半導体量産地域イノベーションのための熊本大学シンポジウム

革新的シリコンアイランドのはじまり(V) 『半導体の創り出す未来と 我が国半導体産業の強化戦略』

- ◆日時 2014年4月22日(火) 13:30~17:30
- ◆場所 熊本大学 工学部 百周年記念館
- ◆プログラム

13:30-13:45
◆開会挨拶 熊本大学 学長 谷口 功

13:45-15:00
◆講演 『イノベーションは止まらない！
—半導体産業・ICT産業の動向とチャレンジ—』
インテル株式会社 取締役副社長 阿部 剛士 氏

15:00-15:20 (休憩)

15:20-16:35
◆講演 『日本のエレクトロニクス産業の将来的課題』
経済産業省 商務情報政策局長 富田 健介 氏

16:35-16:40
◆閉会挨拶 半導体産業人協会

16:40-17:30
◆意見交換会

主催：国立大学法人熊本大学
共催：半導体産業人協会
後援：九州経済産業局、熊本県、九州半導体・エレクトロニクスイノベーション協議会(SIIG)、日本電子デバイス産業協会(NEDIA)、熊本SEMコンフォレスト推進会議(SFPC)、大分県LSIクラスター形成推進会議

2. 閉会挨拶 半導体産業人協会 溝上 裕夫

本日は経済産業省の富田局長とインテル阿部副社長に内容の深いお話を頂きありがとうございました。東京では実現困難な講師による大講演会でした。また、大変多数の方に参加頂きまして誠にありがとうございました。

講演会に当たりまして、熊本大学の谷口学長、半導体の中心になってくださっている久保田教授の全面的なリーダーシップで今日の講演会にこぎつけたわけであります。本当に感謝申し上げます。

兼ねてより、熊本県は大変日本の半導体産業に対して熱心な県であることは世界に知られています、十数年前からSEMICON West にブースを構えるなど、熊本県の熱意を世界に向けて発信しておられます。昨今、日本の半導体産業は、はかばかしくない状態ですが、熊本の力強いパワー、リーダーシップを持って日本全体を、リードして頂けることを期待したいと思っております。







**

イノベーションは止まらない！

－ 半導体産業・ICT産業の動向とチャレンジ －

インテル株式会社 取締役副社長 阿部 剛士

1. はじめに

インテルは 1968 年に会社設立以来今年で 46 年目を迎えます。昨年は 8 年ぶりに経営陣が新しくなり、CEO(最高経営責任者)にブライアン・クルザニッチ(写真1)が、社長にレネイ・ジェームズが就任しました。クルザニッチはクレイグ・バレット以来の二人目の Technology & Manufacturing Group(技術開発・製造技術本部)出身の CEO となります。



写真 1. ブライアン・クルザニッチ、CEO(最高経営責任者)



写真 2:スマートなヘッドセット



写真 3:ワイヤレス充電ボウル

今年 1 月に米国ラスベガスで開催された International Consumer Electronics Show (CES) 開催前日夜の基調講演では、クルザニッチが壇上に立ち、モバイルやウェアラブル端末に加え、個人発明家が開発したインターネット接続機器などの製品群全体にわたる技術革新の加速を目的とした、製品、取り組み、戦略的な協力関係の概要を発表しました。これは、世界は端末によって定義されるのではなく、人々のライフスタイルに対して新たな有用性と価値をもたらすような統合的なテクノロジーにより定義されるという、統合コンピューティングの時代に突入しており、その事例として、弊社が今年提供開始予定である、実体験に近い感覚を実現し、機器を直感的に扱えるテクノロジーをいくつか紹介しました。例えば生体測定や健康維持のための機能を備えたスマートなイヤホン、消費者体験をより直感的なものにする既存のパーソナル・アシスタント・テクノロジーにすぐさま連動可能で、またそれらのテクノロジーを統合したスマートなヘッドセット(写真 2)、スマートなワイヤレス充電ボウル(写真 3)など、多くのウェアラブル・リファレンス端末を紹介しました。

「Internet of the Things (IoT)」に関しては、昨年 9 月の Intel Developers Forum (IDF)において、インテル® Quark SoC を、続いて 10 月にはインテル® Galileo プラットフォームを発表しましたが、今回の CES ではさらに IoT 関連デバイスの開発を促進させるために小型コンピュータとして SD カードのフォームファクターに実装され、内蔵型ワイヤレス機能を持ち、複数の OS に対応したインテル® Quark テクノロジー・ベースのコンピュータである、新しいインテル® Edison (写真 4)も初公開しました。



写真 4. インテル® Edison

弊社ではIoT関連においてウェアラブル端末の技術革新を加速させるという目標に向けて、製品の開発・提供や各種の取り組みを積極的に推進しています。そして、コンピューティング分野での次の革新に向けたアプローチは、ウェアラブル端末を開発する顧客が利用できるリファレンス端末とプラットフォームを考案し、開発することです。

2. ICT 産業界の動向

IoT 以外にも「M2M (Machine to Machine)」、「O2O (Online to Offline)」など話題に事欠かない ICT 産業ですが、インターネットにつながったデバイス(端末)は 2009 年に世界の人口の数を上回り、2010 年には 40 億台のデバイスと 15 億人のネットユーザが存在しました。しかし、これは単なる通過点であり 2015 年には 150 億のデバイスがネットワークにつながると予測されています。ちなみに昨年は 24 億人のネットユーザに対し、次の 3 年でさらに 10 億人が増え、34 億人となる見込みです。これは毎秒当たり 11 人の新たなネットユーザが増える計算となり、地球人口増加の約 4 倍のスピードです。そして東京オリンピック開催年の 2020 年にはおそらく 500 億台のデバイスがインターネットにつながりネットユーザも地球人口の過半数に達するものと予測されています(図 1)。

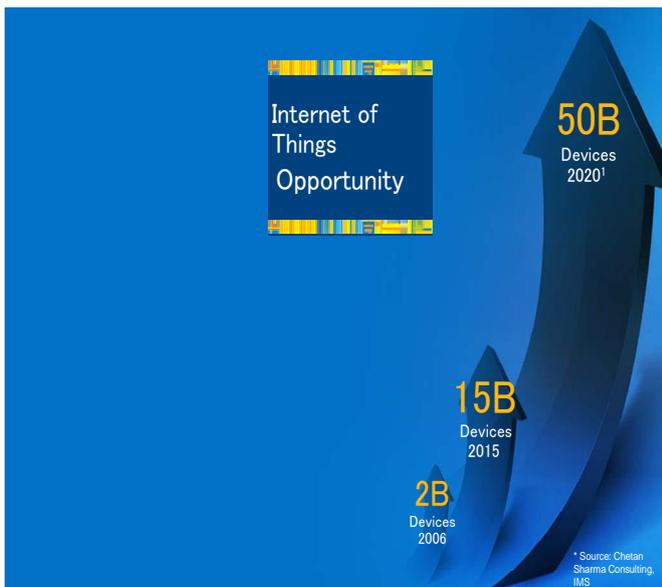


図1. インターネットに繋がるデバイス数

これに伴って当然ながらネット上のデータはさらに増加し続けます。弊社の計算では 2012 年の段階で毎日 7 Exa-Bytes のデータが作られていました。これは毎秒あたり 17,000 本の HD 映画が作成されたのと同じ規模のデータ量です。

毎分あたり 60 時間分のビデオ・データがアップ・ロードされ、6,000 曲がダウン・ロードされていました。これらのようにデータは年々指数関数的に増加し、2005 年から 2015 年の間にストレージ需要は 25 倍、クラウド・コンピューティング需要は 100 倍、そしてトランジスタ需要は 200 倍になると予測しています。

よって、今後も半導体産業市場は継続的に成長することが期待されており、WSTS のデータ・予想を元に統計的に計算すると、その売上げは 2020 年に\$463B に達すると見込まれています。

3. 半導体産業界の動向

過去のデータを鑑みると、半導体産業市場の成長と世界の GDP の成長には、強い正の相関関係が存在しますが、今後、継続的な市場成長のためにはイノベーションを欠かすことはできません。(ここで言及している「イノベーション」とは単なる「技術革新」ではなく「技術と市場の融合」と定義。)

弊社にとってイノベーションの源流となるのがシリコン・トランジスタの微細化です。1948 年にトランジスタが発明され、その後 1961 年に世界で初めてプレーナ型 IC が誕生しました。コンピュータ産業では真空管ベースの ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer) が米国で 1946 年に発表となり、その後四半世紀を経て 1971 年にシリコン・トランジスタ・ベースの世界初となる商用 4 ビットのマイクロプロセッサ、インテル® 4004 (i4004) が誕生しました。ENIAC はその大きさが幅 24m、高さ 2.5m、奥行き約 1m、総重量が 30t 近くあり消費電力も 150k ワットありましたが、i4004 は 3mmx 4mm のダイサイズに 2,300 個のトランジスタを集積し消費電力は 400m ワットでした。ここからコンピュータ業界の黎明期からさらにイノベーションが進むことになりました。

半導体プロセス技術は 1971 年の i4004 発表以前にインテルのファウンダーの一人であるゴードン・ムーアが 1965 年に“集積回路におけるトランジスタの集積密度は、18~24 か月ごとに倍になる約 2 年で倍増する”という予測を立てました。これは、ムーアの経験則でしたが、後に“ムーアの法則”と呼ばれるようになりました。この法則は現在に至るまで、半導体業界の革新のペースを的確に言い当てており、弊社でもおよそ 2 年毎に半導体技術の革新を続けています。

すでに業界に先駆け、先進の 22nm プロセス技術を利用した製品を量産しており、今年には 14nm プロセス技術を利用した製品の量産も開始する予定です。

この 22nm プロセス技術のトランジスタは、従来のプレーナ型トランジスタから三次元構造に変更した、最初のトランジスタで、14nm プロセス技術は三次元構造における第 2 世代の技術になります。

プロセス技術の遷移によって各世代間では 20%以上の性能向上が期待されています。1980 年代や 1990 年代はスケールリング則にのっとりトランジスタを縮小することでトランジスタの性能向上を図ることができました。しかし、微細加工が進む中で 2000 年以降、単に微細化するだけでは十分な性能向上を得ることが難しくなってきました。また、性能だけではなくマイクロプロセッサの動作周波数が高くなるにつれ消費電力という課題も大きくなってきました。これらのチャレンジをのり越えるため 2000 年代に入り新規材料、より多くの元素を使用するようになりプロセス技術はより複雑になってきました。(図 2)

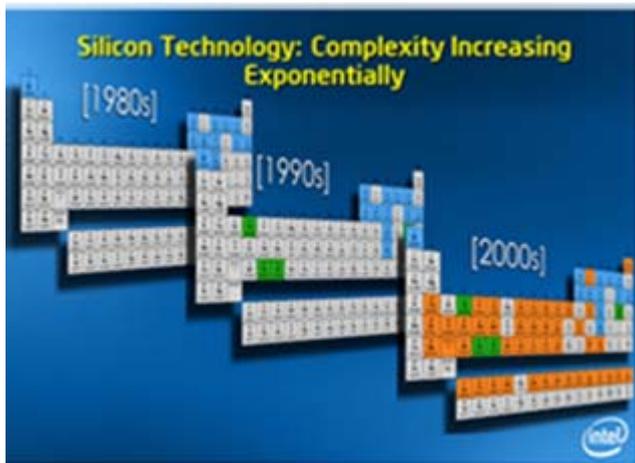


図 2. 複雑化するシリコンプロセス技術

また、「歪みシリコン」技術や「High-K メタルゲート」技術、そして「3次元トライゲート・トランジスタ」技術などの新技術を次々に導入してまいりました。(図 3)

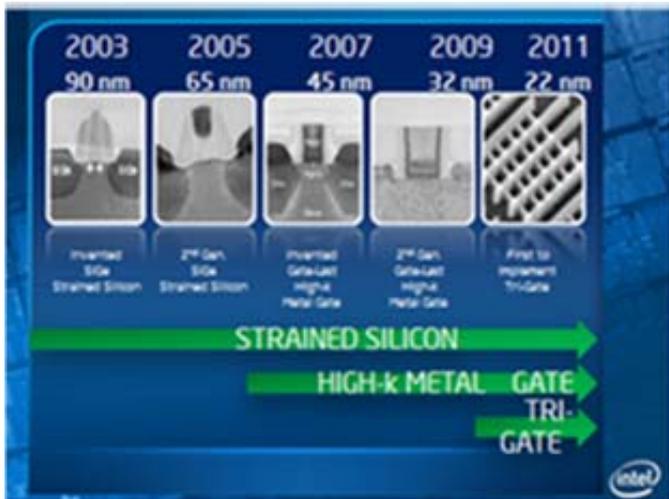


図 3. 優れた電力効率と高性能化に向けた現在の半導体技術革新

特に、直近の三次元構造化では、この構造変化により、22nm プロセス技術のトランジスタの性能は前世代(32nm)に比べ37%向上し、また、50%以上の電力削減が可能となりました。(図 4)

最近、「ムーアの法則はいつまで続くのか?」という質問と同じ位の頻度で、別の質問を受けるようになりました。それは「なぜ、ムーアの法則を継続するのか?」です。弊社はムーアの法則が単に技術的な法則ではなくエコノミーを鑑みたビジネスモデルそのものだと考えています。例えば 1971 年に誕生した i4004 と 2012 年の第三世代のインテル®Core™プロセッサを比較するとひとつのトランジスタ・レベルでは、4,000 倍高速、低消費電力化は 5,000 倍、そしてコスト・ダウンは 50,000 倍という計算になります。もし、このようなムーアの法則が車のエンジンにも存在していたらどうなっていたか。1971

年のフォルクス・ワーゲン社のビートルを参考にしてみました。1971 年当時、ビートルのエンジンの最高スピードは 130km/h でした。

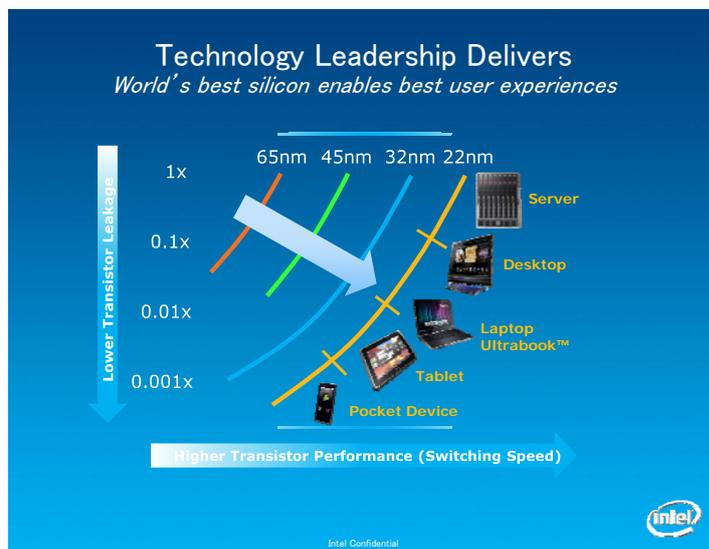


図 4. トランジスタ性能(スイッチング速度)とリーク電流の関係

今はその性能は 520,000km/h となり、地球を約 5 分で一周することが可能となります。羽田ーサンフランシスコ間を 10 分で往復することも可能で米国出張も日帰りが可能となっていたかもしれません。(太平洋上に高速道路があればの話ですが)また、燃費は 1971 年当時ビートルがリッターあたり約 11km でしたが、今は 55,000km になります。おそらく新車を購入して次の買い替えまで 3 リッターくらい入れておけばよくなるかもしれません。もう、満タンにする必要はなくなります。エンジンの価格は 71 年当時\$2,500 (USD) でしたが、今は約 \$ 0.05 (5 セント) です。よって、性能は地球一周 5 分、燃費はリッターあたり 5 万キロメートル以上、価格 5 セントのエンジンはユーザにとって価値があるか否かということになります。弊社がムーアの法則を重要であるとする理由の1つは、常に顧客に対して、あるいは様々な市場に対して、このような価値を提供し続けるためです。

ICT の利活用において弊社は最先端の半導体製造技術の革新を通し、電力効率の向上と高性能化、高機能化を支えています。

4. チャレンジ

一方で Technology Pipeline に入っている次世代のプロセス技術実現には前工程、後工程とも過去の歴史でなかったほどのチャレンジが数多く存在しています。

図 5 は 2004 年から昨年までの弊社の投資(設備投資費ならびに研究開発費)にかかわる金額です。半導体産業市場の景気が低迷して 2001 年には弊社は\$7.3B の設備投資を行いました。この数年\$10B 以上の投資が継続されています。2001 年のときの設備投資と研究開発費と合計金額はその年

の弊社売上げの 40%を超えました。そして、昨年 2013 年も 12 年ぶりに 40%を超え、また 2011 年、2012 年も売上げに対して 35%以上の投資を行っています。



図 5. 設備投資費と研究開発費の推移

これらの投資はイノベーションを継続させ、次の半導体需要に備えるためのものです。弊社は、図 6「この先 10 年、コンピューティング技術の革新を通じて世界中のあらゆる人々の繋がりを促進し、より豊かな生活を実現します。」というビジョンのもと半導体産業界のさらなる発展と成長に寄与したいと考えています。



図 6. インテルのビジョン

その一方で市場はより複雑化し、そしてめまぐるしい変化が起こっています。それらの変化のスピードについていくことは簡単なことではありません。また、市場も先進国中心から発展途上国も巻き込んだ市場規模と、そのニーズに対応することが期待されています。そこには技術的なチャレンジと同じくらいコスト・チャレンジが横たわっています。コストにおいてもイノベーションが必須となってきました。

弊社はイノベーションを持続させながら、サプライチェーンもさらに改善していきます。そのためには日本をはじめ世界のサプライヤーの皆さま、大学、コンソーシアムの皆さまなど産・官・学のいままで以上の協業が必須となります。弊社は毎年優秀なサプライヤーの皆さまを表彰しています。2014 年度のインテル サプライヤー・アワードの発表が 4 月に行われました。特筆すべきは今年も全受賞社の過半数を国内サプライヤー様が占められ、今年は 60%を超えました。サプライヤー・アワード最高位の SCQI (Supplier Continuous Quality Improvement) 賞では 4 年続けて 70%以上が国内サプライヤー様でした。

今後の半導体産業界の発展にはこれらステークホルダーの皆様とのさらなる協業はますます重要となります。日本は弊社のサプライチェーンにおいても、「ムーアの法則」を継続させるための前工程・後工程の技術開発においても重要です。

5. おわりに

最後にまとめとして、今後重要なキーワードを下記に示します。

Collaboration
Affordability
Velocity

以上

ありがとうございました。



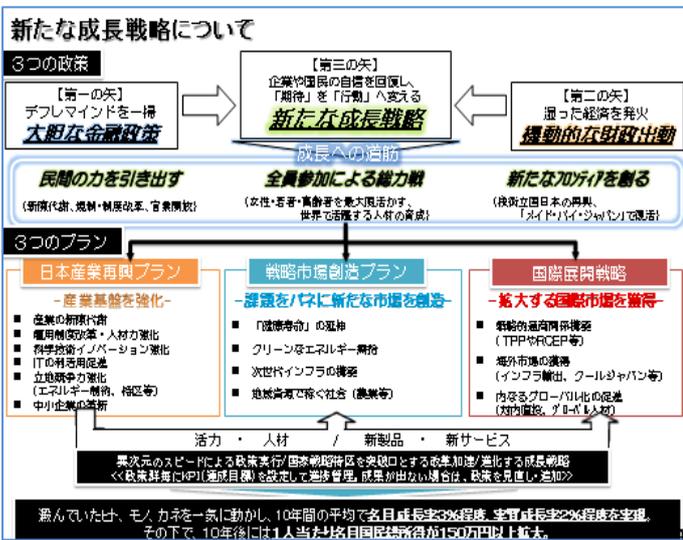
日本のエレクトロニクス産業の 将来的課題



経済産業省 商務情報政策局 局長 富田 健介

今日は我が国にとって非常に重要なエレクトロニクス産業について、その現状・問題点、将来的な課題、特に、過去に遡ってこれまでの経緯も頭におきながら、どのようにすれば将来が開けていくか、ご来場の産業界・学界の皆様とも一緒に議論を深めながら、なんらかの方向性を見いだしていければと思っています。

・新たな成長戦略について



2)戦略市場創造プラン

健康寿命の延伸、クリーンなエネルギー、次世代のインフラ、農業の6次産業化等、国内の課題をバネにした新たな市場の創造など。

3)国際展開戦略

TPP、EPA、インフラ輸出などの様々な戦略的取組を通じた、海外、特に新興国市場の獲得など。

3本の柱に盛り込まれたさまざまな施策を通じて、激んでいたヒト、モノ、カネを一気に動かし、10年間の平均で名目成長率3%程度、実質成長率2%という具体的な数値目標を掲げて、政策に取り組んでいるところです。

・デフレ脱却と日本経済再生に向けた経済政策パッケージ



まず、最近の経済・産業政策の全体像について少しご紹介させていただきたいと思います。ご承知の通り、一昨年12月に安倍政権が発足した後、政府一丸となって、日本経済再生に向けた「三本の矢」を推し進めています。

第一の矢「大胆な金融政策」、第二の矢「機動的な財政政策」の効果もあり、日本経済を長らく苦しめて来た円高及びデフレの悪循環を断ち切りながら、徐々に景気回復の軌道が見え始めております。ただ、こうした明るい兆しを、いかにして持続的な成長軌道に乗せていけるかが目下の最大の政策課題であり、第三の矢「新たな成長戦略」を具体化が急務となっています。そのため、政府として昨年の6月に新たな成長戦略として「日本再興戦略」を策定。その戦略に基づいて政府一丸となって政策を遂行しているところでございます。

日本再興戦略は、次の3本の柱から構成されています。

1)日本の産業再生プラン

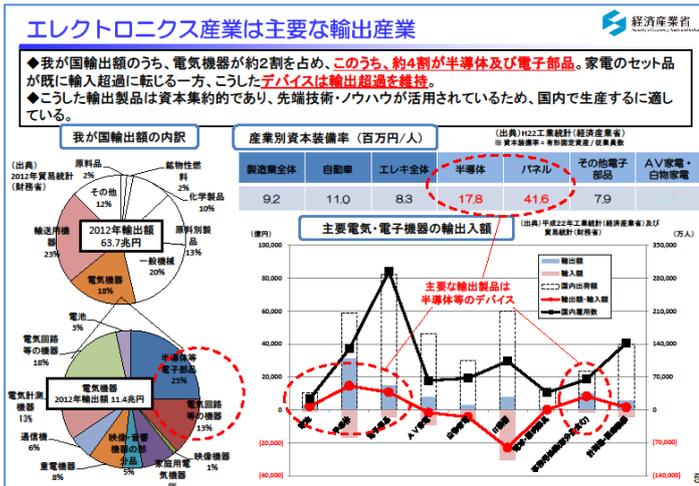
ベンチャー企業の育成、雇用制度改革、人材育成、R&Dの強化、ITの利活用等の施策を通じた日本産業の基盤の強化など。

現在、これらの予算を切れ目なく、効果的に執行することにより、消費税率引上げに伴う景気の下振れリスクに対応するとともに、成長力の底上げを目指しております。

また、法人税に関しましては、もともと一時引き下げられることが決まっておりましたが、東日本大震災を受け、復興特別法人税を復興財源として法人税に上乗せがなされてきました。この度、この経済対策パッケージの一環で復興特別法人税を1年前倒しで廃止することになり、法人税負担の一部軽減が図られましたが、それでも我が国の法人税率は依然として他国と比して高い状況が続いております。そのため、国際的イコールフットイングの観点より更なる引き下げに向けて、引き続き議論を進めているところです。

これらの経済対策パッケージを通じて、企業収益の改善を賃上げ、所得や雇用の拡大につなげ、それが消費の拡大、そして更なる投資を生むという「**経済の好循環**」を実現して参りたいと考えております。今回の春闘では多くの経営者の方々から前向きなメッセージを発信いただきました。今後も引き続き皆様と緊密に連携し、「景気回復の実感」を全国津々浦々に届けられるよう引き続き取り組んでいきたいと考えております。

1. エレクトロニクス産業の現状



それでは本題のエレクトロニクス産業の話に移ります。エレクトロニクス産業の世界の生産額は210兆円で日本の需要規模は全世界の9%、生産比率は全世界の7%ですが、最近是中国の存在感がますます大きくなってきております。一方で国内雇用の側面から見ると、自動車産業の74万人に対してエレクトロニクス産業は124万人の雇用を抱えております。出荷額も自動車産業に並ぶ状況であり、その中で半導体、電子部品は3分の1を占める存在感の大きな業種であります。

これまでものは作りの技術を高め、国内からの輸出を拡大する事が我が国発展の根幹でございました。最近、貿易収支が悪化していると新聞報道がされていますが、その要因のひとつは原子力発電所の停止に伴い、化石燃料を大量に輸入する必要が生じた為であるとされております。また、エレクトロニクス分野においても近年急速に貿易収支が悪化していますが、携帯電話の輸入が急増している一方で、国内生産が減少に転じていることが大きな要因と考えら

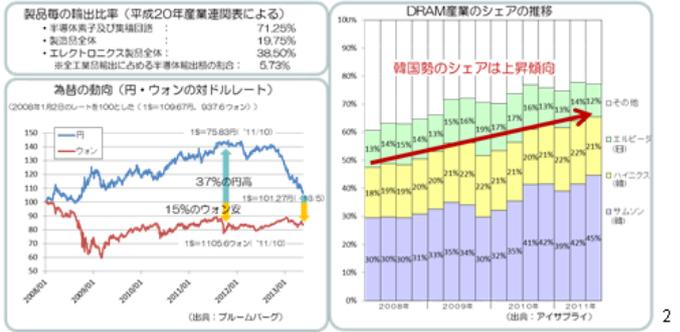
れます。

一方、ICや電子部品は輸出超過を維持しております。半導体等電子部品輸出額が25%、電気回路等の機器は13%です。産業別の一人当たり資本設備率を見ると、半導体、液晶のパネルは典型的な装置集約的な産業で、賃金水準の差があっても相対的に産業の強みを発揮でき、日本の賃金が高くてやり方により世界的に競争力を保つことが

日本企業を取り巻く事業環境の変化

- ◆日本企業は近年、「6重苦」(①為替の影響、②電力供給制約、③税制、④労働規制、⑤環境制約、⑥経済連携の遅れ)と言われる厳しい国内事業環境に直面。
- ◆しかしながら、近年はアベノミクスの3本の矢の効果もあり、事業環境は改善に向かう。

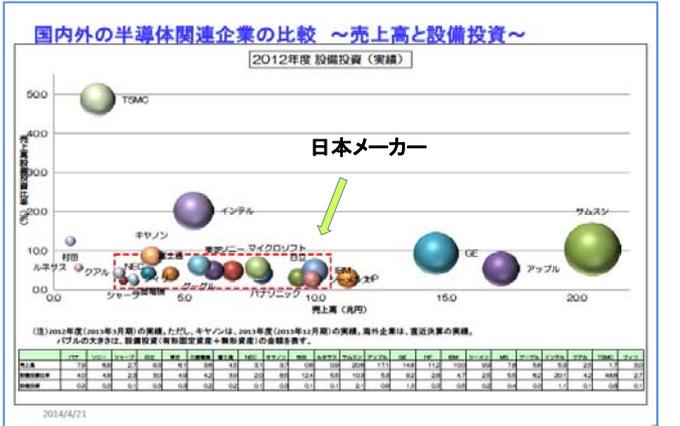
<例>：半導体産業にみる為替の影響



できると考えております。

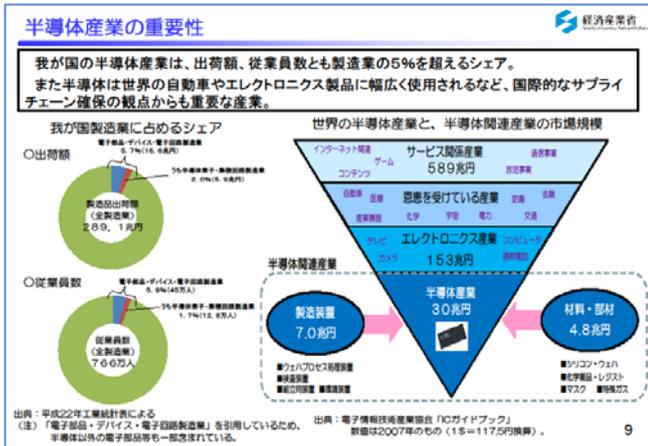
日本の製造業は近年、六重苦と言われる、為替、電力料金、法人税、労働の規制、などの様々な事業環境の悪化に悩まされ、海外企業に比して大きなハンディを背負っておりました。まず為替の推移ですが、2008年を基準としますと2012年には37%の円高、16%のウォン安で推移し、企業努力では為替差を吸収できない難しい状況に置かれておりました。その後、安倍政権以降は為替のハンディが縮小してきましたが、円高の時期においては、DRAMでサムソン、ハイニクスがシェアを大きく伸ばすなど、日本企業は厳しい状況に追い込まれてまいりました。

私は、今後の装置集約型のデバイス産業の発展を考えた時に、設備投資が決定的に重要であると考えております。国内外の半導体関連企業における売上高(横軸)と設備投資(縦軸)をご覧いただければと思いますが、売上高設備投資比率と売上高を見ると、設備投資の水準はTSMC、インテル、サムソン、アップルに比べ日本の企業は残念ながら低い位置にとどまっており、大きく見劣りがします。近年、企業の内部留保は年々厚みを増しております



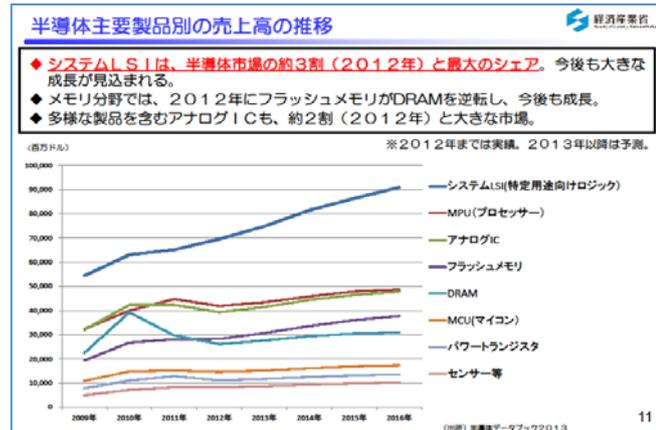
で、産業界におかれては資金を次の成長事業にもっともっと投資していただきたい、国としても、設備投資・研究開発減税や立地補助金のように設備投資を促進する政策が重要になってくると考えております。

2. 半導体産業の現状



製造業全体のうち、半導体産業が占める割合は約 5% で、世界全体では約 30 兆円、これを支える製造装置約 7 兆円、材料・部材約 5 兆円と非常に裾野が広い産業となっております。また半導体は、エレクトロニクス製品に留まらず、産業機器、自動車、医療分野の様々な製品にも搭載され、今後も様々な機能を拡張しながらあらゆる製品の中核部品で有り続けると予想されます。

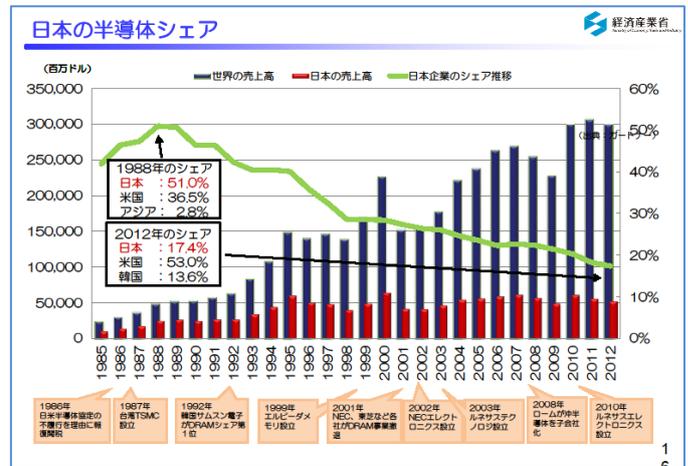
半導体産業は依然として成長途上であり、1994 年から 16 年間の年平均成長率は 5.8% を記録しておりました。2012 年から 3 年間の年間成長率はそれ以前と比べるとやや鈍化するものの、3.7% 近くの成長が予測され、年間 108 億ドル(1 兆円強)の市場成長が期待される有望な市場であります。



半導体主要製品別の売上高の推移は、全体のシェアで 3 割近くを占めるシステム LSI(ロジック回路)が他の製品と比して大きく成長しております。これはシステム LSI の回路にはソフトが組み込まれ、ある種の頭脳として、スマホやタブレット等の様々な通信端末に搭載されているからです。ソフトの出来・不出来がシステムLSIの性能の優劣を決める決定的な要因であります、同分野における日系企業の世

界シェアはルネサスの2%が最大であり、これは日本企業が外国企業に比してソフトの開発力で十分な競争力を有していないことを示唆しております。

3. 我が国半導体産業の苦境の要因



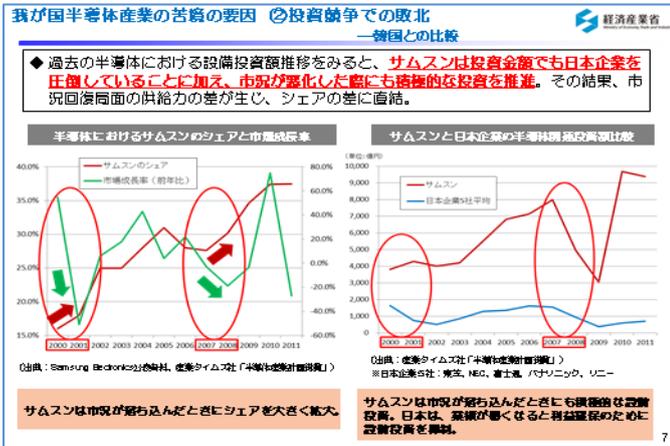
日本の半導体産業を時系列で見ると 1988 年の日本のシェアは 51%、実に世界の半分を占めた時期があり、以降は今日にいたるまでシェアの低下を続けて、2012 年のシェアは 17.4% までに落ちてきました。この間にどのような事が起きたのか、時代を追ってお話をしなければならぬと思います。DRAM の成功に至る歴史は、1970 年代に国家プロジェクトとして超 LSI 技術研究開発プロジェクトを官民合同で立ち上げ、通商産業省と電電公社が大きな資金を投資し、半導体産業の研究開発を支援してきたことが大きな要因と考えられます。同プロジェクトでは電子ビーム描画装置などの半導体プロセスの基幹的な研究開発に官民一体で取り組むことができました。結果、急速に DRAM 産業の成長が加速し、日本の半導体産業は世界シェアの半分を握ることができるほど、強力な競争力を持つようになりました。

その後、1980 年代後半に半導体、自動車の日本の市場が閉鎖的であるという米国の主張を発端に、日米貿易摩擦問題が起き、結果日米半導体協定が 1986 年に締結されて以来 10 年間続きました。その間、①ダンピングの防止で輸出価格モニタリングをする事、②日本の国内市場を海外の半導体企業に開放する事が日米で政策合意されました。

1990 年代後半以降の DRAM は、メインフレーム市場に続きパソコン市場が立ち上がるにつれて、メインフレームに搭載する時とは異なる要求がされるようになりました。具体的には、パソコン市場は低コスト、短納期、多数量ができる製造工程に転換が必要でしたが、日本企業はメインフレーム市場で要求された高品質な DRAM の製造に軸足を置き続けたため、パソコン市場の立ち上がりによる DRAM 市場拡大の波に乗れず、より市場の要求にマッチした DRAM を製造していた韓国サムスンがシェアを拡大、最後には逆転されてしまいました。

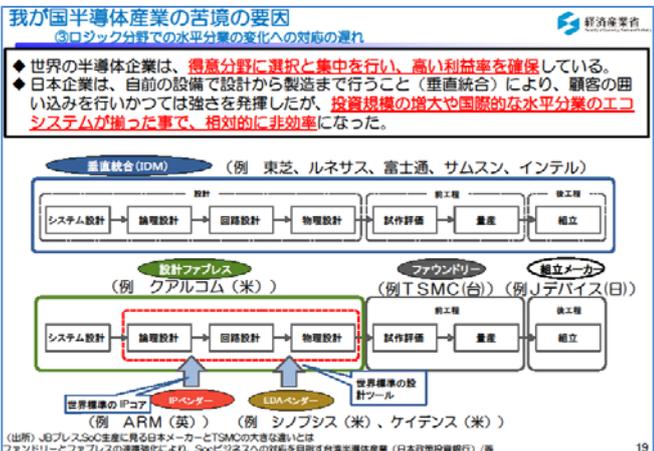
その後 2000 年代に入り、半導体産業は本格的な設備投資競争の時代に突入します。IT バブル崩壊後やリーマンショック後の景気後退期の節々で、日本企業が設備投資

を控えたのと対照的に、サムソンは将来の景気拡大を睨んで、市況が落ち込んだ時にこそ積極的に投資を断行していききました。その結果、市況回復局面において供給力の差が生じ、サムソンと他の日系企業のシェアの差は更に拡大。タイミングを見極めた機動的な設備投資をする経営判断が迅速にできるか否かが、この産業の勝敗を分ける大きなポイント



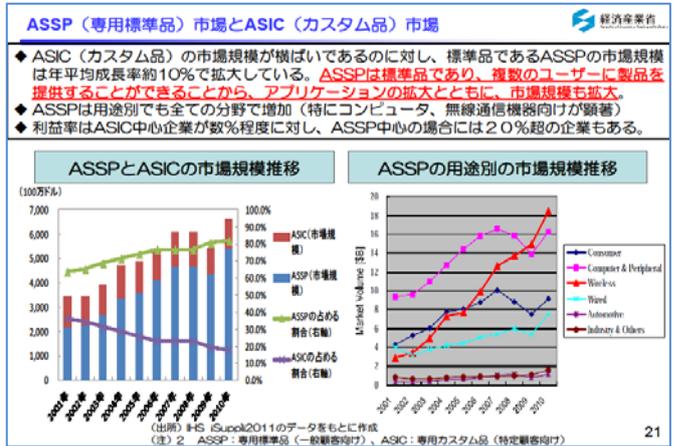
トとなりました。

設備投資額が非常に高額になると時を同じくして、垂直統合型の生産体制から水平分業型の生産体制への移行が、半導体産業の潮目を変えるような大きな変化として進んで参りました。日本企業の初期の半導体開発は、自社のセット製品に使う為、設備、材料、必要な部材まで内製しておりました。その後、設備、材料は外から購入するが、設計、前工程、後工程の一貫したプロセスは依然として一社で受け持つ垂直統合型モデルが主流となり、要所の擦り合わせ技術に強みを持つ日本企業は世界を席巻。擦り合わせの先に新たなビジネスを模索し始めました。しかしながら、2000 年ごろからは、設計は設計、前工程は前工程、後工程は後工程と分担するビジネスモデルが世界的に台頭しました。設計に特化をして、設備を持たずに専門企業に委託するファブレス企業は米クアルコムに代表されます。また、プロセスは製造専門の TSMC などのファウンドリ企業に委託され、ファウンドリは大量生産のコストメリットから非常に強大な競争力を持ち、世界の半導体ビジネスの構造が水平分業に変革することに大きく寄与しました。もちろん例外として、サムソン、インテルといった自社で非常に強い商品



を持っていて大量に生産できる企業もありますが、水平分業による得意分野への選択と集中を行った企業は非常に高い収益を確保していることは紛れも無い事実でございます。

その他、昨今の半導体産業の変化として、標準品 (ASSP) 市場の急速な成長が挙げられます。システム LSI は、元々顧客が仕様を企画、設計したものを、半導体メーカーがカスタム品 (ASIC) として生産することで顧客の囲い込みを行っていました。半導体メーカー各社はサービスでの差別化を志向しましたが、仕様は発注者によって異なるため、一回で生産する数が増えず、価格が高止まりし、結果利益率は低く留まってしまいました。一方で、標準品 (ASSP) は半導体企業が、顧客が満足できる汎用の仕様で設計し、半導体に搭載してセットメーカーに収めるというビジネスモデルであるため、この仕様を採用する企業が増えれば、量産効果が期待され、コストが下がり、結果収益性が向上します。例えば、クアルコムの携帯電話向けのシステム LSI は汎用性が非常に高く低コストでありながらも、高



品質を実現している典型的な例であると言えます。

ASSP と ASIC の市場の伸びを比較すると、ASSP の市場は右型上がり、成長率約 10% である一方で、ASIC は伸びが非常に緩やかであると言えます。企業毎の利益率を比べても、ASIC を生業とする多くの企業の利益は数%に留まる一方、ASSP 関連企業の利益は 20% 超の企業も多々あります。利益を上げる事は次の設備投資額の差に直結することを鑑みると、半導体産業では非常に大きな差となって数年後に表れてきます。

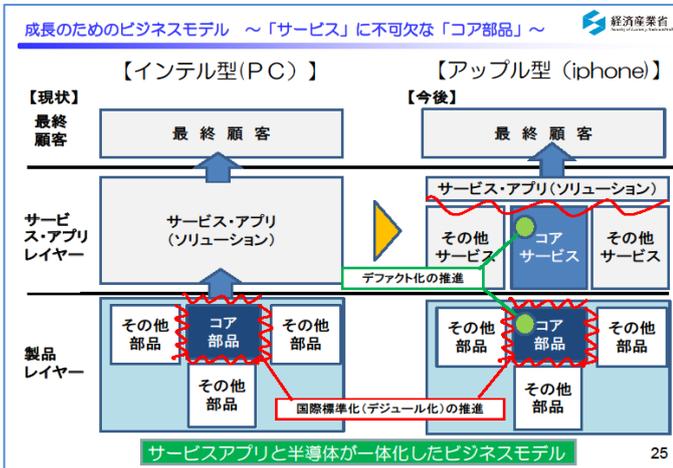
4. 今後の政策の方向性

今までは、近年の半導体産業におけるビジネスモデルの変化について説明して参りましたが、私は日本企業も既存の分野、これから伸びゆく分野のどちらでも、戦い方次第ではまだ戦えると考えております。今後、半導体がますます増えていく分野の一つは自動車分野であります。自動運転の技術の向上が予想されるだけではなく、ネットワークの端末として使われる時期もそう遠くないと思っています。また、インフラ分野、設備を効率的に稼働させる等の産業分野においても、半導体市場が大きく伸びていきます。その他ではヘルスケア分野でも少子高齢化に対して国民の健康をど



のように向上させるか、医療技術進歩に伴って個人の様々な検診データを集約しながら健康予防のサービスに繋げていくかを議論する際にも、半導体を搭載したデバイスの活躍が期待されています。今年の CES ではウェアラブル端末が脚光を浴びておりましたが、先ほどお話した各分野において、今後は端末とサービスが一体になったビジネスが伸びていくと考えています。サービスは全てのモノに通信機能が賦与される Internet of Things(IoT)が一つの出口だと思いますが、農業生産の中でセンシング技術をどう使うか、生産の効率化、流通の管理にどう繋げるか等、さまざまな市場の成長と歩を合わせる形で、半導体が拡大していく可能性がございます。また、半導体を搭載したデバイスの特性においても、様々なデバイス、例えば、位置情報把握デバイス、生体モニタリングセンサーなどの情報収集デバイスや情報処理・制御デバイス、パワーデバイスなど多種多様なデバイスが来ています、そのデバイスをどのように繋いで、市場のニーズに答えて行くかという点がこれからの課題と考えています。

概念的ではございますが、これからシステム全体が顧客に対して、どういったサービスを実現できるかの視点が決定的に重要でございます。システムはデバイス、アプリケーション、サービスなどの幾つかの階層で構成されており、デバイスを複数組み合わせた製品にはシステムをコントロールする OS、アプリ、ソフトウェアが組み込まれます。Google などは端末をつなぎ合わせて、全体で検索サービスなどの大きなサービスを提供すると同時に、サプライヤーの立場を活用して収集したビッグデータを解析することにより、新しい価値

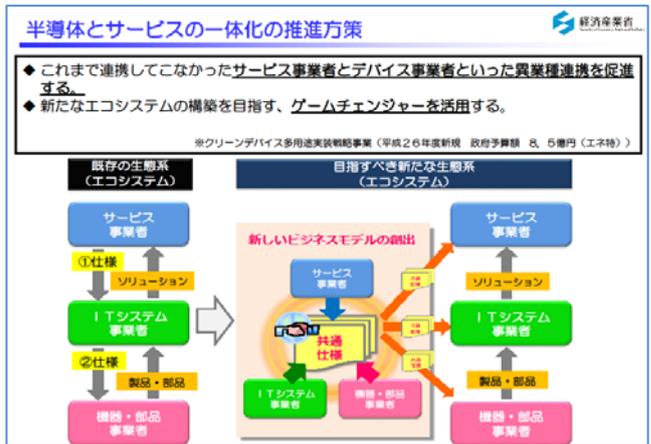


値をサービスに結び付けて創造してきております。こうした例に見られるように、サービスを提供するシステム全体を支配する影響力をどう確保していくか、特に市場支配力のあるコア部品や OS、アプリといったエコシステムのどこを囲い込んで、どこをオープンにするかが、決定的に重要となります。これが、今起きている最新のビジネスモデルを巡る戦いです。

インテル型(PC)のビジネスモデルでは製品レイヤー、サービス・アプリレイヤーが明確に分離されています。製品レイヤーでもコアの部品をしっかりと持ち、この強みでサービス・アプリ・ソリューションをコントロールする最終顧客へのサービスをリード出来るため、周りの産業に対しても高い支配力を持っています。

一方、アップル型はハードの部分を超えて、アプリケーション・サービス、ソフトウェアの部分で、iOS の強力なソフトウェア・プラットフォームの上に様々なアプリが動く状態を提供する事でデファクトスタンダードを作り、その中心にビジネスの生態系を作り上げておられます。コアの部分をもどどのように作り上げるのか、作り上げた事業者が全体の収益の大きな部分を取っていく、逆にコアを握れなければ、ハードウェア単体で「もの作り」として高性能なものを作りえたととしても、この構造の中で配分される利益は全体のビジネスモデルの基幹的な部分を握っている事業者からすると、相対的に薄い利益の配分しかされません。これが今のビジネスモデルを巡る攻防における経験則と考えております。

今までのエコシステムはサービス事業者、IT システム事業者、機器・部品事業者が垂直的に繋がれたシステムで、部品メーカーからするとセットメーカーの動きまでしか見えない、その先にあるサービス事業者、その先にある顧客がどの様に考えているか見えない中で、エコシステムが動いていました。



新たなエコシステムでは、各事業者間をつなぐ、共通の仕様・インターフェース・プラットフォームが作られ、その分野でそれぞれの競争が行われ、コスト削減が起きて、競争力がある製品が生まれ、また、その土壌を通じて新しいビジネスが創造されてきています。この共通仕様を、誰が提案するのか、今までの経験ではインテルのように部品側から握る、システム(セット)側から握る、Google のようにサービス側で握る、と言う色々な例がありますが、これは、早いもの

