

Megatrends in the Nomadic Age
In-Stat Conference , Phoenix, 1994
Keynote Speech

解 説

この講演はIn-Statのジャック・ビードル社長からの招待により、基調講演として行われたものである。半導体の技術革新によって、電子機器は高性能・高機能、低消費電力、小型化が進み、ポータブル化する。この結果、人々は場所や時間の制約から解放され、新しいライフスタイルが生まれる。これは大きな潮流(メガトレンド)となって新しい時代を拓くだろう。これを「ノマディック時代」と名付けた。

この講演のコンセプトをベースとして、3年後に英国で出版したのが「デジタル・ノマド」である(デビッド・マナーズとの共著)。斬新なトレンドが興味を引いたのか、スコットランドにおいて一時期ベストセラーの第3位になったと報じられた。

電子機器の進化を定量化する方法として提唱したのがFigure of Merit(良さの指数)である。電卓とコンピュータを例にとりFOMの伸びの速さを示した。これは一般的には未だ使われていないが、これに代わる指数もなく、私としては有効な方法として今日でもこれを用いて電子機器の進化を見ている。

ノマディック時代を牽引するのは半導体エンジンであり、中でもローパワーながらMIPS値の高いシングルチップRISCマイコンは重要である。SHマイコンなどいくつかの事例を紹介し、CISCマイコンとの違いを示している。

また、ユーザーニーズに即応するにはフィールド・プログラマビリティが重要であり、牧本ウエーブのコンセプトと、F-ZTATの事例を示している。

最後にノマディック時代のライフスタイルがどのようになっていくかを示した。

なお、講演の最後に付録として「ゴルフにおけるマーフィーの法則」が紹介されており、その半導体応用も併記されている。これは余興のつもりで行ったものであったが、予想外の好評となったため、その後Dataquestなど他の講演会でも紹介することにした。それらをすべて網羅したものを最終ページに示している。

スライドに続く

MEGATRENDS IN THE NOMADIC AGE

Dr. T. Makimoto

**Semiconductor & Integrated Circuits Division
Hitachi, Ltd.**

ノマディック時代におけるメガトレンド

1994年In-Stat会議における基調講演であるが、原資料はOHPフィルムであり、やや不鮮明な箇所がある。マイコンなどの半導体デバイスの技術革新によって、電子機器のサイズは小さくなり、ポータブル化するため、どこにいても仕事や生活ができるようになる。人々は、場所や時間の制約から解放されて、遊牧民のように移動の自由度が得られる。

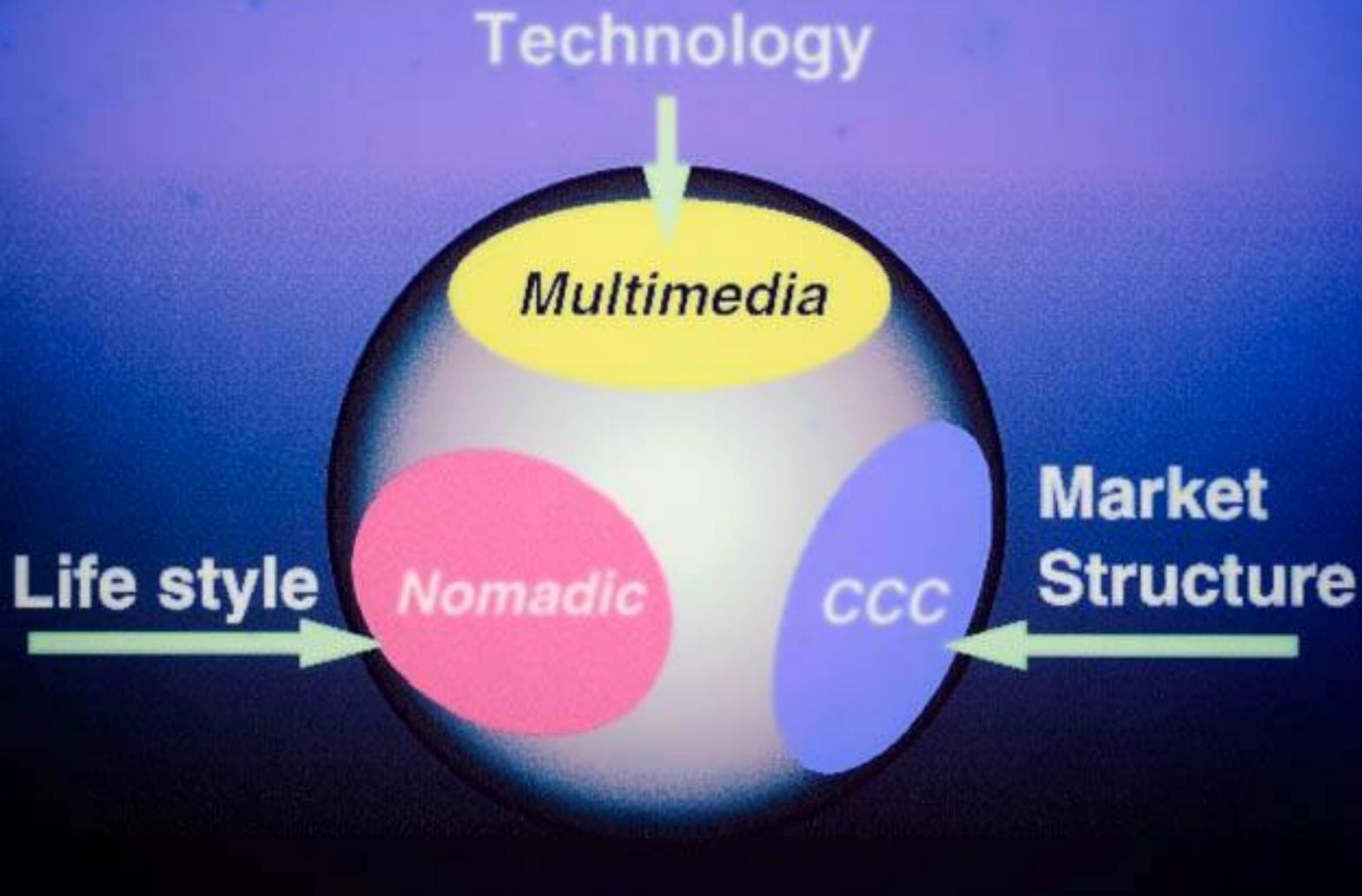
Megatrends in the “Nomadic Age”

1. The “Nomadic Age” is Coming
2. Technology Evolution for the “Nomadic Age”
3. What is Happening?
4. Semiconductor Technology for “Nomadic Age”
5. New Life Style

目次

1. ノマディック時代の幕開け
2. ノマディック時代に向けての技術進化
3. 何が起きているか？
4. ノマディック時代の半導体技術
5. 新しいライフスタイル

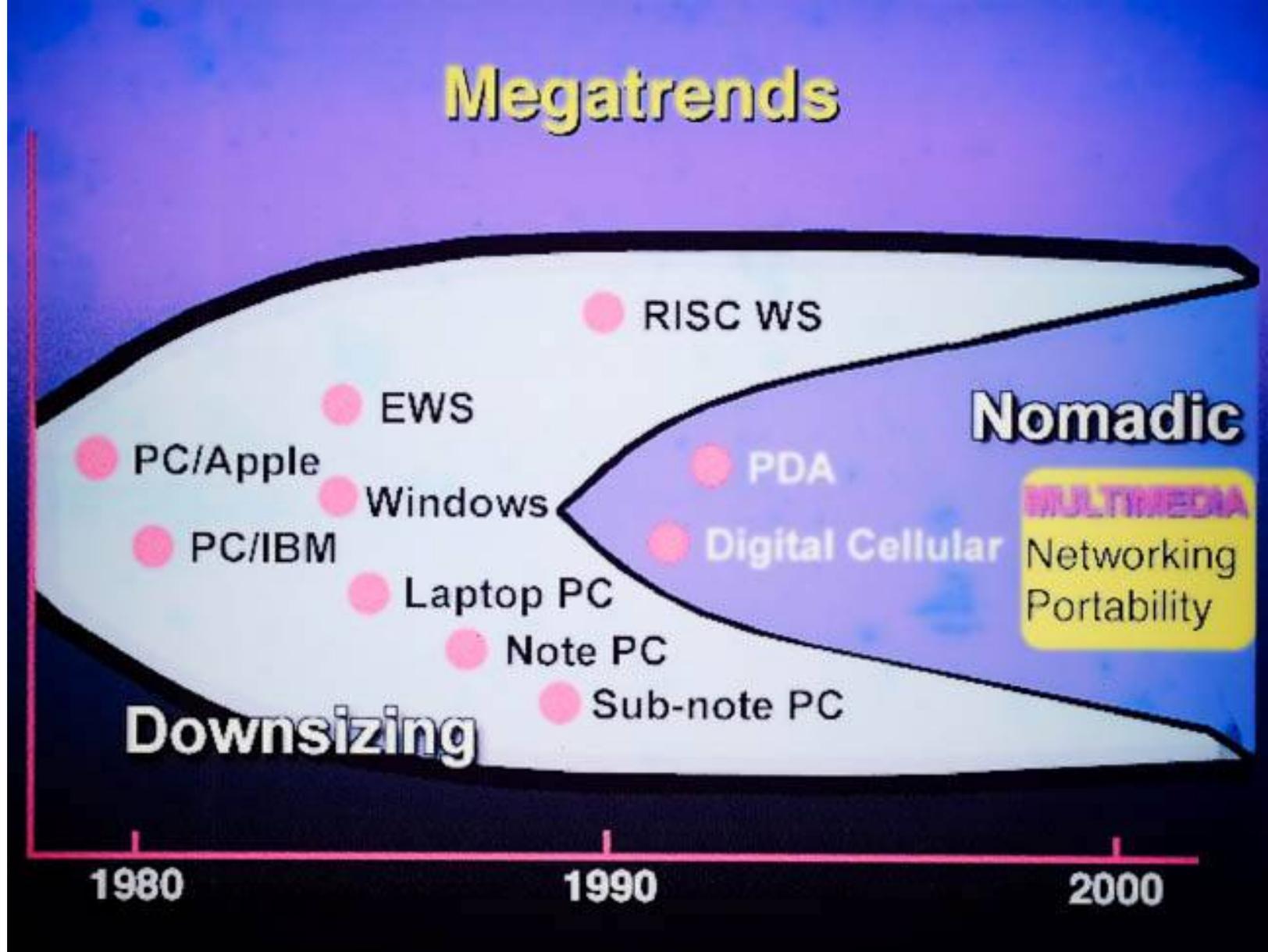
Viewpoints on the Future Trend



将来に向けての視点

技術進化によってマルチメディア時代が広がる。

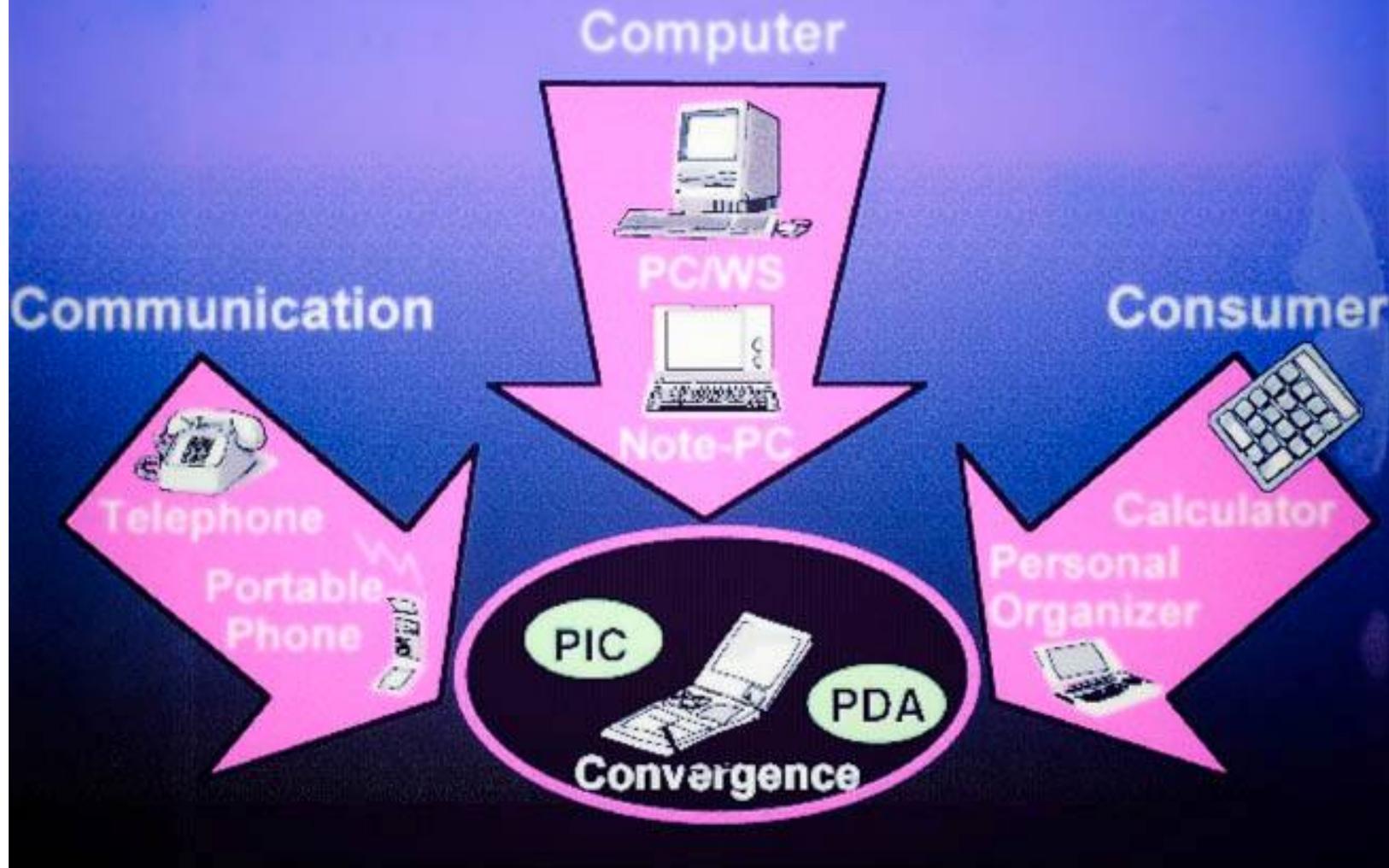
市場構造は民生分野(Consumer)、コンピュータ分野(Computer)、通信分野(Communication)の融合が起こる。これをCCCと表現した。ライフスタイルは遊牧民風(ノマディック)となる。



メガトレンドの変遷

1980年代からPCが立ち上がり、メインフレームにとって代わるようになってきた。このトレンドは「ダウンサイジング」と表現されていた。1990年代にはデジタル携帯電話やPDAなどのポータブル機器が立ち上がった。これは「ノマディック・トレンド」を生むだろう。この基盤となっているのは、「マルチメディア技術」、「ネットワーク技術」と「機器の携帯性」である。

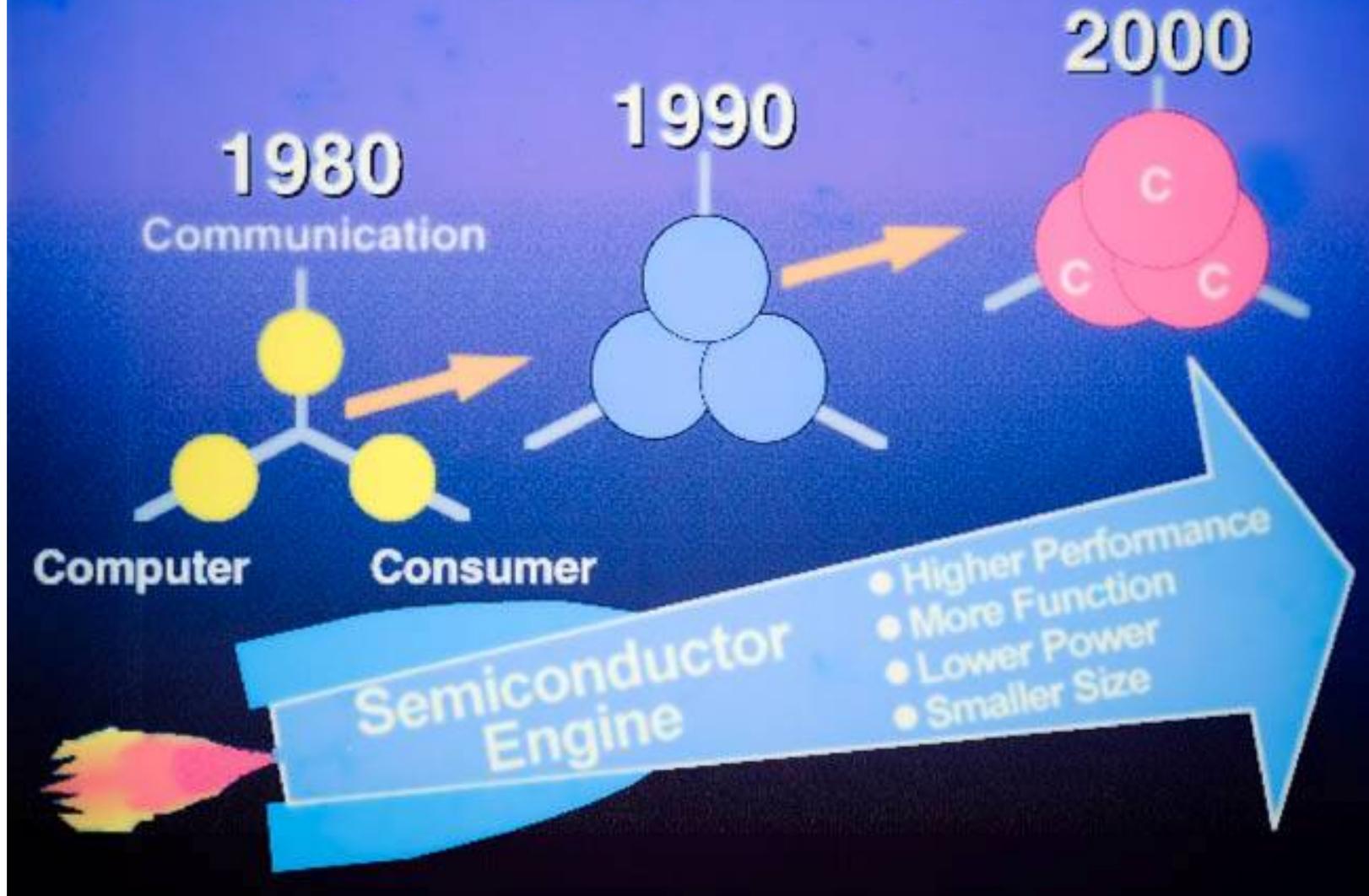
Convergence of Market



市場の融合

これまで、民生分野、コンピュータ分野、通信分野は全く異なる市場であった。PDAなどの電子機器のポータブル化によって、市場の境界は消失し、融合していっくだろう。

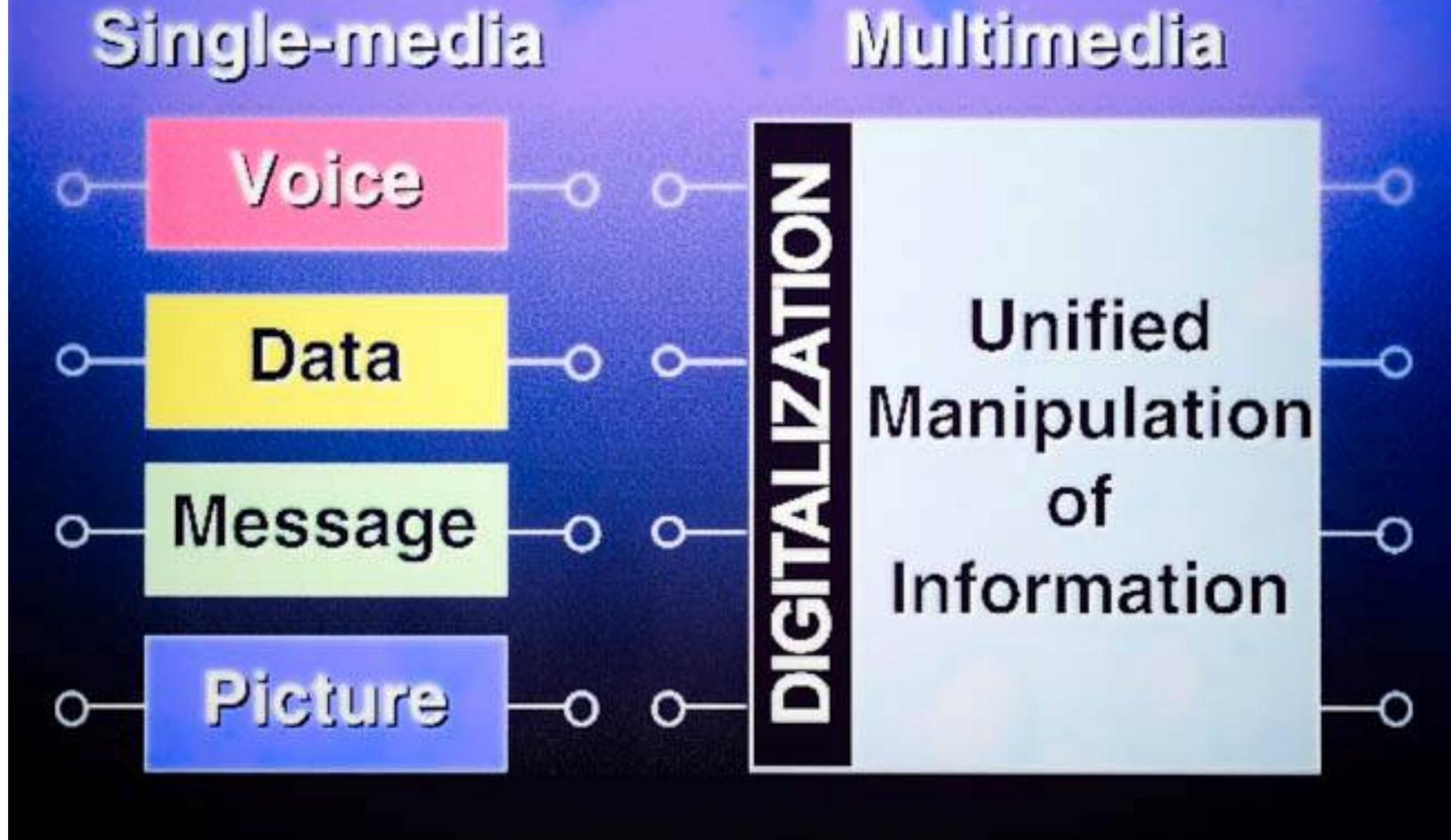
Why Market Convergence?



市場の融合はなぜ起こるのか？

1980年から2000年に向けて、民生・コンピュータ・通信の分野は融合するが、その推進力となっているのは半導体エンジンの進化である。そのポイントは「性能向上」、「多機能化」、「低消費電力化」、「小型化」である。

What is Multimedia?



マルチメディアとは何か？

これまで「音声」、「データ」、「メッセージ」、「画像」などはすべて異なる方式で作られていた。これらの情報を一旦デジタル化することによって、すべての情報は統一的な形で取り扱うことができる。これがマルチメディアである。このような解説は今は蛇足であり不要であるが、当時は必要なことであった。

Backgrounds for Market Convergence

- Technology Advancements
- Digitalization
- Market Requirements
- Infrastructures
- De-regulations

市場融合の背景

市場の融合が進む背景には次のような背景がある。

- 電子技術の進歩
- 情報のデジタル化
- 市場からの要求
- 通信インフラなどの整備
- 各分野にわたる規制緩和

Megatrends in the “Nomadic Age”

1. The “Nomadic Age” is Coming
2. Technology Evolution for the “Nomadic Age”
3. What is Happening?
4. Semiconductor Technology for “Nomadic Age”
5. New Life Style

目次

1. ノマディック時代の幕開け
2. ノマディック時代に向けての技術進化
3. 何が起きているか？
4. ノマディック時代の半導体技術
5. 新しいライフスタイル

Technologies for the Nomadic Age

- **Smaller Size** → **Portability**
- **More Intelligence / Lower Cost**
- **Lower Power Dissipation**

$$\text{Figure of Merit} = \frac{(\text{Intelligence})}{(\text{Size}) \times (\text{Cost}) \times (\text{Power})}$$

ノマディック時代の技術

重要な技術要因は次の4点である:

- 小型化(携帯性)
- 性能・機能の高度化
- 低価格化
- 低消費電力化

これらの要素を組み合わせ、電子機器の良さの指数(Figure of Merit)を図示の式のような形で提唱した。

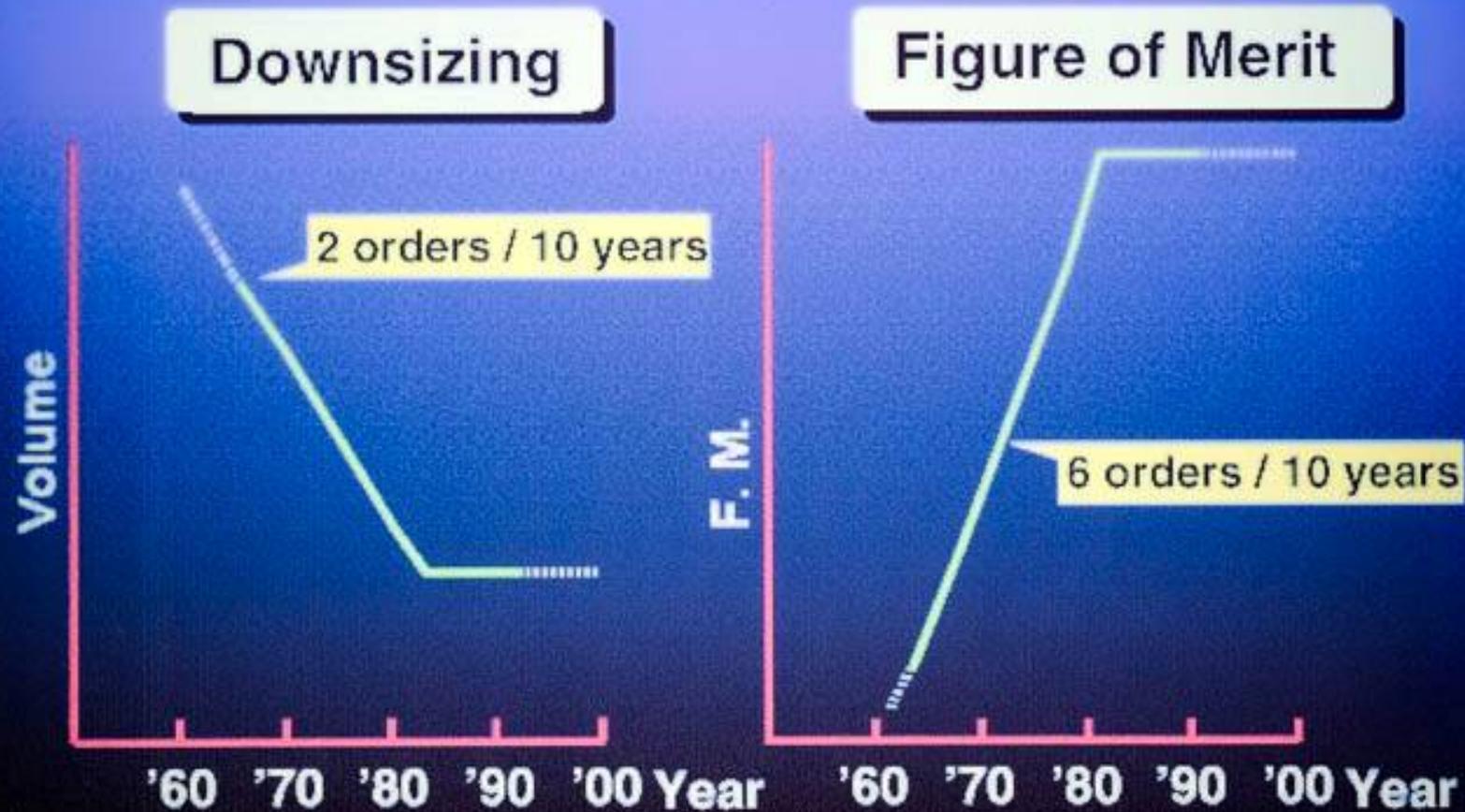
Calculator's Figure of Merit

$$\text{Figure of Merit} = \frac{\text{(Memory Capacity)}}{\text{(Size) X (Cost) X (Power)}}$$

電卓のFigure of Merit

一つの例として電卓を取れば図示のような形でFigure of Meritを定義できる。
ここではIntelligenceの指数として、電卓のメモリー容量を取っている。

Evolution of Calculators



電卓のFigure of Merit

左の図は電卓のサイズ(体積)が、「10年で2桁」のペースで減少したことを示す。

右の図は電卓のFigure of Meritが「10年で6桁」のペースで増大したことを示す。

ここでの注目点は電卓の進歩が80年代半ばで止まっていることだ。この時点で電卓はクレジットカードサイズまで小型化したため、これ以上の市場ニーズがなくなり、進化が止まったのである。

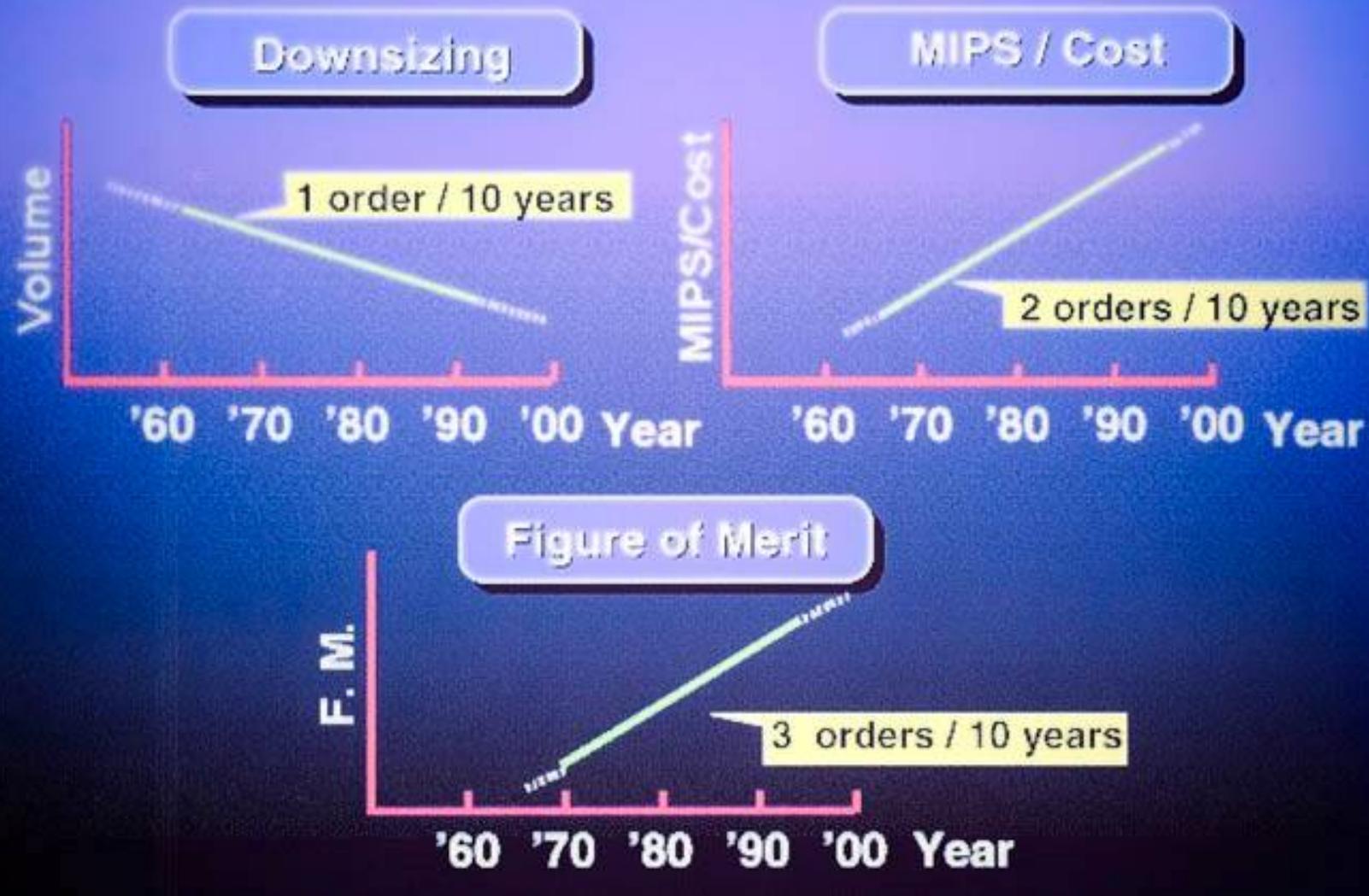
Computer's Figure of Merit

$$\text{Figure of Merit} = \frac{\text{(MIPS)}}{\text{(Size) X (Cost)}}$$

コンピュータのFigure of Merit

コンピュータの場合は(Intelligence)の項には(MIPS)を選んだ。また、低消費電力化のニーズは、それほど高くないので、分母の(Power)の項はなくてもよいと判断した。

Evolution of Computers



コンピュータの進化

小型化は「10年で1桁」のペース、MIPS／Costは「10年で2桁」のペース、「Figure of Merit」は「10年で3桁」のペースで進歩した。

Figure of Meritは電子機器の進歩をマクロ的につかむ指標として適していることを強調した。

Theory of Evolution

- Struggling for Existence
- Survival of the Fittest



Adaptation to the Nomadic Environment
is
THE KEY TO SUCCESS.

進化論

ダーウィンの進化論は自然選択を基本原理としており、次の2点に集約される：

- 生存競争
- 適者生存

このような進化論の結論に倣えば、次のことが言える：これからのビジネスにおいては「ノマディック環境に適応することが成功の鍵である」。

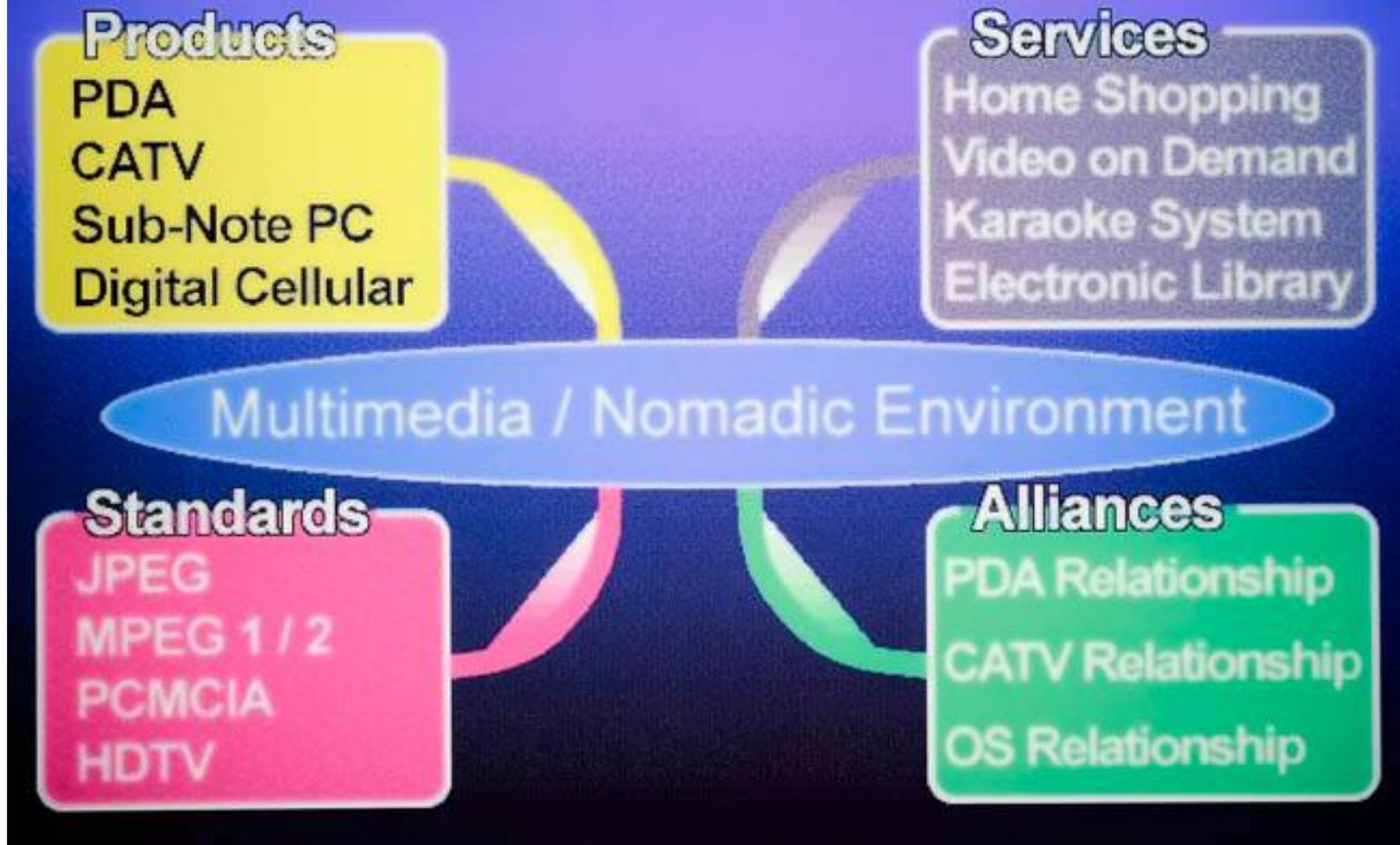
Megatrends in the “Nomadic Age”

1. The “Nomadic Age” is Coming
2. Technology Evolution for the “Nomadic Age”
3. What is Happening?
4. Semiconductor Technology for “Nomadic Age”
5. New Life Style

目次

1. ノマディック時代の幕開け
2. ノマディック時代に向けての技術進化
3. 何が起きているか？
4. ノマディック時代の半導体技術
5. 新しいライフスタイル

What is Happening?

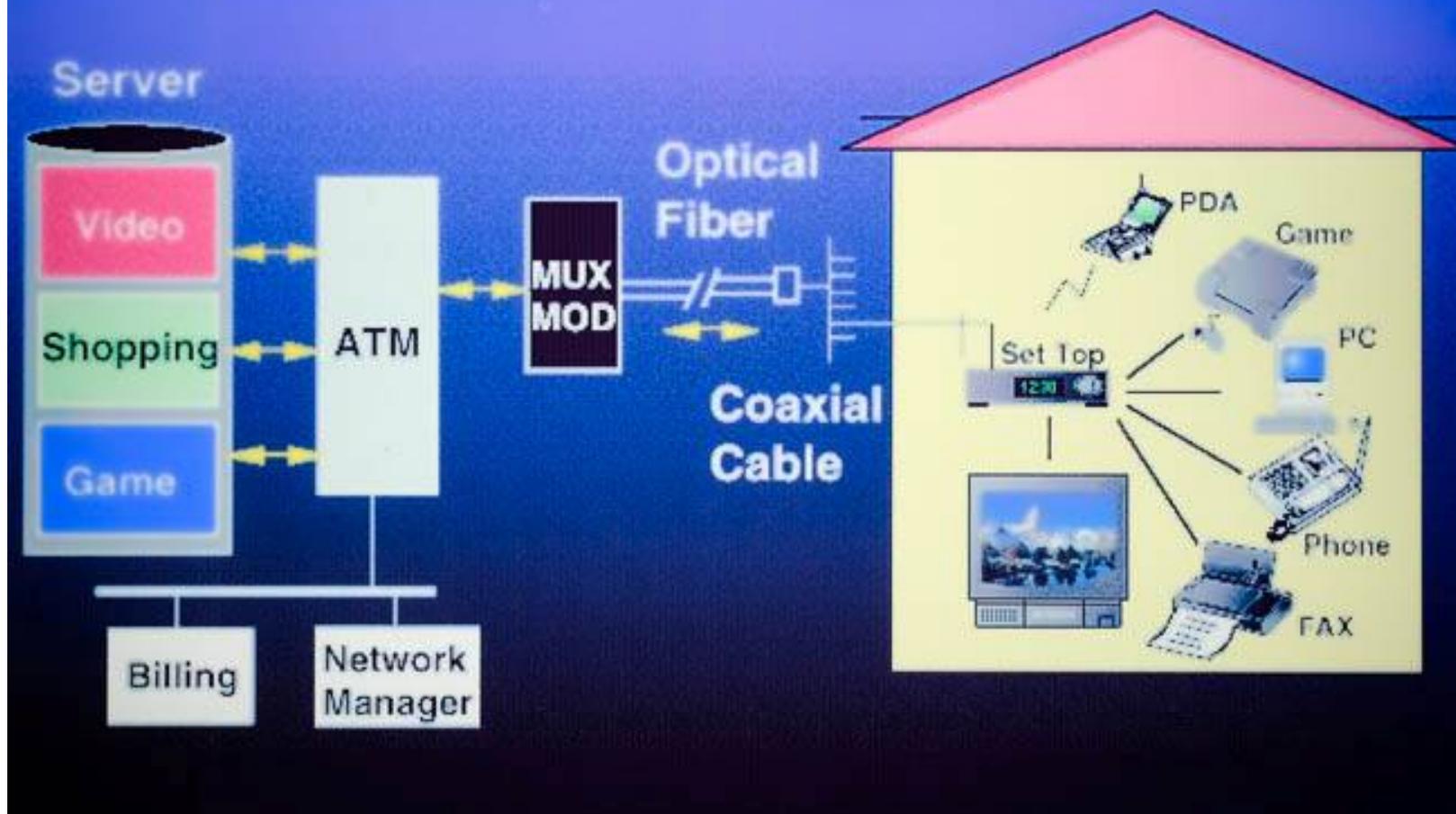


何が起きているか？

マルチメディア・ノマディック環境を巡って起きていることを四つの側面で紹介している。

●新製品としてPDA、CATV、小型PC、デジタル携帯 ●標準化の面ではJPEG、MPEG1／2、PCMCIA、HD TV ●サービス面ではホームショッピング、ビデオ・オンデマンド、カラオケ、電子図書館 ●企業連合としてはPDA関連、CATV関連、OS関連 などいろいろな動きが活発である。

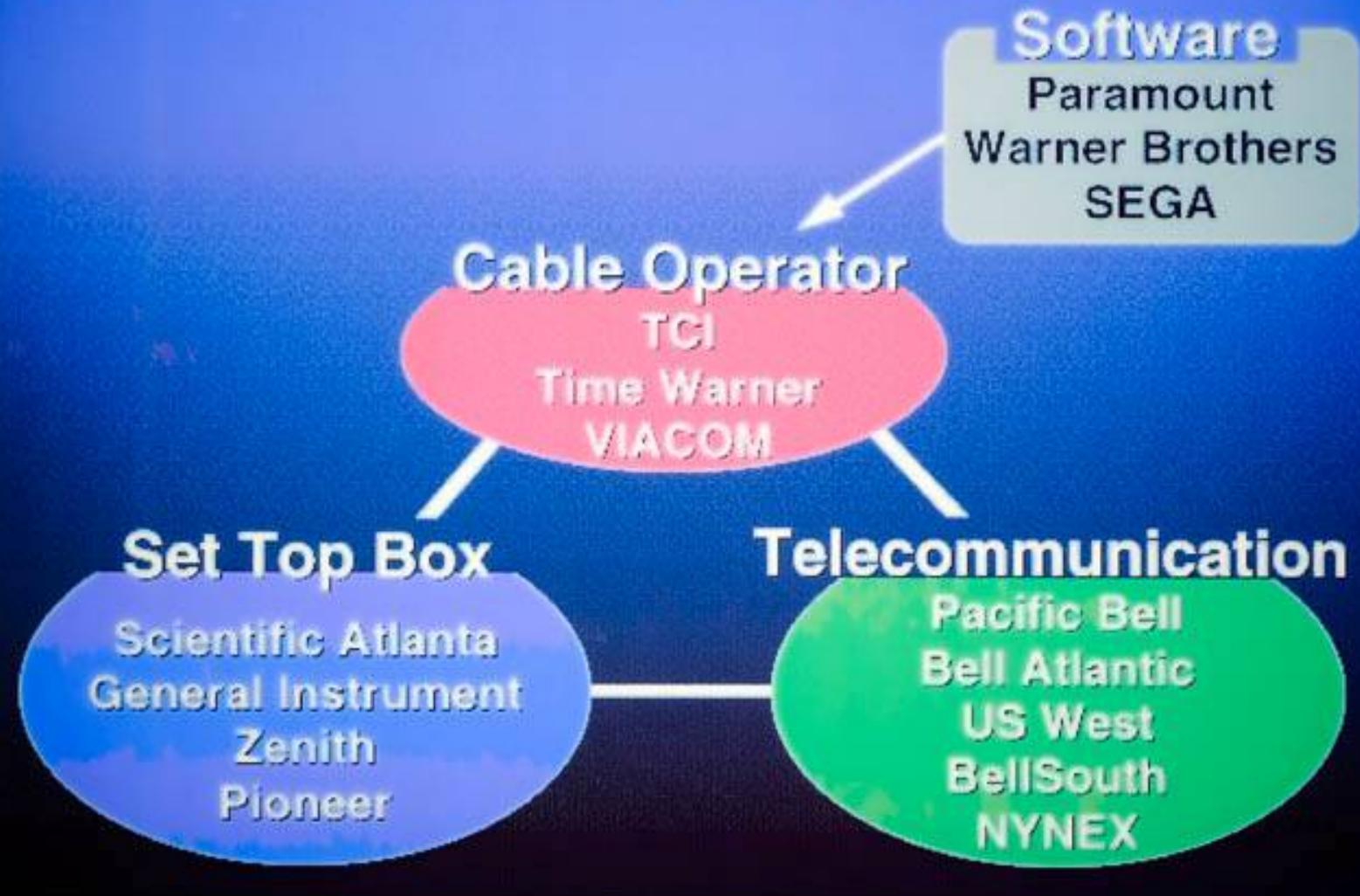
Digital CATV Products



デジタルCATVの製品群

ビデオ、ショッピング、ゲームなどのコンテンツはサーバーにあり、ユーザーからのデマンドを受けて光ファイバー／同軸ケーブル経由で家の中のセットトップボックスに配信される。ユーザーはテレビ、パソコン、PDA、ゲーム機、FAX、電話などの端末からコンテンツにアクセスできる。

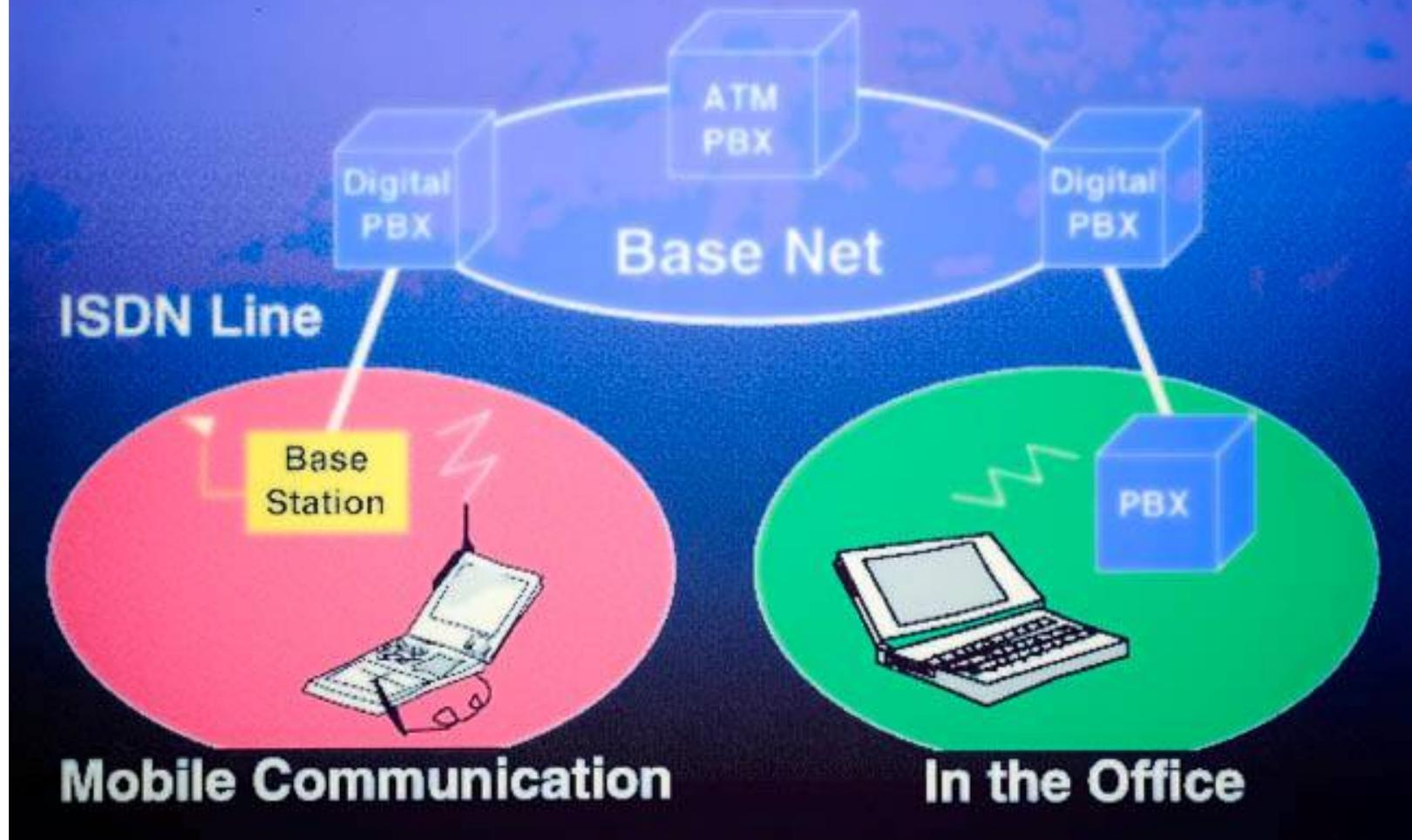
CATV Relationship



CATV関連の企業連携

ケーブル・オペレーター（TCI、タイムワナー、バイアコム）を中心にして、セットトップボックスのメーカー（サイエンティフィック・アトランタ、ジェネラル・インスツルメント、ゼニス、パイオニア）や通信会社（パシフィックベル、ベルアトランティック、USウエスト、ベルサウス、NYNEX）が相互に連携する。コンテンツ（ソフトウェア）の提供はパラマウント、ワーナーブラザース、セガなどが行う。

Infrastructures for Nomadic Computing



ノマディック・コンピューティングのインフラストラクチャー

基幹ネットワークのデジタルPBXと移动通信会社の基地局とがISDNラインで結ばれ、モバイル機器で通信が行われることもあり、各企業内のPBXと結ばれて据え置き型の機器で通信が行われる場合もある。いずれにしても、ノマディック時代には高度な通信網の整備が不可欠である。

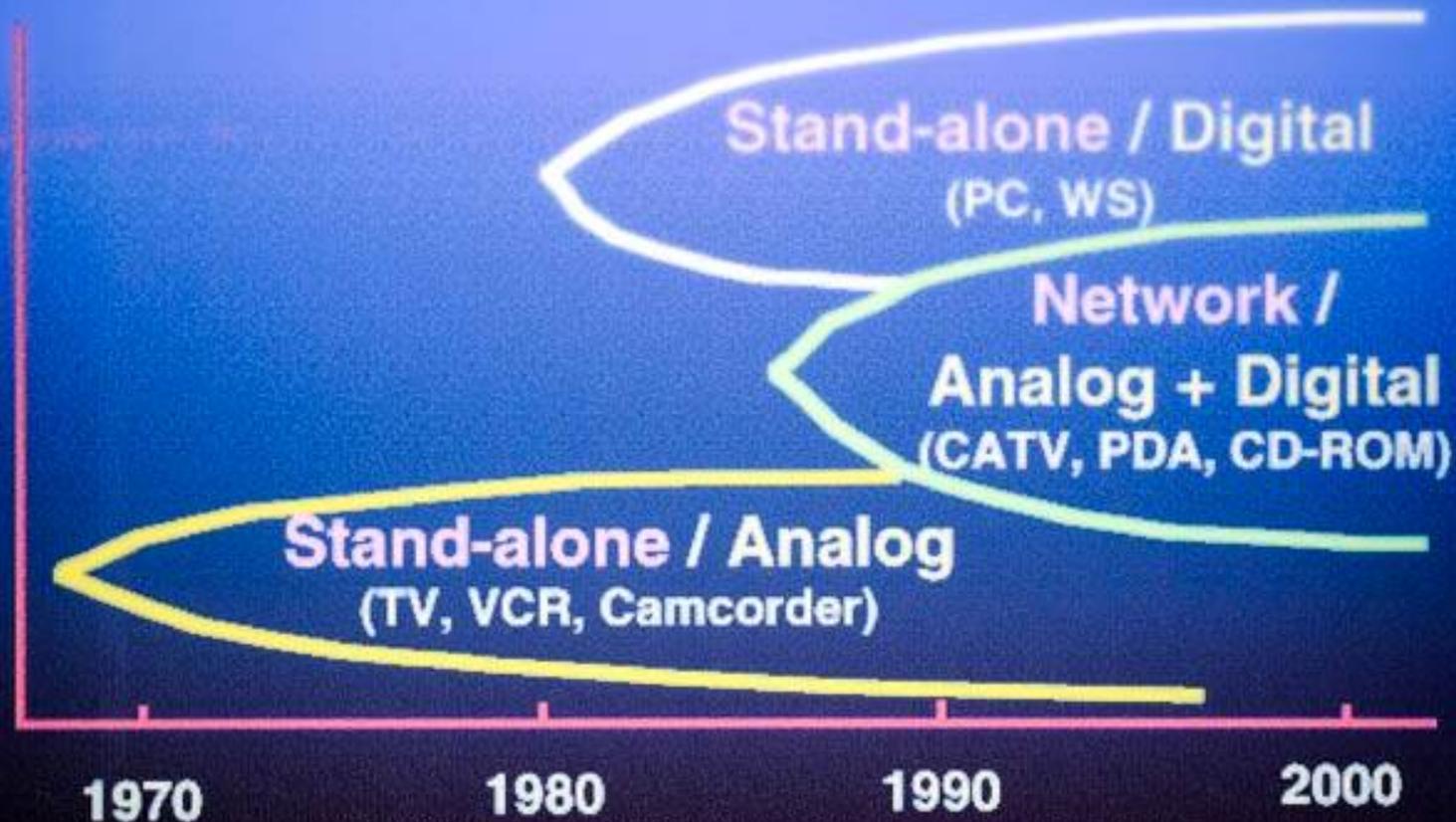
Standards

	Now	Future
Communication	Analog Cellular Digital Cellular	FPLMTS
	CATV Analog Telephone	Optical
Picture	MPEG 1/2	MPEG4
Bus Interface	PCMCIA PCI	New Interface
HDTV	U.S. / Japan / EC	New Standards

各種標準の現在と将来

ノマディック・スタイルが広がるには各種の標準の整備と高度化が必要である。通信では無線と有線の双方について。画像圧縮、バス・インタフェースについても高度化が必要。HDTVの方式については米国、日本、欧州と分かれているが、新方式に統一することが望ましい。

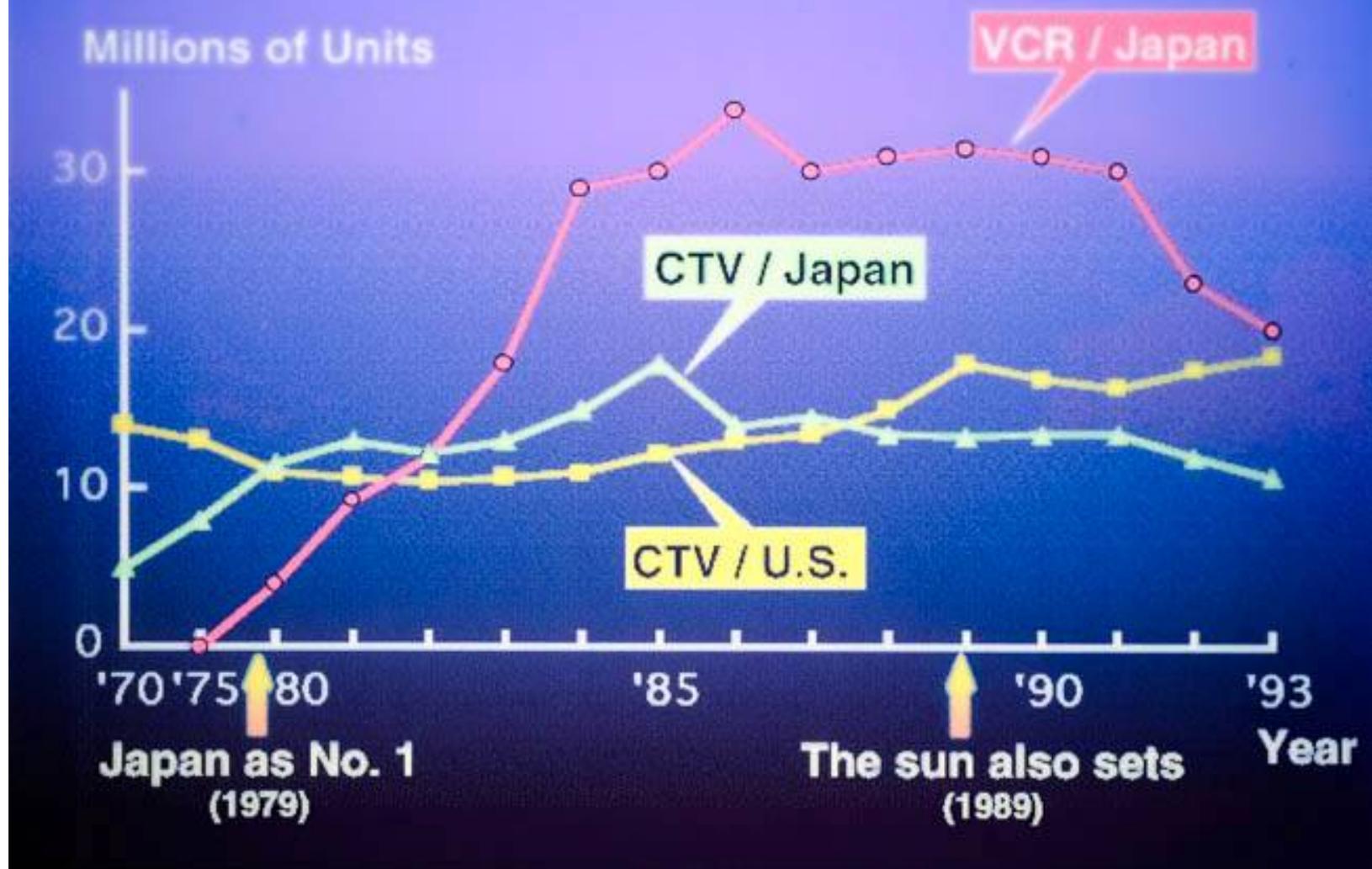
“TREND” in Analog / Digital



アナログ機器とデジタル機器の動向

1970年代以降、アナログ技術を中心にしたテレビ、VTR、カムコーダーなどのスタンドアロン型が主流になっていた。80年代になるとパソコン、ワークステーションなどデジタル技術ベースのスタンドアロン型が立ち上がった。これからはアナログ／デジタル方式が共存し、ネットワークでつながるようになるだろう。

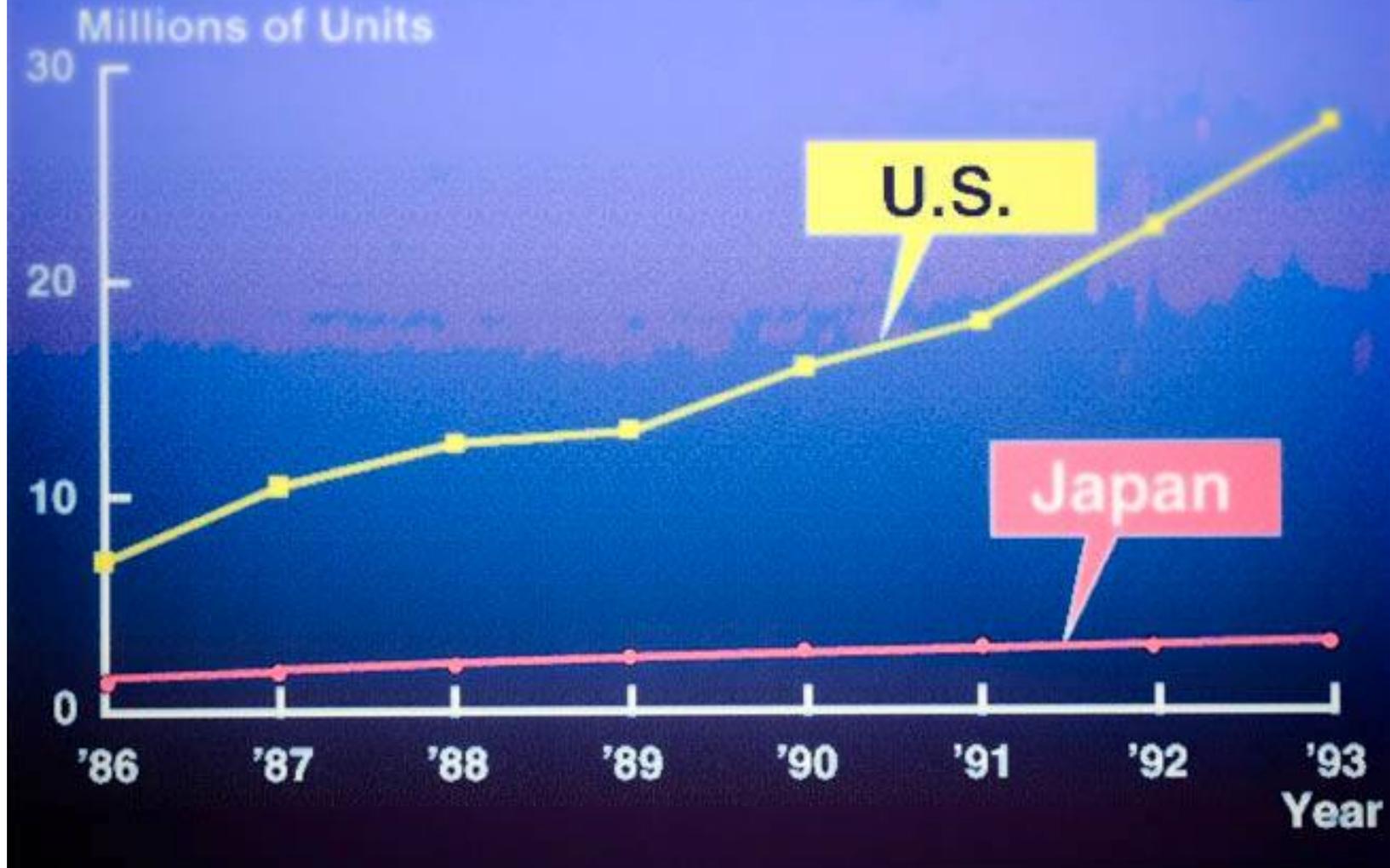
Consumer Products



コンシューマ製品の推移

カラーテレビでは米国が先行したが、80年代初頭に日本が逆転した。しかし、80年代末ころには米国が再逆転している。(注:この背景には貿易摩擦の影響もある)。日本では75年頃からVTRの生産が急増した。85年頃にはピークに達し、90年代に入ると次第に減少した。アジアへの生産移転が始まったのである。

PC Production



パソコンの生産

1986年から93年までのパソコンの生産推移を示す。米国は初めから日本を上回っており、しかも成長も早い。アナログ時代には日本が世界をリードしたが、デジタル時代の覇者は米国となった。

Semiconductor Market Share



半導体のマーケットシェア推移

1970年代半ばまで米国のシェアは圧倒的に高かった。日本は民生機器用のデバイスやコンピュータ用メモリなどでシェアを高め、86年に日米のシェアが逆転した。一方米国ではマイコン分野などロジック系デバイスに注力して、93年にシェアの再逆転となり、世界トップの座を奪還している。(注:これは日米半導体協定の目標は達成されたよ!というメッセージを暗に含んでいる)。

Megatrends in the “Nomadic Age”

1. The “Nomadic Age” is Coming
2. Technology Evolution for the “Nomadic Age”
3. What is Happening?
- 4. Semiconductor Technology for “Nomadic Age”**
5. New Life Style

目次

1. ノマディック時代の幕開け
2. ノマディック時代に向けての技術進化
3. 何が起きているか？
- 4. ノマディック時代の半導体技術**
5. 新しいライフスタイル

Semiconductor Technology in the Nomadic Age

1. Intelligent Technology

- More MIPS
- Programmability
- System Knowledge on Chip

2. Interface to the Real World

- Analog & Digital Technology

3. Portability Technology

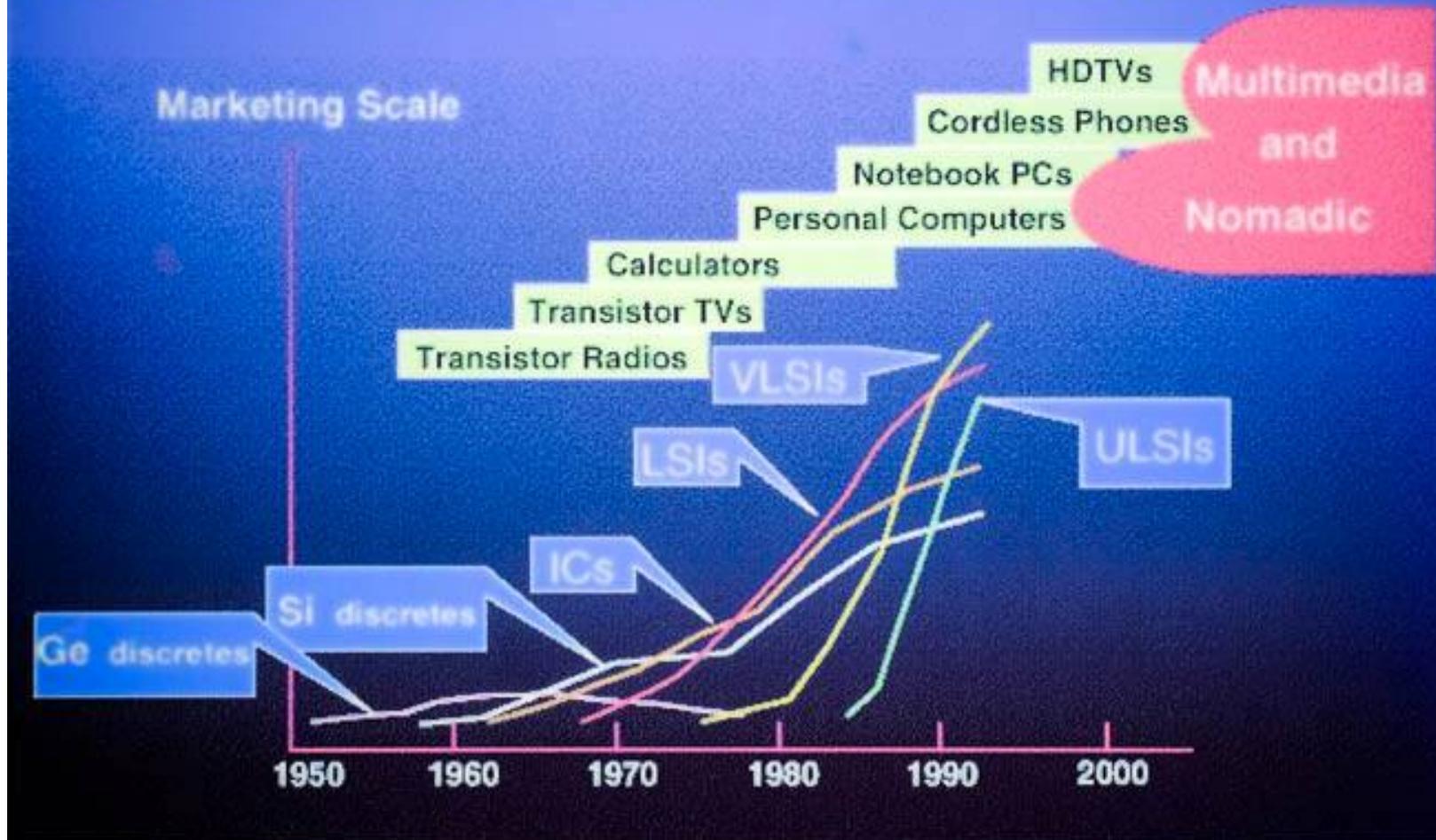
- Low Power Consumption

ノマディック時代に必要な半導体技術

1. インテリジェント技術・・・高い情報処理能力、プログラマビリティ、システム・ノーハウのチップへの搭載
2. 現実世界とのインタフェース・・・アナログとデジタルの両方の技術
3. 携帯性の技術・・・低消費電力

Semiconductor History

The Correlation Between System & Semiconductor Technologies



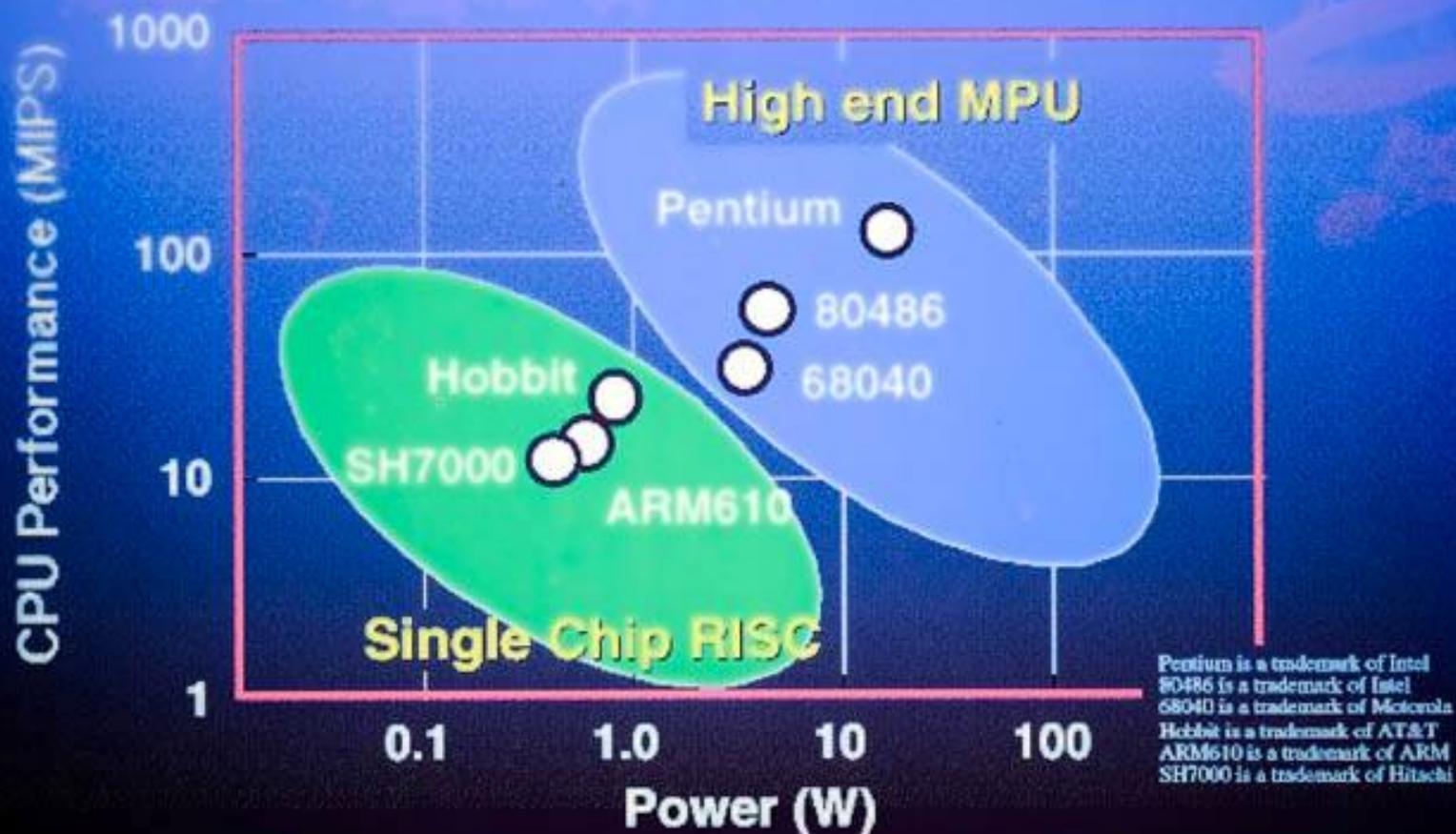
半導体の歴史

半導体の技術革新と電子システムとは相乗的な発展を続けてきた。トランジスタによって小型のラジオやテレビができ、IC/LSI/VLSIによって電卓、PC、コードレス電話、HDTVなどが実現された。

ULSI以降ではマルチメディア/ノマディック対応の機器が実現されるだろう。

Single Chip RISC Microprocessor

- High performance & Low power consumption -

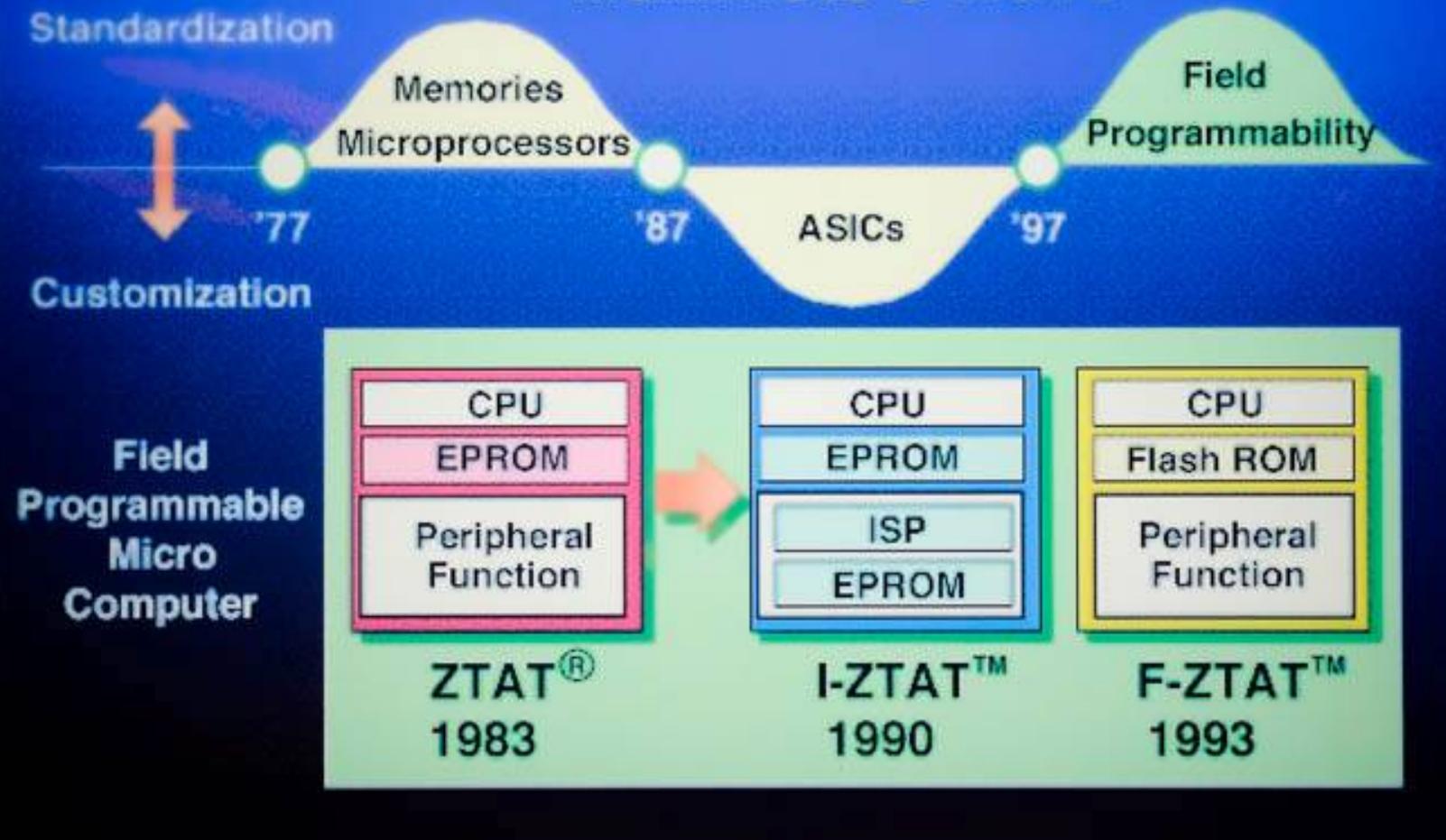


シングルチップRISCマイコン

これまでのマイコンの主流はCISC(Complex Instruction Set Computer)型が中心となって、高性能指向である。ノマディック時代に要求されるマイコンは「高性能且つローパワー」であり、シングルチップRISC(Reduced Instruction Set Computer)はこの方向を目指している。

Field Programmability

- Makimoto's Wave -



フィールド・プログラマビリティ

牧本ウエーブによれば97年以降はフィールド・プログラマブル・デバイスの立ち上がりが予測されている。日立ではマイコンのフィールド・プログラマビリティを高めるために1983年にZTATマイコンを製品化し、90年にI-ZTATマイコンを開発した。93年にはフラッシュメモリ搭載のF-ZTATマイコンを導入。F-ZTATマイコンはユーザーに多大の便宜を提供できるので今後の成長が期待される。

Impact on Business Operation

Three reference books adapting to the changing paradigm.

Reengineering the Corporation

by M. Hammer & J. Champy

The Virtual Corporation

by W. Davidow & M. Malone

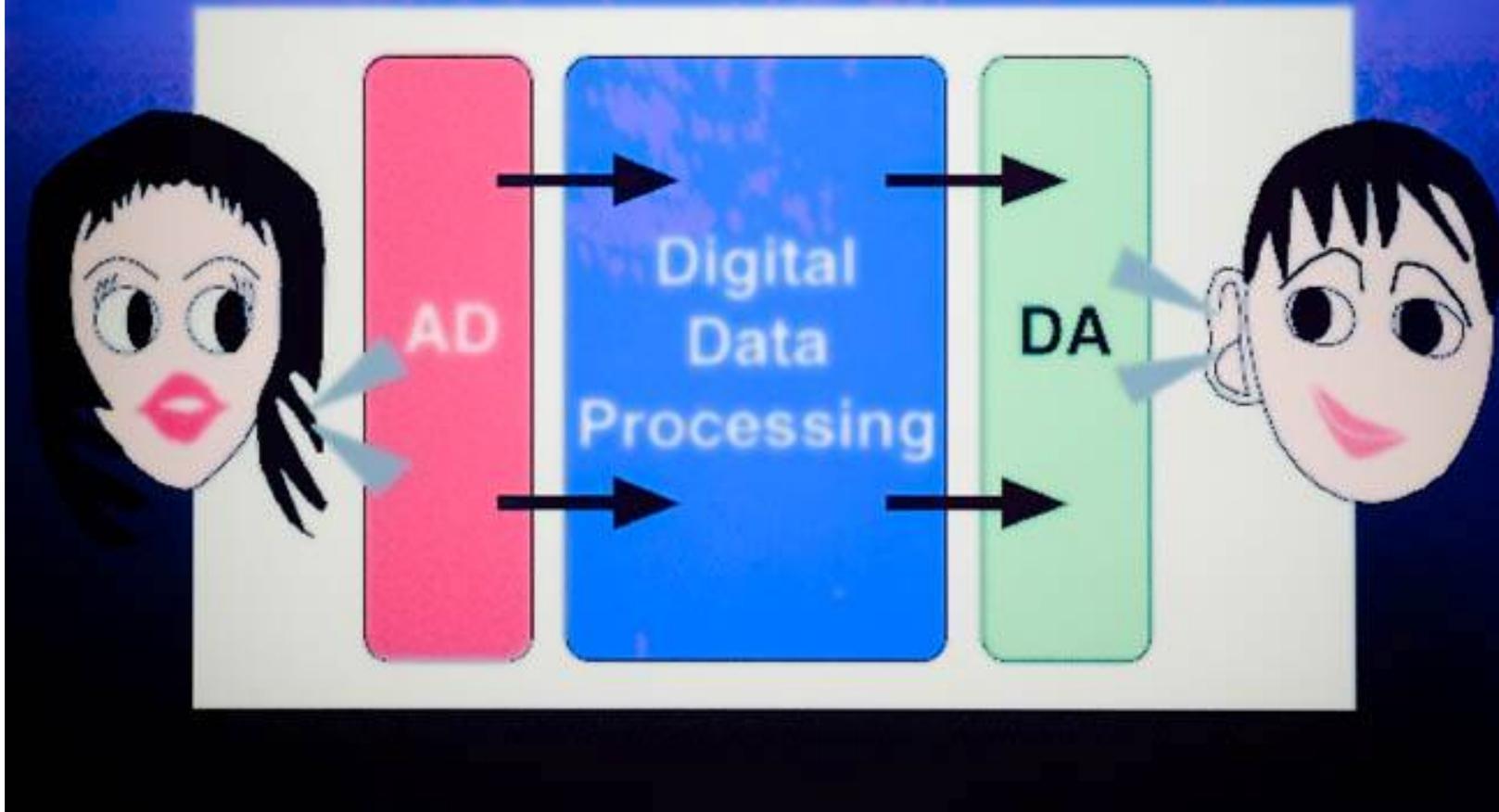
The One to One Future

by D. Peppers & M. Rogers

事業運営へのインパクト

これから「ノマディック時代」という時代が始まり、パラダイム転換の時期となる。このような転換期において参考になる3点の図書を紹介する:「リエンジニアリング革命」、「バーチャル コーポレイション」、「ワンツー ワン フューチャー」、いずれの本も転換期にあるビジネス戦略の良き指南書であり、一読をお勧めする。

Basic Structure for Analog / Digital LSI

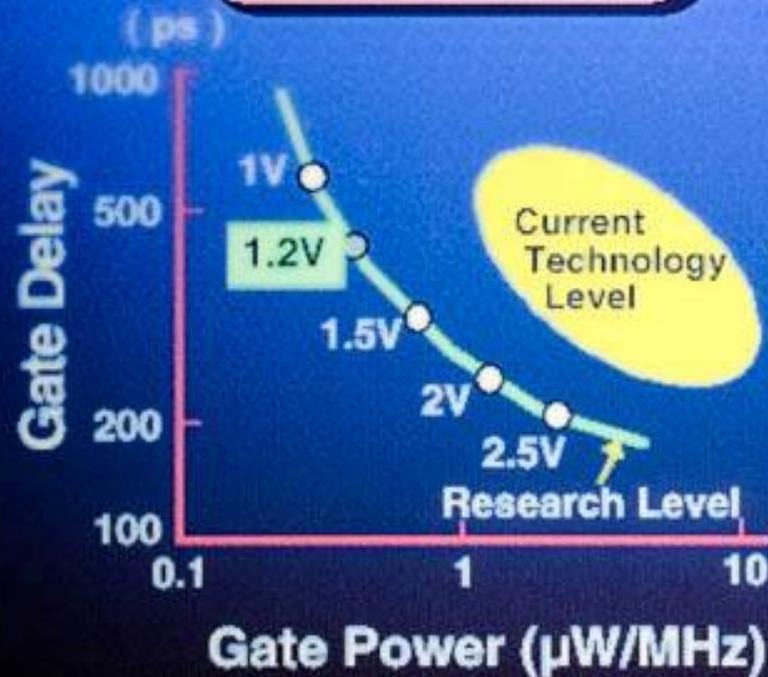


アナログ・デジタル混載LSIの基本

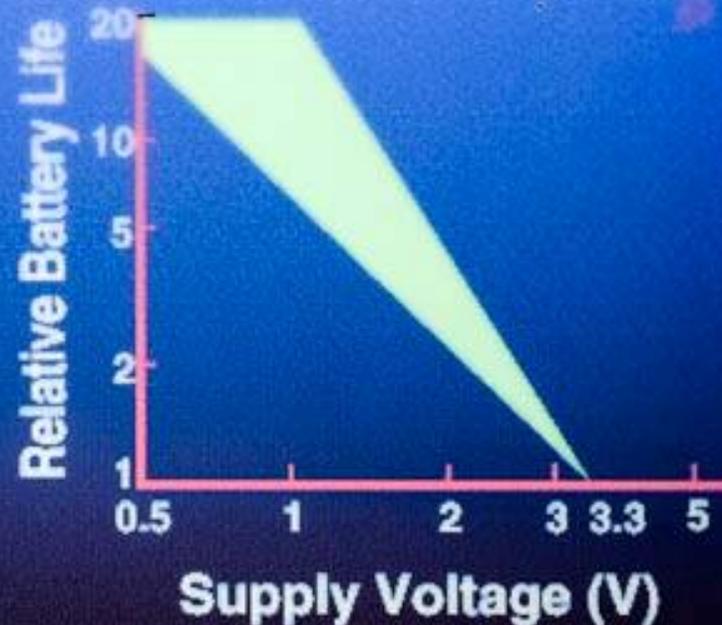
現実世界はアナログであり、これをデジタルに転換する回路(AD変換回路)が必要である。返還後の情報はすべてデジタル回路で処理される。最後の段階で、DA変換回路でアナログに転換し、人が聞いたり、見たりできるようにする。これが、マルチメディア・ノマディック時代のLSIの基本である。

Low Voltage Operation

Power vs Delay



Supply Voltage vs Battery Life



低電圧動作

電池寿命は電源電圧に大きく依存する(右図)。電池寿命を延ばすためには電圧を極力下げる必要がある。左図はゲートあたりのパワーとディレイ(遅れ時間)との関係を示す。両者は相反関係にあり、パワーを減らすとディレイが増す(遅くなる)。現在のところその関係は黄色に示す範囲にあるが、研究室レベル(実線)では大きな改善の可能性があることを示している。

Megatrends in the “Nomadic Age”

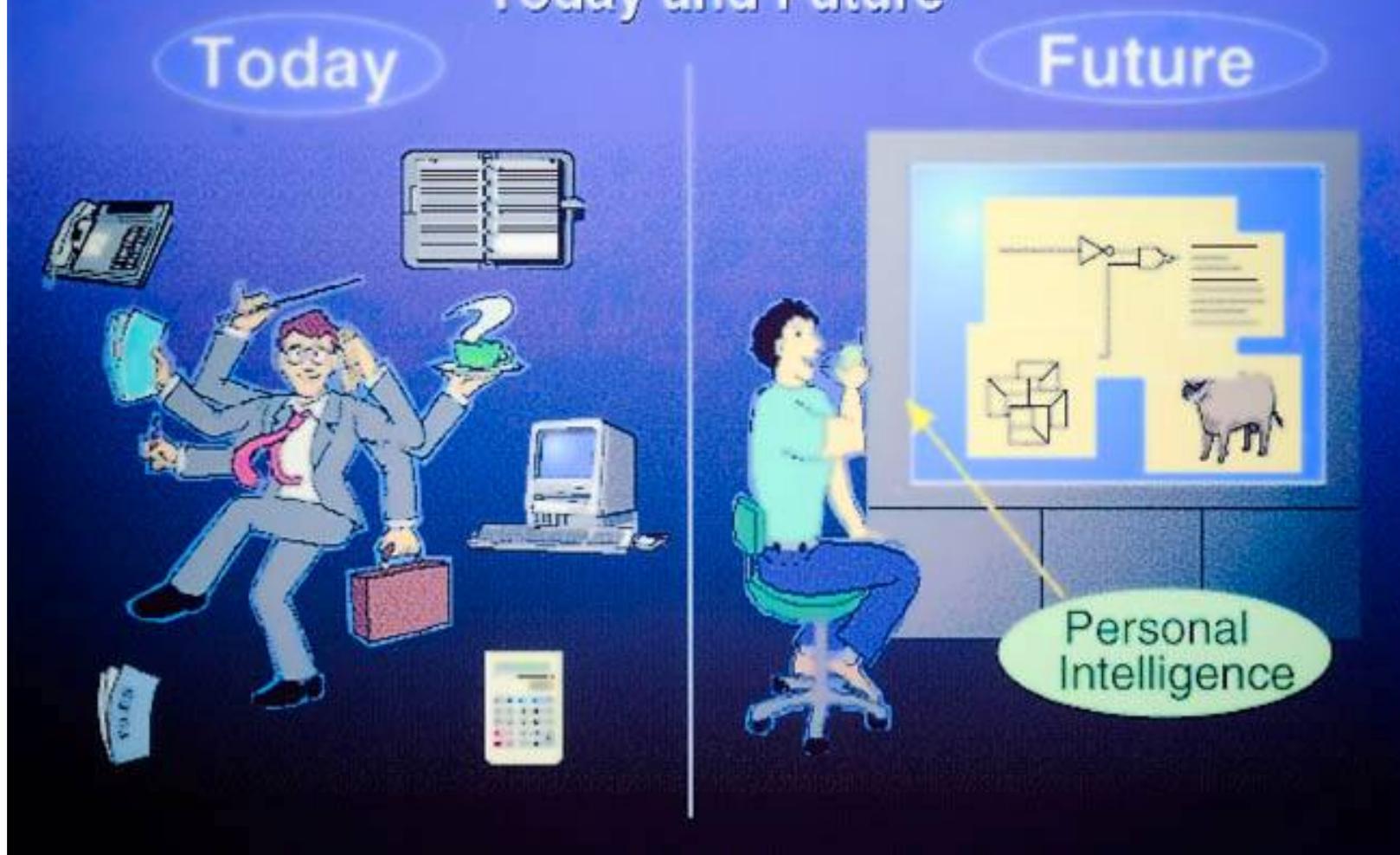
1. The “Nomadic Age” is Coming
2. Technology Evolution for the “Nomadic Age”
3. What is Happening?
4. Semiconductor Technology for “Nomadic Age”
5. New Life Style

目次

- | | |
|-----------------|----------------------|
| 1. ノマディック時代の幕開け | 2. ノマディック時代に向けての技術進化 |
| 3. 何が起きているか？ | 4. ノマディック時代の半導体技術 |
| 5. 新しいライフスタイル | |

Life Style

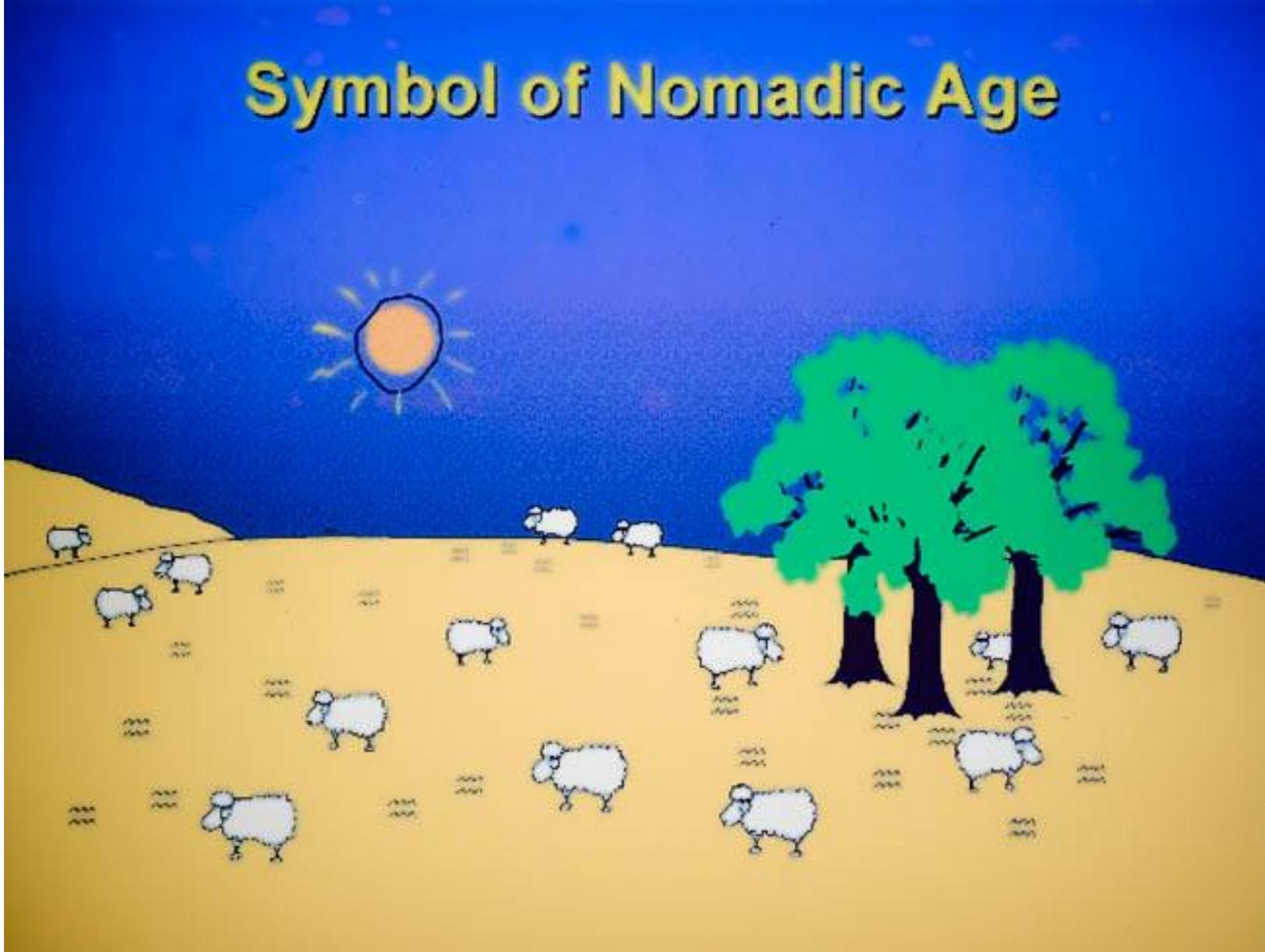
Today and Future



ライフスタイルの今日と将来

講演の当時(左図)、人は多種多様の電子機器に囲まれており、時と場合によってそれらを使い分けなければならない。電話、テレビ、電卓、カメラ、パソコンなどなど。将来は多くのものが、個人持ちの「インテリジェント端末」に集約されていくだろう。必要であれば、大型のスクリーンに映像を投射することもできる。今日、多くの電子機器がスマホに集約され、この図のイメージが現実になっている。

Symbol of Nomadic Age



ノマディック時代のシンボル

現在、多くの人々は仕事のために都会の中心部に通っており、喧騒の中で生きている。ノマディック時代には人々は場所や時間の制約から解放され、自分の好きなところで仕事をし、生活を送ることができるようになる。今日、ノマド・ライフという言葉が象徴するように、ノマディック時代は現実のものとなっている。

Murphy's Law of Golf

	<i>Golf</i>	<i>Semiconductor</i>
● Pamela's resign	You will never <u>hit three good shots</u> in a row.	You will never <u>win three memory generations</u> in a row.
● Binney's law	No perfect <u>shot</u> is ever reproducible.	No perfect <u>wafer</u> is ever reproducible.

HITACHI

ゴルフにおけるマーフィーの法則

1993年に、「マーフィーの法則<ゴルフ編>」が出版されて、大人気を博した。この中で、半導体にも応用できるものを選び、講演の最後に「付録」として紹介した。これは予想以上の好評となった。

- よいショットを3回続けることはできない ⇒ ●メモリで3世代を制覇することはできない
- 完全なショットを再現することはできない ⇒ ●完全なウエーハを再現することはできない

Murphy's Law of Golf

	<i>Golf</i>	<i>Semiconductor</i>
● Darryl's comment	If we learn from our mistakes, then <u>golfers</u> are the most learned people on earth.	If we learn from our mistakes, then <u>semiconductor people</u> are the most learned people on earth.
● Weight of one stroke	<u>Driver</u> for show, <u>putting</u> for money.	<u>ISSCC</u> for show, <u>yield</u> for money.

HITACHI

- 我々が間違いから学ぶとすれば、ゴルファーは地上でもっとも学んだ人である
 - ⇒ ●我々が間違いから学ぶとすれば、半導体の人は地上でもっとも学んだ人である
- ドライバーはショーであり、パットは金である
 - ⇒ ●ISSCCはショーであり、歩留は金である

Murphy's Law of Golf

	<i>Golf</i>	<i>Semiconductor</i>
●Primary law of Golf	If there is one thing to remember in <u><i>Golf</i></u> , it is <u><i>not to head-up.</i></u>	If there is one thing to remember in <u><i>Semiconductor</i></u> , it is <u><i>not to head-up.</i></u>

HITACHI

●ゴルフでただ一つ記憶すべきことは、ヘッドアップしないことである

⇒ ●半導体でただ一つ記憶すべきことは、ヘッドアップしないことである

Appendix
Murphy's Law of Golf and Semiconductor

1994 Dataquest

Ron's rule of positive thinking

- A 30-handicapper can't help but be an optimist.
- A semiconductor manager can't help but be an optimist.

The no-win axiom

- In matches against your boss, if you win, you lose, and if you lose, you lose.
- In arguments against your boss, if you win, you lose, and if you lose, you lose.

1995 Dataquest

Carl's law of clubs

- Any new-fungaled equipment becomes obsolete as soon as you buy it.
- Any new fancy product becomes obsolete as soon as you announce it.

Law of the grip

- There are two kinds of club grips – those that are too slick and those that are too tacky.
- There are two kinds of markets – those that are too much in supply and those that are too much in shortage.

Law of success

- You must have good ability and good luck for getting good score, the former being more important.
- Your must have good ability and good luck for getting good result, the latter being more important.

1996 Dataquest

Law of the greater shot

- Your approach shot to the green is prettier than your opponent's – but his is closer to the cup.
- Your new product is prettier than your opponent's – but his is closer to the profit.

The constant rule of golf

- One bad shot on a hole nullifies three good ones.
- One bad drop on a DRAM price nullifies three good years.

1997 Dataquest

- The expensive new clubs you bought don't play as well as your partner's rusty old ones.
- The expensive new Fabs you invested don't play as well as your competitor's rusty old ones.

- Every shot, good or bad, pleases someone.
- Every semiconductor price, good or bad, pleases someone.

- The excitement obtained from a round of golf is directly proportional to the amount of money won.
- The excitement obtained from a business of semiconductor is directly proportional to the amount of money won.

- Never get despairing even when you hit two OB's in a row. Other players may have similar troubles.
- Never get despairing even when the DRAM price drops to 1/5 of the price of last year. Other companies may have similar troubles.

1998 Dataquest

- The less you bet, the better chance of winning.
- The less you invest, the better chance of winning.

- A putt ball does not listen to directions.
- Investment made last year does not listen to demand change of this year.

- No matter how much you hate the course, if you've managed one great shot, you'll play it again.
- No matter how much you hate the silicon cycle, if you've managed one great profit, you'll play it again.

- You never really learn the fine art of swearing until you take up golf.
- You never really learn the fine art of swearing until you become management of semiconductor business.

- That which is easy in practice is impossible on the course.
- That which is easy in simulation is impossible on the real product.