

3. ビデオゲーム機の歴史と現状

概要：デジタル機器としての存在感は、現在は、比較的小さくなってきたが、デジタル機器の発展と普及という点では、重要な存在であり、現在も、ビデオゲームビジネスは、社会に大きな影響を与えている。ここでは、特に、ハードウェアの観点から紹介する。

ビデオゲーム（日本ではテレビゲームとも言われる）機は、MPUの発展と共に普及・発展してきた。前回講義したパソコンや、後で講義するスマートフォンも、ビデオゲームのプラットフォームであるが、ゲーム機として開発されてきたものが、ビデオゲームの歴史を作ってきた。

そこで、今回は、代表的なビデオゲーム機を、ハードウェア技術の点から勉強する。

<ゲーム機のハードウェアを理解するために必要な知識>

1. MPU/CPUの仕様

ゲーム機の性能を支配するものがCPU (MPU) である。CPUを特徴づける仕様は、ワード長（処理ビット数）、クロック周波数、メモリ空間の広さ、アーキテクチャなどである。

ワード長（ビット数）は、CPUが一般的に同時に処理できるデータの大きさである。8, 16, 32, 64, 128ビットなどのCPUが使われている。クロック周波数は、CPUの処理速度を評価する上で、重要なファクタである。

2. メモリ容量

CPUは、メモリを読み書き（アクセス）するために、メモリ空間の中でのデータの位置を示すアドレスを出力する。アドレス信号は、複数本のデジタル信号から構成され、 n 本のアドレス線は、 2^n 個のアドレスを指定することができ（HとLの組み合わせで決まる）、CPUは、 2^n バイトのデータを効率良く処理することができる（ 2^n バイト以上のデータをアクセスする方法もある）。

8ビットCPUでは、ほとんどの場合 $n=16$ であり、 2^{16} バイト、すなわち64 kbytes（1 kbyte=1024バイト）のメモリが効率良くアクセスできる。

16ビットCPUでは、 $n=16\sim 24$ であり、32ビットCPUでは、多くの場合 $n=32$ 、すなわち、アクセスできるメモリの容量（メモリ空間の広さ）は、4 Gbytes（1 Gbytes= 2^{30} bytes）である。

音声、画像、動画を扱う場合、それらのデータ容量は、非常に大きいため、高速のCPUと、巨大なメモリ空間が必要になり、その結果、CPUのワード長（ビット数）は長くなってくる。

3. グラフィックの仕様

一番注目すべきは、表示画素数と色数である。初期のゲーム機では、テレビ画面へ出力されていたため、テレビの走査線の数（262.5本ないし525本）で表示画素数が決まっていた。最近では、ハイビジョンテレビへの出力も行われている（最大1920×1080画素）。

画像を高速に動かす必要性やメモリ容量の制限などから、当初は表示色数が制限されていたが、近年は、フルカラー表示が常識となっている。

以下、現在でも有力な製品を供給している、任天堂、ソニー、マイクロソフトの3社について、据置型ゲーム機と携帯型ゲーム機について、それぞれ技術を紹介する。

<任天堂の据置型ゲーム機>

1. ファミリーコンピュータ（ファミコン）（第3世代）

- ①発売日：1983年7月15日 ②価格 14,800円
- ③総販売台数 6,291万台（国内 1,935万台，海外 4,356万台）
- ④CPU 6502 互換 8ビットカスタム LSI，リコー製，クロック周波数 1.79 MHz
- ⑤メモリ容量 2 kbytes ⑥表示画素数 256×240（224ライン表示）
- ⑦メディア：ROM カートリッジ

特徴：任天堂の現在のビジネスモデルを築き上げたマシン。CPUは、AppleIIと同じもので、シャープ出身の技術者が担当し、リコーに製造してもらった（任天堂は電機メーカーではないので、外部のメーカーに開発・製造を依頼しているが、これは、弱みでもあり強みでもある）。

2. スーパーファミコン（スーファミ）（第4世代）

- ①発売日：1990年11月21日 ②価格 25,000円
- ③総販売台数 4,910万台（国内 1,717万台，海外 2,335万台）
- ④CPU 65C816，16ビットMPU（6502互換），リコー製，クロック周波数 3.58 MHz
- ⑤メモリ容量 128 kbytes ⑥表示画素数 512×448（ファミコンの4倍）
- ⑦メディア：ROM カートリッジ

特徴：音源用 LSI はソニー製の DSP（Digital Signal Processor：信号処理専用プロセッサ）。部品の70%はソニー製。スーパーファミコンの CD-ROM 内蔵版は、ソニーで開発され、PlayStation と名付けられたが、発表されることはなく、後日、全く別の形でソニーから同じ名前で発売された。

3. Nintendo64（第5世代）

- ①発売日：1996年6月23日 ②価格 25,000円
- ③総販売台数 3,293万台（国内 554万台，海外 2,793万台）
- ④CPU MIPS R4300 64ビット，NEC 製，クロック周波数 93.75 MHz
- ⑤メモリ容量 4.5 Mbytes ⑥表示画素数 640×480
- ⑦メディア：ROM カートリッジ 8-64MB

特徴：ソニーとの確執などにより、32ビット機では、PlayStation に先行されたこともあって、32ビット機をスキップして、64ビット機が発売された。CPUは、当時、グラフィックスワークステーションで有名であった、Silicon Graphics 社と共同で開発した R4300（製造は NEC）で、これは、スーパーマリオチップと呼ばれた。なお、CD-ROM の採用は見送られた。

4. ゲームキューブ（第6世代）

- ①発売日：2001年9月14日 ②価格 25,000円
- ③総販売台数 2,174万台（国内 404万台，海外 1,294万台）
- ④CPU PowerPC 64ビット，IBM 製，クロック周波数 485 MHz
- ⑤メモリ容量 40 Mbytes ⑥表示画素数 720×480
- ⑦メディア：8cm 光ディスク容量 1.5GB

特徴：CPUとして、IBM の PowerPC が用いられた。これは、その後の Wii などでも採用された。

5. Wii（第7世代）

- ①発売日：2006年12月2日 ②価格 25,000円

③総販売台数 9,656 万台（国内 1,258 万台，海外 8,398 万台）

④CPU PowerPC G3 750CL ベース 64 ビット，IBM 製，クロック周波数 729 MHz

⑤メモリ容量 88 Mbytes ⑥表示画素数 720×480

⑦メディア：12cm 光ディスク 4.7GB（任天堂独自規格，DVD には非対応）

特徴：ゲームの複雑化，高度化によるゲーム離れの問題を解決するため，ユーザーインターフェースを改良し，Wii リモコンを開発した．

＜任天堂の携帯型ゲーム機＞

1. ゲームボーイ

①発売日：1989 年 4 月 21 日 ②価格 12,500 円

③総販売台数 1 億 1,869 万台（国内 3,247 万台，海外 8,622 万台）

④CPU Z80，クロック周波数 4 MHz

⑤メモリ容量 8 kbytes ⑥表示画素数 160×144

⑦メディア：ROM カートリッジ

特徴：同一のアーキテクチャで，その後，互換性を保ちながら，ゲームボーイポケット，ゲームボーイライト，ゲームボーイカラーなどが販売された．

2. ゲームボーイアドバンス

①発売日：2001 年 3 月 21 日 ②価格 9,800 円

③総販売台数 8,151 万台（国内 1,696 万台，海外 6,455 万台）

④CPU ARM7TDMI，32 ビット，クロック周波数 16.78 MHz，Z80，クロック周波数 4 MHz

⑤メモリ容量 32 kbytes ⑥表示画素数 240×160

⑦メディア：ROM カートリッジ

特徴：2 種類の CPU を搭載し，ゲームボーイのソフトにも対応していた．

3. ニンテンドーDS

①発売日：2004 年 12 月 2 日 ②価格 12,500 円

③総販売台数 1 億 5,106 万台（国内 3,296 万台，海外 1 億 1,810 万台）

④CPU ARM946E-S，クロック周波数 67 MHz

⑤メモリ容量 4 Mbytes ⑥表示画素数 256×192

⑦メディア：DS カード（フラッシュメモリ）

特徴：Dual screen とタッチスクリーンを特徴とし，ゲームだけでなく，教育用途などにも使われ，中高年にも普及した．

4. ニンテンドー3DS

①発売日：2011 年 2 月 26 日 ②価格 25,000 円

③総販売台数 2,219 万台（国内 751 万台，海外 1,468 万台）

④CPU ARM11×2，クロック周波数 266 MHz

⑤メモリ容量 64 Mbytes ⑥表示画素数 800×240

⑦メディア：3DS カード（フラッシュメモリ：最大 8GB）

特徴：裸眼による 3D 表示を可能とした初めてのゲーム機．

<ソニーの据置型ゲーム機>

1. PlayStation (第5世代)

- ①発売日：1994年12月3日 ②価格 39,800円
- ③総販売台数 1億249万台(国内2,159万台, 海外8,090万台)
- ④CPU MIPS R3000 32ビット, クロック周波数 33.8688 MHz
- ⑤メモリ容量 2 Mbytes ⑥表示画素数 640×480
- ⑦メディア：倍速 CD-ROM ドライブ

特徴：任天堂向けに開発していた CD-ROM 内蔵スーパーファミコンの発売が，1991 年，急遽取り止めになり，それがきっかけで，その3年後にソニー独自のゲーム機として発売された．ソニーとしては，初の本格的ゲーム機であったが，この成功が，その後のゲーム機の方角を決定した．

2. PlayStation2 (第6世代)

- ①発売日：2000年3月4日 ②価格 39,800円
- ③総販売台数 1億5000万台(国内2,195万台, 海外1億2,805万台)
- ④CPU 128ビット emotion engine, MIPS ベース, クロック周波数 294.912 MHz
- ⑤メモリ容量 32 Mbytes ⑥表示画素数 720×480
- ⑦メディア：DVD ドライブ

特徴：CPU パワーは，PS1 の100倍程度になったが，DVD の再生機として使われることも多かった．

3. PlayStation3 (第7世代)

- ①発売日：2006年11月11日 ②価格 62,970円(20GB HD)
- ③総販売台数 7,000万台(国内831万台, 海外6,169万台)
- ④CPU Cell, 8コア, PowerPC ベース, クロック周波数 3.2 GHz
- ⑤メモリ容量 256 Mbytes ⑥表示画素数 1920×1080
- ⑦メディア：Blu-ray, DVD

特徴：スーパーコンピュータ並の性能を持つ Cell の開発に4000億円以上を投じ，また，当時先進の Blu-ray ディスクも搭載するという贅沢な作りだったが，ゲーム機としては，必ずしも成功したとは言えなかった．

<ソニーの携帯型ゲーム機>

1. PlayStation Portable

- ①発売日：2004年12月12日 ②価格 20,790円
- ③総販売台数 6,900万台(国内1,891万台, 海外5,009万台)
- ④CPU MIPS R4000 コア 64ビット, クロック周波数 222 MHz (可変)
- ⑤メモリ容量 32 Mbytes ⑥表示画素数 480×272
- ⑦メディア：メモリーステック

特徴：ニンテンドーDS とほぼ同時期に発売され，ハードウェア性能では，それを上回っていたが，ビジネス的にはニンテンドーDSの方が成功した．

2. PlayStation Vita

- ①発売日：2011 年 12 月 17 日 ②価格 24,980 円 (Wi-Fi)
- ③総販売台数 220 万台 (国内 100 万台以上, 海外 100 万台以上)
- ④CPU ARM Cortex-A9 クアッドコア, クロック周波数 1~2 GHz
- ⑤メモリ容量 512 Mbytes ⑥表示画素数 960×544 (有機 EL ディスプレイ)
- ⑦メディア：フラッシュメモリ

特徴：有機 EL ディスプレイやクアッドコア CPU など先進的なハードウェアを詰め込んだ、ソニーらしい携帯ゲーム機。

<マイクロソフトの据置型ゲーム機>

1. Xbox

- ①発売日：2002 年 2 月 22 日 ②価格 34,800 円
- ③総販売台数 2,400 万台 (国内 50 万台, 海外 2,350 万台)
- ④CPU Pentium III, クロック周波数 733 MHz
- ⑤メモリ容量 64 Mbytes ⑥表示画素数 1920×1080 (最大)
- ⑦メディア：DVD ドライブ

特徴：PS2 に対抗すべく開発されたゲーム機。ソフトウェア開発には、DirectX という Windows 用の開発ツールが利用できた。国内では受け入れられなかった。

2. Xbox360

- ①発売日：2005 年 12 月 10 日 ②価格 29,800 円
- ③総販売台数 5500 万台 (国内 140 万台, 海外 5,360 万台)
- ④CPU, PowerPC custom, 3 コア, クロック周波数 3.2 GHz
- ⑤メモリ容量 512 Mbytes ⑥表示画素数 1920×1080 (最大)
- ⑦メディア：DVD ドライブ

特徴：CPU を新たに開発して作られた。

