

## CPUの性能指標から見た据置型ゲーム機の 製品イノベーションのタイプ分類

### (1) 「CPUの処理ビット数（CPUが一度に処理できる情報量）」性能指標から見た製品イノベーションのタイプ分類

#### a. 「CPUの処理ビット数」という性能に関して Radical innovation(抜本的イノベーション)をおこなった製品イノベーション

製品イノベーション	性能向上のあり方	CPUの互換性維持	相対的競争優位の有無
セガ :SG-1000 → メガドライブ (1988)	<b>8bit CPU → 16bitCPU</b> CPUで一度に処理できる情報量が2倍 CPUで一度に取り扱えるメモリ空間が $2^8$ 倍=256倍	×	
任天堂:ファミコン → スーパーファミ (1990)			
NEC:PCエンジン → PC-FX (1994)	<b>8bit CPU → 32bitCPU</b> CPUで一度に処理できる情報量が4倍 CPUで一度に取り扱えるメモリ空間が $2^{24}$ 倍=1700万倍		
セガ :メガドライブ → セガサターン (1994)	<b>16bit CPU → 32bitCPU</b> CPUで一度に処理できる情報量が2倍 CPUで一度に取り扱えるメモリ空間が $2^{16}$ 倍=66万倍		
任天堂:スーパーファミ → N64 (1996)	<b>16bit CPU → 64bitCPU</b> CPUで一度に処理できる情報量が4倍 CPUで一度に取り扱えるメモリ空間が $2^{42}$ 倍=4兆倍		
SONY: PS → PS2 (2000)	<b>32bit CPU → 64bitCPU</b> CPUで一度に処理できる情報量が2倍 CPUで一度に取り扱えるメモリ空間が $2^{32}$ 倍=43億倍		
Microsoft:XBOX → XBOX360 (2005)			

#### b. 「CPUの処理ビット数」という性能に関して基本的には進歩がなかった製品イノベーション

製品イノベーション	性能向上のあり方	CPUの互換性維持	相対的競争優位の有無
任天堂: N64 → GAMECUBE (2001)	CPUで一度に処理できる情報量も、 CPUで一度に取り扱えるメモリ空間の大きさも、 製品イノベーションの前後で同一で変化していない	×	
任天堂: GAMECUBE → Wii (2006)		◎	
SONY: PS2 → PS3 (2006)		×	

## (2) 「CPUが1秒間に実行できる命令数」という性能指標から見た製品イノベーションのタイプ分類

### a. 「CPUが1秒間に実行できる命令数」という性能指標に関して大幅な性能向上を実現したイノベーション

製品イノベーション	性能向上のあり方	互換性維持	性能向上度	相対的競争優位の有無
任天堂:スーファミ → N64 (1996)	16bit CPU → 64bitCPU Western Design Center 65C816 → MIPS R4300 → 125DMIPS	×	100倍以上	
任天堂: N64 → GAMECUBE (2001)	64bit CPU → 64bitCPU MIPS R4300 → IBM PowerPC G3 125MIPS → 1,125MIPS		9倍	
SONY: PS → PS2 (2000)	32bit CPU → 64bitCPU MIPS R3000A → MIPS R5900 34MHz → 295MHz 30MIPS → 435MIPS		14.5倍	
SONY: PS2 → PS3 (2006)	64bit CPU → 64bitCPU MIPS R5900 → IBM PowerPC G5 295MHz → 3,200MHz 435MIPS → 10,240MIPS		23.5倍	
セガ:メガドライブ→セガサターン (1994)	16bit CPU → 32bitCPU Motorola 68000 → 日立 SH-2 7.67MHz → 28.6MHz 1MIPS → 25MIPS		25倍	
セガ:セガサターン→ドリームキャスト (1998)	32bit CPU → 32bitCPU 日立 SH-2 → 日立 SH-4 28.6MHz → 200MHz 25MIPS → 360MIPS		14.4倍	

[注] 日立 SH-4 は、SH-2 と同じく 32bitCPU であるが、SH-2 に対して大幅な性能向上を実現している。そのことは、上記の「CPUが1秒間に実行できる命令数」という性能だけでなく、MMU(memory management unit, メモリ管理ユニット)やベクトル型浮動小数点演算ユニットが付け加えられていることにも示されている。なお互換性維持が困難な理由としては、データをメモリ上に配置する方式がSH-2ではリトルエンディアンであったのが、SH-4ではビッグエンディアンになっていることなどがある。

### b. 「CPUが1秒間に実行できる命令数」という性能指標に関して性能向上の度合いが相対的に低かったイノベーション

製品イノベーション	性能向上のあり方	互換性維持	性能向上度	相対的競争優位の有無
任天堂: GAMECUBE → Wii (2006)	64bit CPU → 64bitCPU IBM PowerPC G3 → IBM PowerPC G3 485MHz → 729MHz 1,125DMIPS → 2,250DMIPS	○	2倍	
Microsoft: XBOX → XBOX360 (2005)	32bit CPU → 64bitCPU Intel Pentium III → IBM PowerPC G5 733MHz → 3,200MHz 1,985MIPS → 6,400MIPS	×	3.2倍	

(参考事例)

CPUのビット数が異なるので単純比較はできないが、動作周波数的には incremental なイノベーションであるもの

任天堂:ファミコン → スーファミ (1990)	8bit CPU → 16bitCPU Mos Technology → Western Design Center 6502 → 65C816 1.79MHz → 3.58MHz	×		
-----------------------------	---	---	--	--