

STRJ WS 2011

WG6 (PIDS/RFAMS/MEMS)活動報告 - 2011年版の内容と2012年版の方針 -

2012年3月2日金曜日、13:40-14:15

WG6主査：若林整(ソニー)

Agenda

- WG6活動の紹介
- 2011年版の内容
- 2012年版の方針

用語集

- PIDS: Process Integration, Devices, and Structures
- RF&AMS: Radio Frequency & Analog/Mixed-Signal
- MEMS: Micro-Electro-Mechanical Systems
- HP: High Performance
- LOP: Low-Operating Power
- LSTP: Low-Standby Power
- FD: Fully-Depleted (Silicon on Insulator)
- MG: Multi Gates, FinFET, Tri-gates等の総称
- Ge: Germanium, ゲルマニウム
- III-V: III属-IV属化合物半導体
- Vdd: 電源電圧
- Ion: ON時駆動電流
- Wfp: Wfootprint, 投影トランジスタ幅
- Tr.: Transistor
- LEAP: Low-power Electronics Association & Project
- RTN: Random Telegraph Noise
- DRAM: Dynamic Random Access Memory
- SRAM: Static Random Access Memory

2011年度、WG6メンバー



Logic
Memory
Reliability
RF&AMS
MEMS

主査：若林 整(ソニー) 副主査：井上 裕文(東芝) 幹事：久本 大(日立)

委員	PIDS (Logic)	*若林 整(ソニー)	松尾 一郎(パナソニック)	
		尾田 秀一(ルネエレ)	倉田 創(富士通セミ)	
	PIDS (Memory)	*井上 裕文(東芝)	五寶 靖(パナソニック)	岩本 邦彦(ローム)
	PIDS (Reliability)	*最上 徹(NEC)		
	RF&AMS	*久本 大(日立)	竹下 光明(ソニー)	大黒 達也(東芝)
		林 喜宏(ルネエレ)	二木 俊郎(富士通セミ)	
	MEMS	*古賀 章浩(東芝)	仲谷 吾郎(ローム)	中柴 康隆(ルネエレ)
		中澤 文彦(富士通研)	福元 康司(ソニー)	
特別委員	PIDS (Logic)	高木 信一(東京大)	吉見 信 (SOITEC Asia)	平本 俊郎(東京大)
		赤坂 泰志(TEL)	井田 次郎(金沢工業大)	
	PIDS (Memory)	杉井 寿博(LEAP)	笠井 直記(東北大)	
	PIDS (Reliability)	丹羽 正昭(筑波大)		
	RF & A/M	田中 徹(東北大)		
	MEMS	田中 徹(東北大)	三原孝士(マイクロマシンセンター)	年吉洋(東京大)

延べ30名、*: Leader

2011年度、WG6活動



Logic
Memory
Reliability
RF&AMS
MEMS

■ 国内会議：9回

■ 国際会議

- Potsdam (4月): 若林
- San Francisco (7月): 竹下 (所属費用：最上、平本)
- Incheon (12月): 若林、大黒 (所属費用：井上)

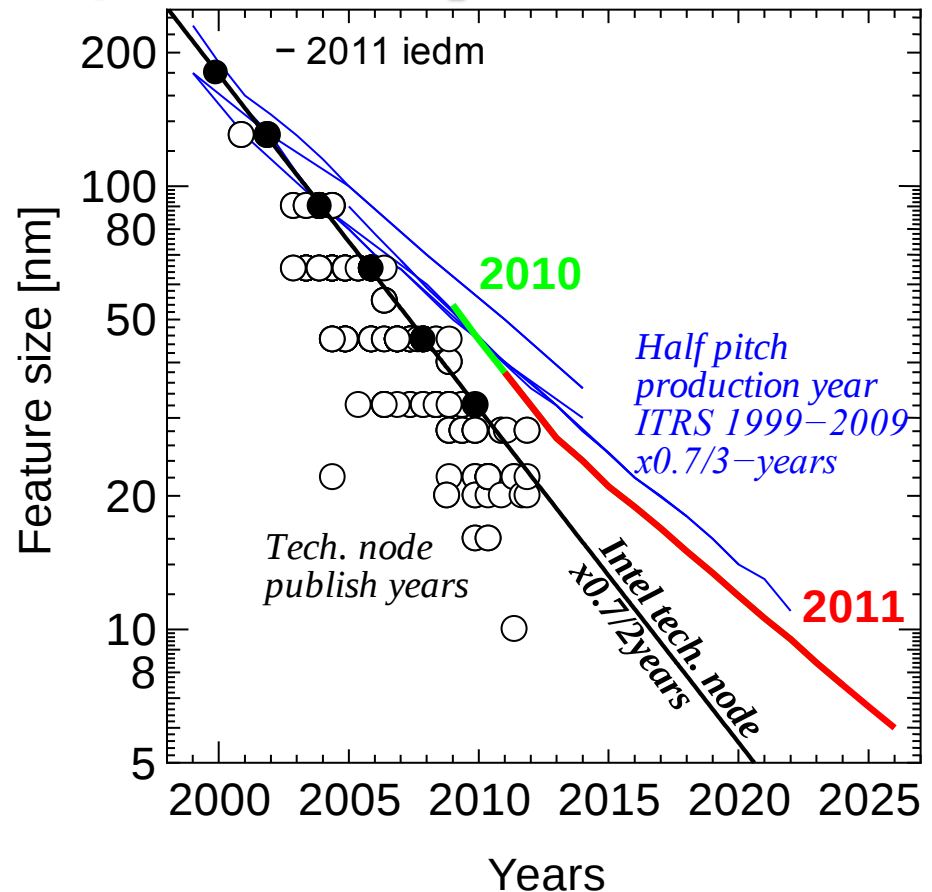
■ ヒアリング(下表)

講演者(敬称略)	御所属	題目	日にち	分野名
木村 紳一郎	LEAP	LEAP全般	2011/7/4火	Logic
佐藤 基之	東芝	Reliability	2011/10/20木	Reliability
竹内 潔	ルネサスエレ	Noise/RTN	2011/10/20木	RF&AMS
石田 誠	豊橋技科大	MEMS全般	2011/11/24木	MEMS
小田部 晃	日立	DRAM	2011/11/24木	Memory
江利口 浩二	京大	Reliability	2011/12/22木	Reliability
右田 真司	産総研	Steep-Slope Device	2012/2/9木	Logic

ITRS 2011-2010, Half-pitch

- 1/2 pitch: 2010年踏襲
 - ≤ 2013: x 0.7/2-yrs
 - > 2013: x 0.7/3-yrs

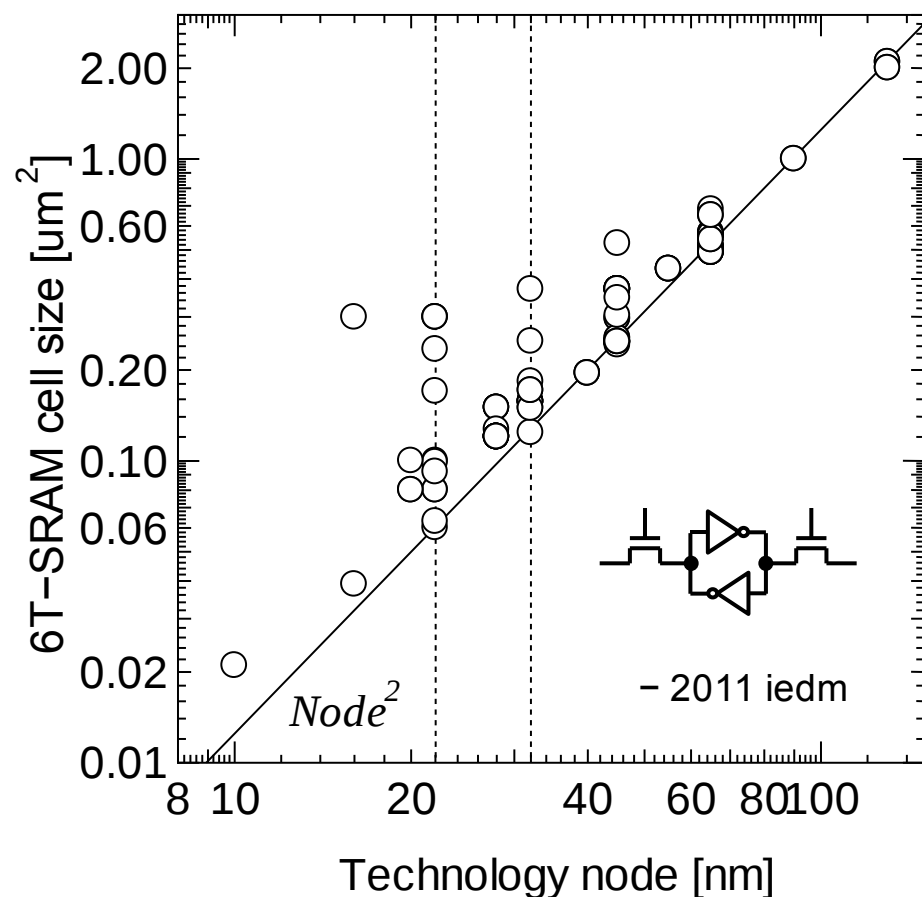
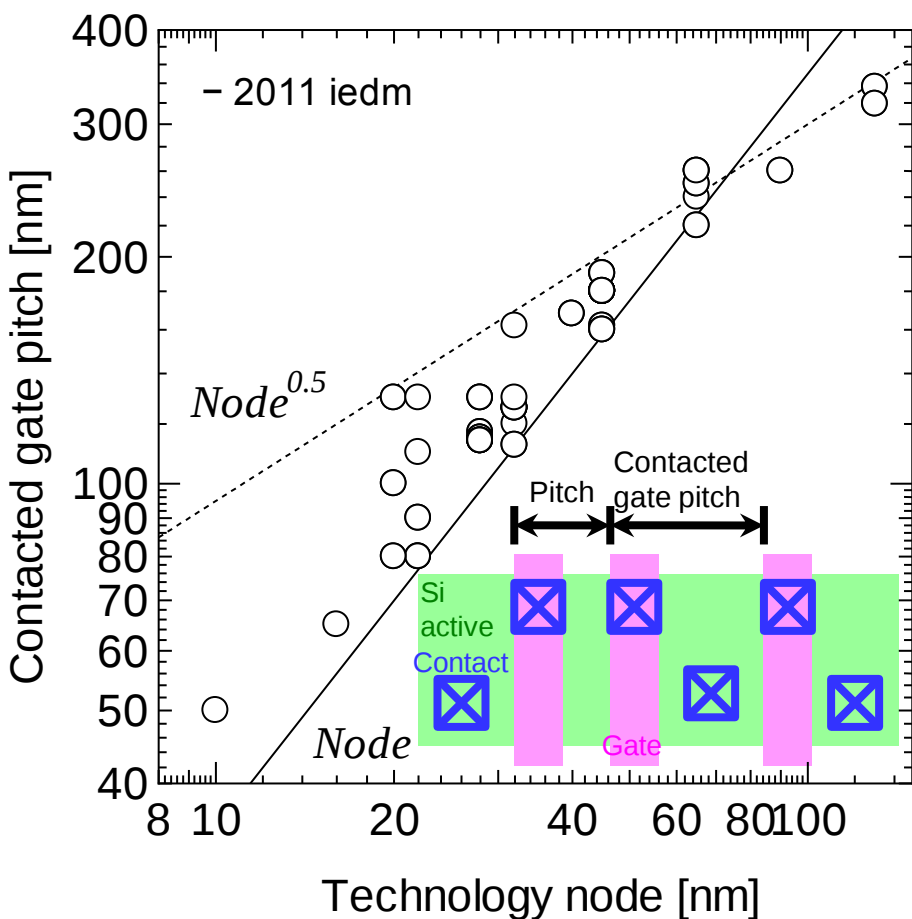
- HP, LOP, LSTP, III-V/Ge, 各デバイスの設定ガイドラインを策定



	HP	LOP	LSTP	III-V/Ge
Speed (I/CV)	Ref = 1	0.5	0.25	1.5
Dynamic Power (CV^2)	Ref = 1	0.6	1	0.6
Static Power (I_{off})	Ref = 1	5×10^{-2}	1×10^{-4}	1

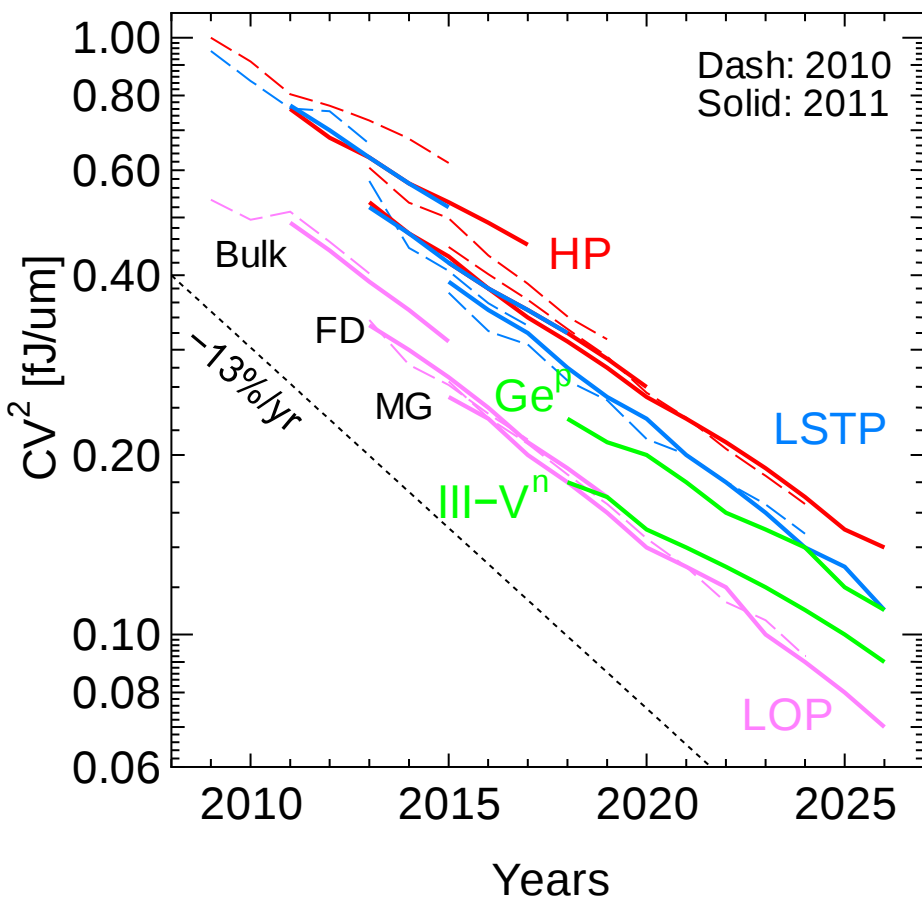
Scalingの学会Benchmark

■ Pitch scaling → SRAM-cell-size scaling

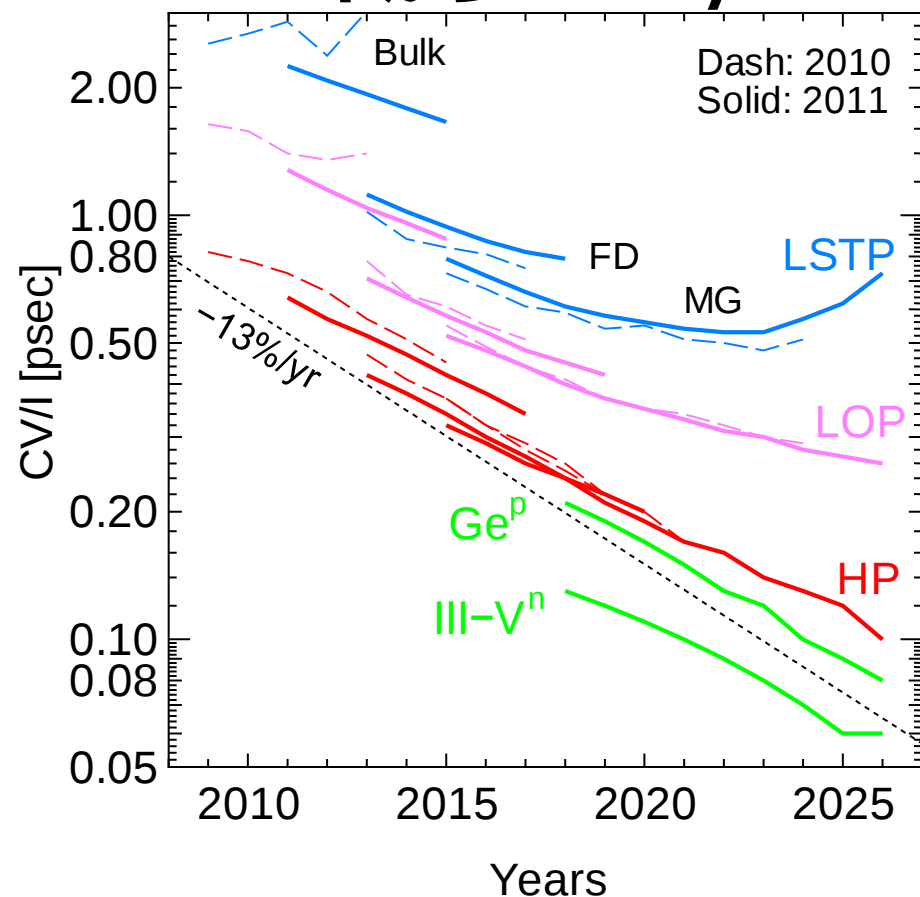


ITRS 2011-2010, CV^2 , CV/I

- 新たに動作時エネルギー
 CV^2 を導入。-13%/yr
(2010は計算値)



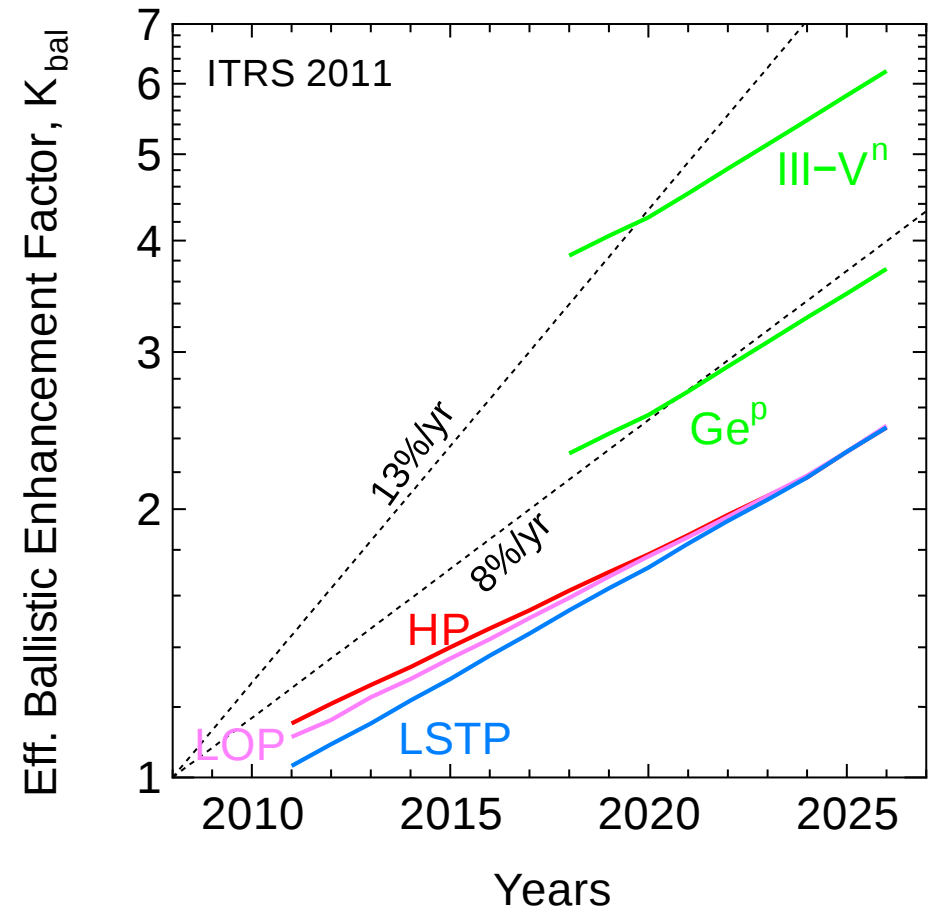
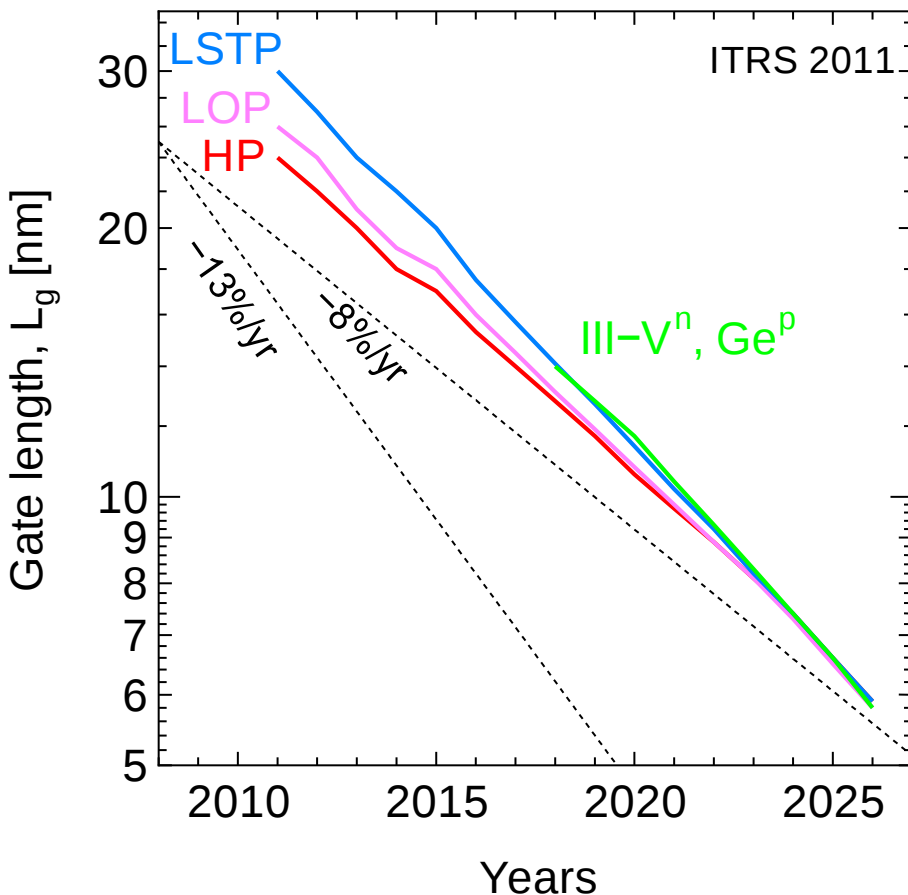
- Bulk 2年、FD 1年延命
- CV/I : -13%/yrを維持
- 2018年からIII-V/Ge



ITRS 2011, Lg, Kbal

- Physical gate length, L_g
- $CV/I = (C_{ox}L_g + C_{para})V_{dd} / (I_{dsat}/W)$

- Effective Ballistic Enhancement Factor, K_{bal}
- $I_{dsat}/W = C_{ox} v_{sat} (V_{dd} - V_t)$



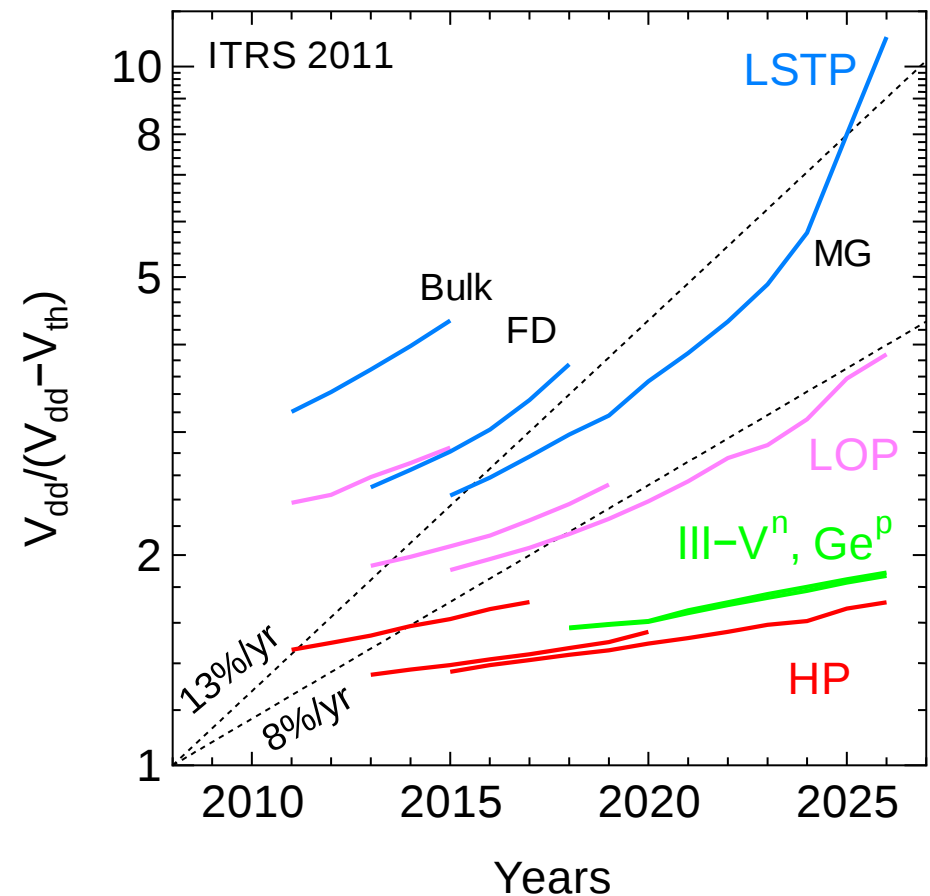
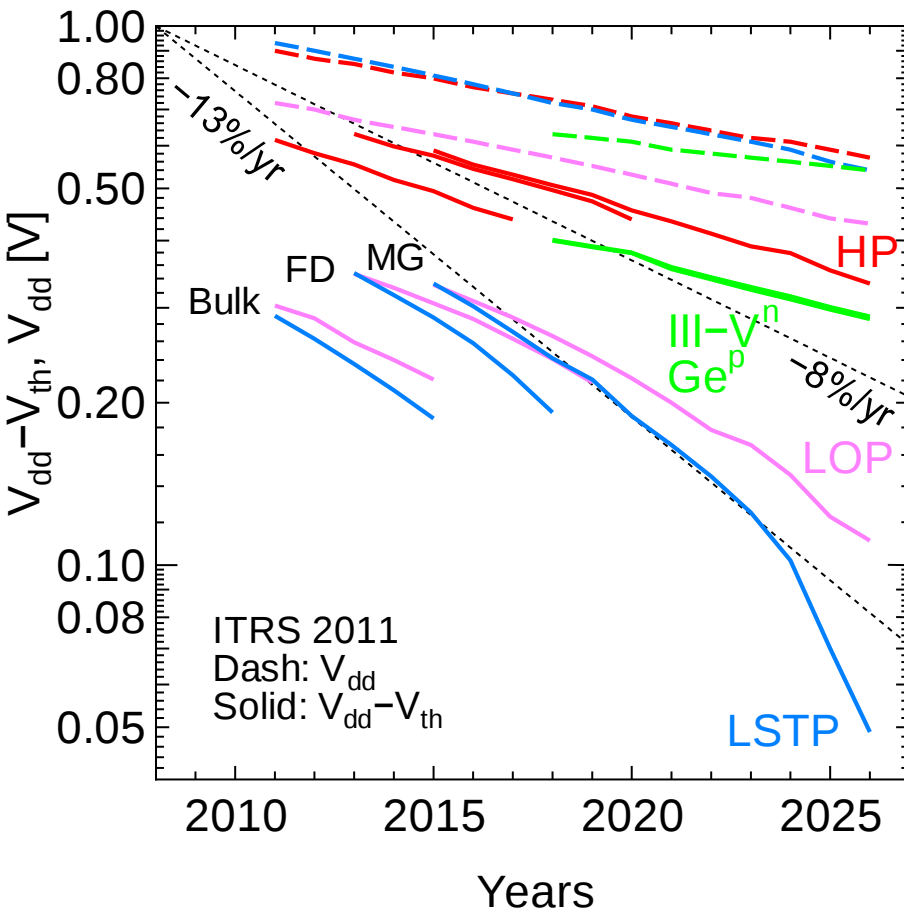
ITRS 2011, V_{dd}, V_{dd}-V_{th}

■ 電圧依存性

■ $I_{dsat}/W = C_{ox} v_{sat} (V_{dd} - V_t)$

■ $CV/I = (C_{ox}L_g + C_{para})V_{dd} / (I_{dsat}/W)$

■ Sub-threshold slope 低減が必須

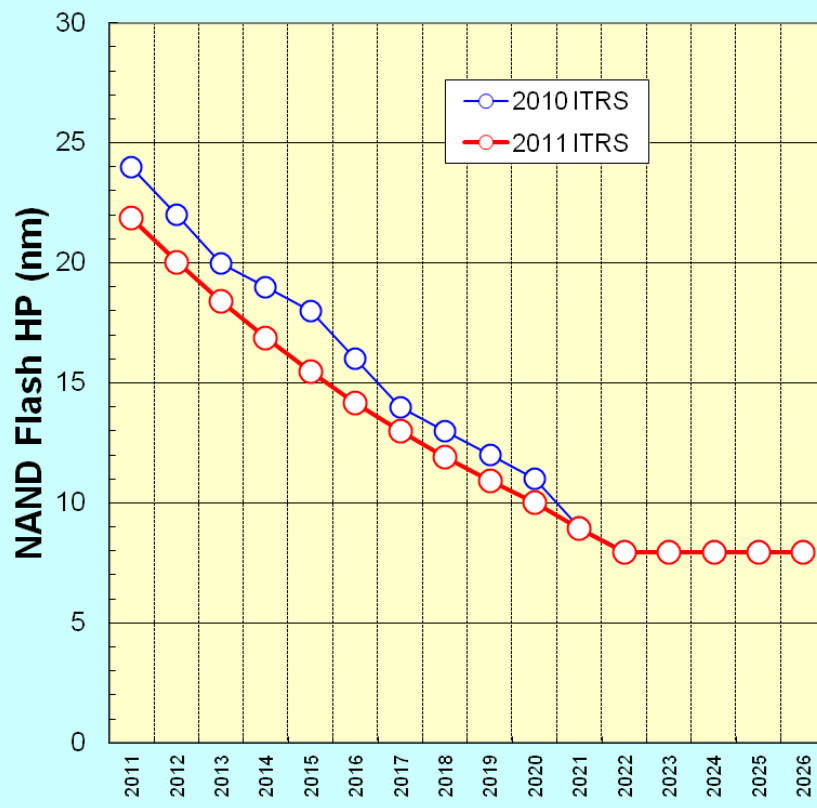
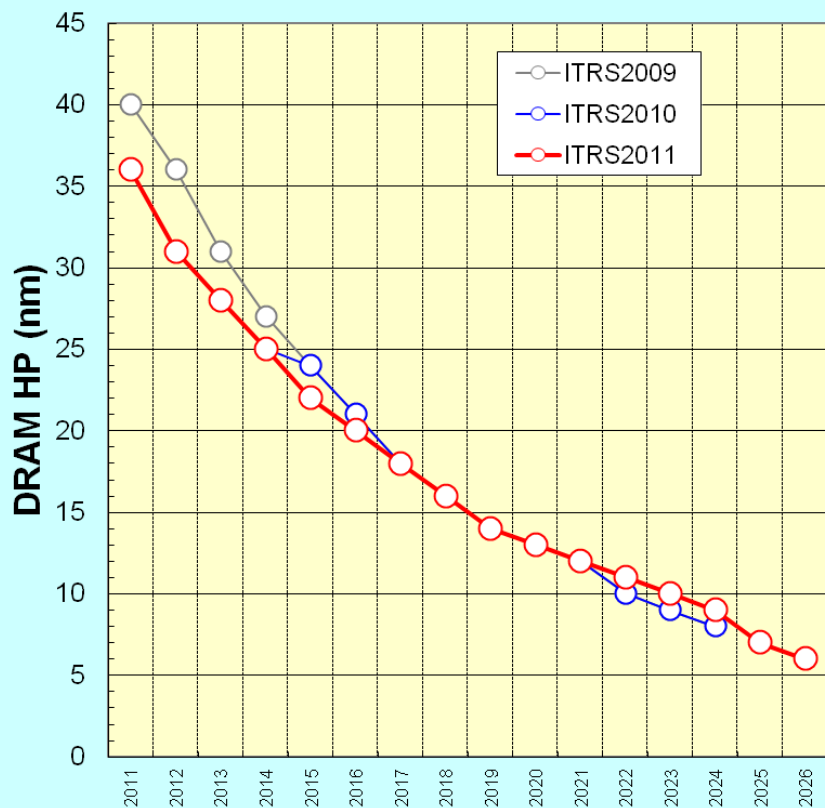


ITRS 2011-2010, Half-pitch

■ STRJによる国内外大手各社へのサーベイと、プレスリリースよりPIDSロードマップに反映

DRAM: ほぼ現状維持

NAND: 一年前倒し



ITRS 2011, 主要項目

■ DRAM

- RCATタイプのセルトランジスタは今後も継続使用され、**Fin (Saddle-Fin)の導入は2011年を予定**
- **4F²セルの導入時期は2013年を予定**
 - ◆ Vertical Channel Tr.は2013年導入で変更無し

■ NAND Flash

- **Scaling及びProduct density [bits]は1年前倒し**
- 3D-NAND化は2015年から2016年に後ろ倒し
- 4bit/cellは2021年以降に後退し、当面は3bit/Cellを維持

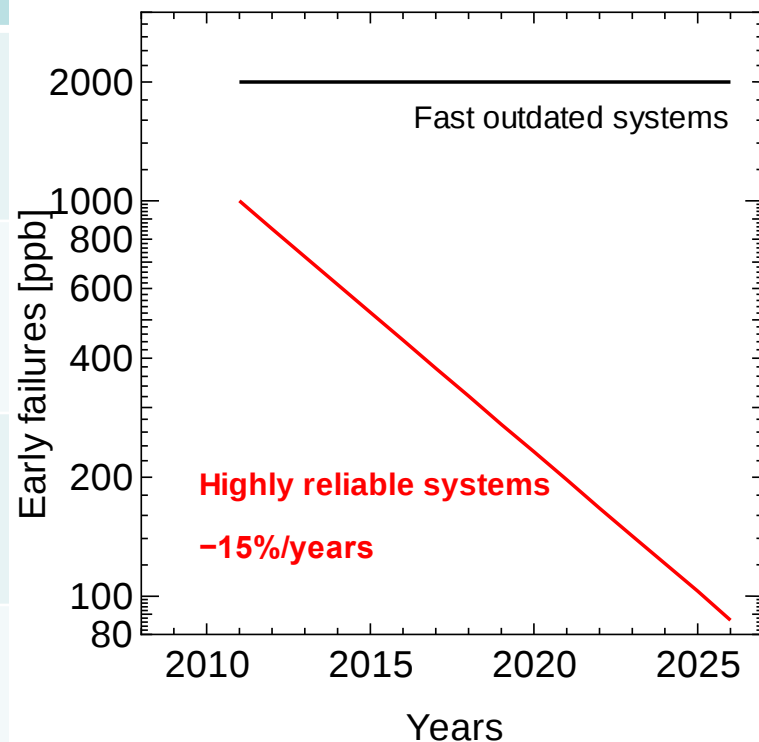
■ その他

- NOR, MRAM, STT-MRAM, PCRAMは大きな変更は無し
- ReRAMのERD→PIDSへの移行は見送り、Stand-aloneのメモリとしての展望が見えた時点で導入すべく協議を継続

ITRS 2011-2010, Reliability

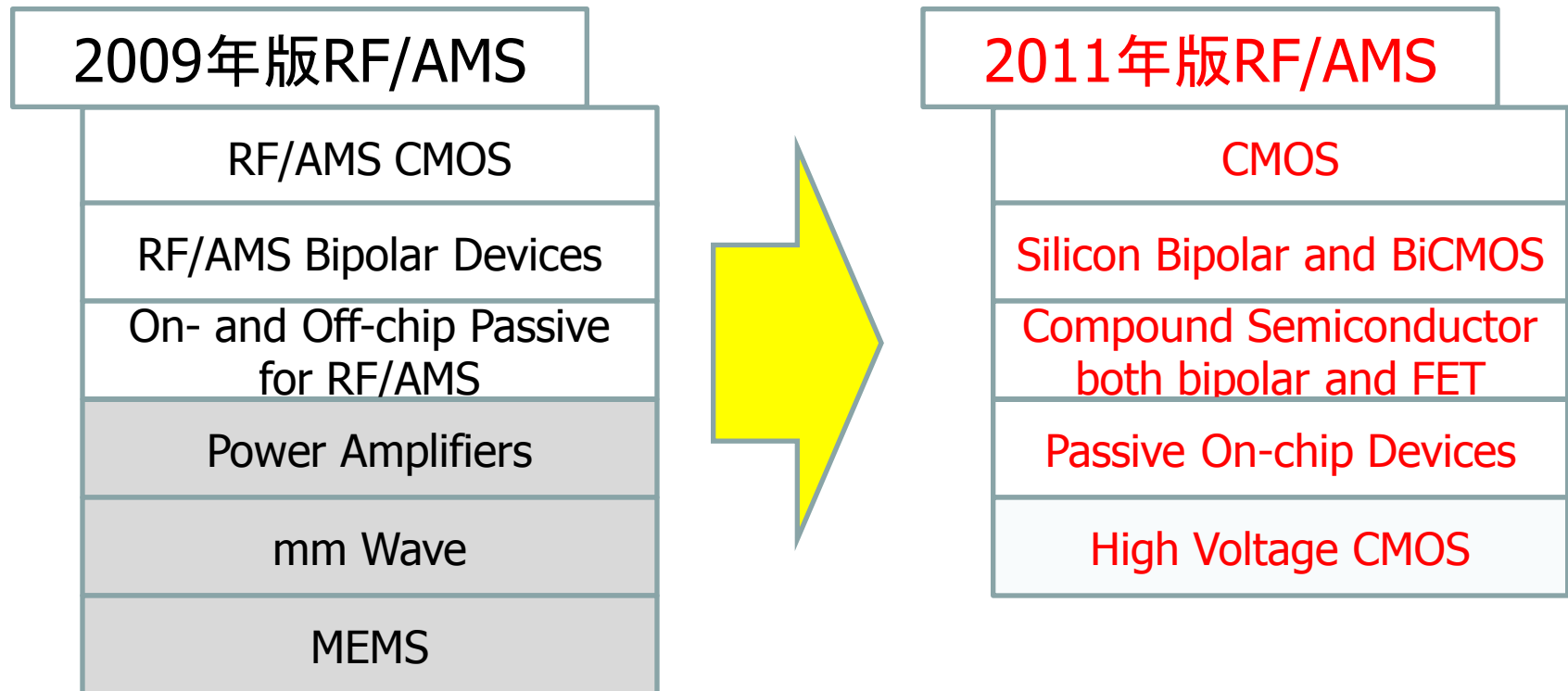
- 基本コンセプト継承かつ、各項目の定義を明確化
- 高信頼システム(医療応用など)用途は15%/yrsと厳格に新規設定

2010	2011
Early failures	Early failures per chip for highly reliable systems
	Early failures per chip for fast outdated systems
Long term reliability (1 fails per 1e9 hrs)	Long term reliability (ppm fails/1000 hrs in use of a system)
SRAM soft error rate [FITs/MBits]	SRAM soft error rate [FITs/(1 Mbit) chip]



ITRS 2011-2010, RF&AMS

- System Driverを念頭に各デバイスのFOM明確化に配慮
- デバイス毎にサブワーキンググループを再編(6→5 SWGs)
- MEMSは独立チャプターへ。High Voltage CMOSを新設



ITRS 2011, f_T , f_{max} 特性

■ FOMを明示し、PIDS/FEPテーブルから算出(例) CMOS

● 2010年版

◆PIDSのLSTPバルクのみを念頭にRequirement Table作成

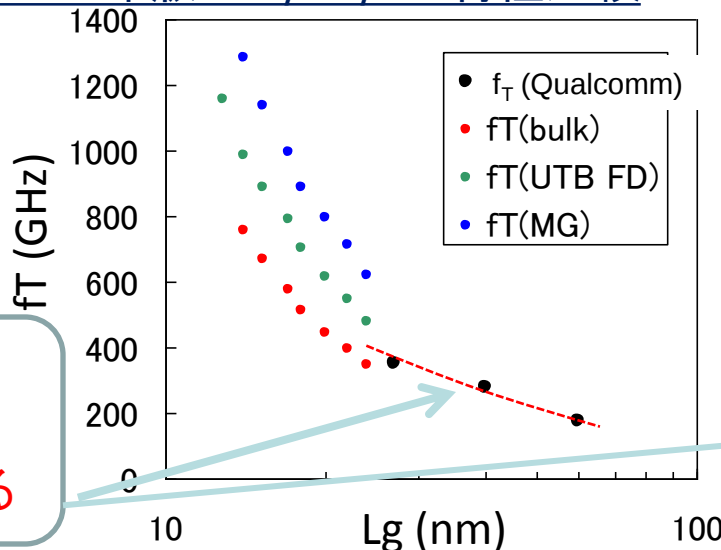
● 2011年版

◆LSTP, HP (ミリ波応用)のbulk/FD/MGをFOM式に従いテーブル化

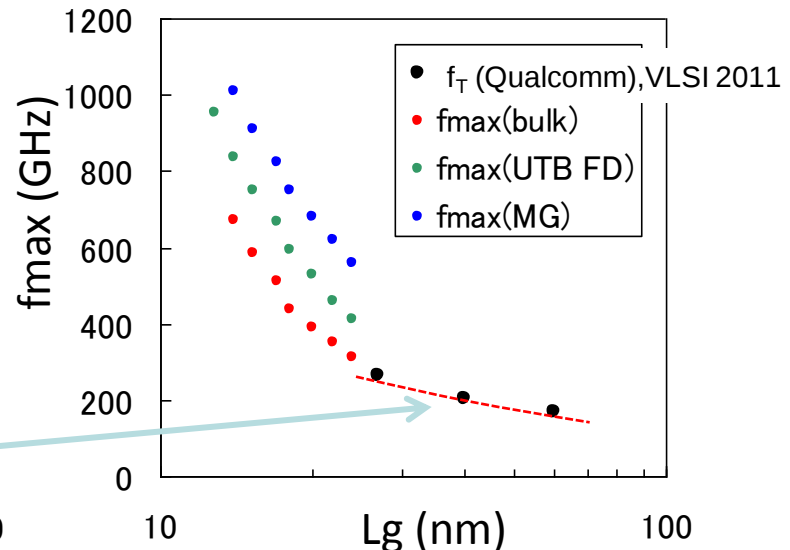
$$\text{RFAMS-EQ(2.1.6)} \quad \frac{1}{2\pi f_T} = \frac{C_{gs} + C_{gd}}{g_m} + C_{gd}(R_s + R_d) + (C_{gs} + C_{gd})(R_s + R_d) \frac{g_{out}}{g_m}$$

$$\text{RFAMS-EQ(2.1.2)} \quad f_{MAX} = \frac{f_T}{2\sqrt{(R_i + R_s + R_g)g_0 + 2\pi f_T R_g C_{gd}}}$$

実デバイスと2011年版bulk/FD/MG特性比較

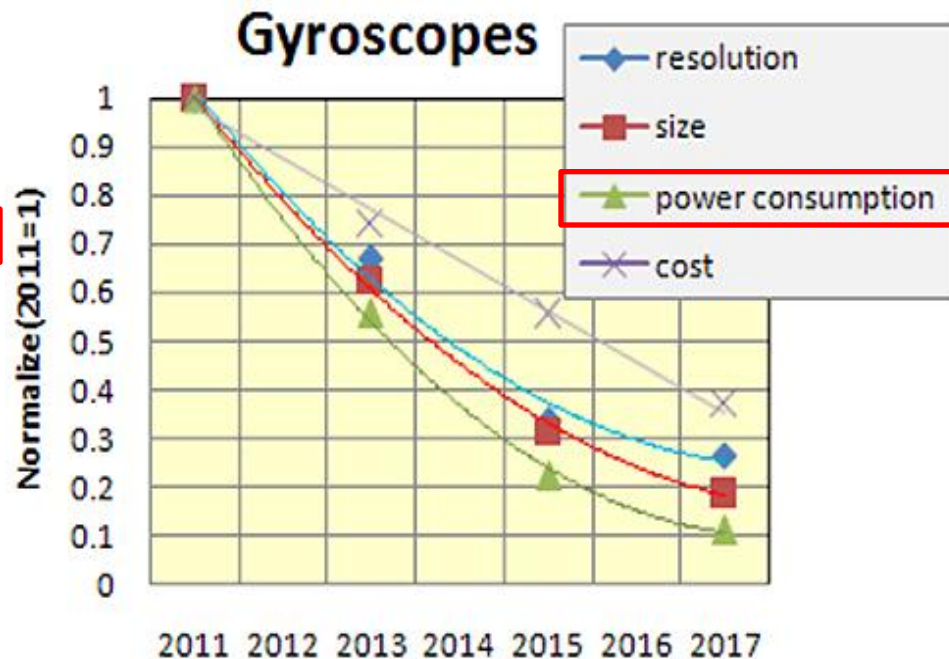
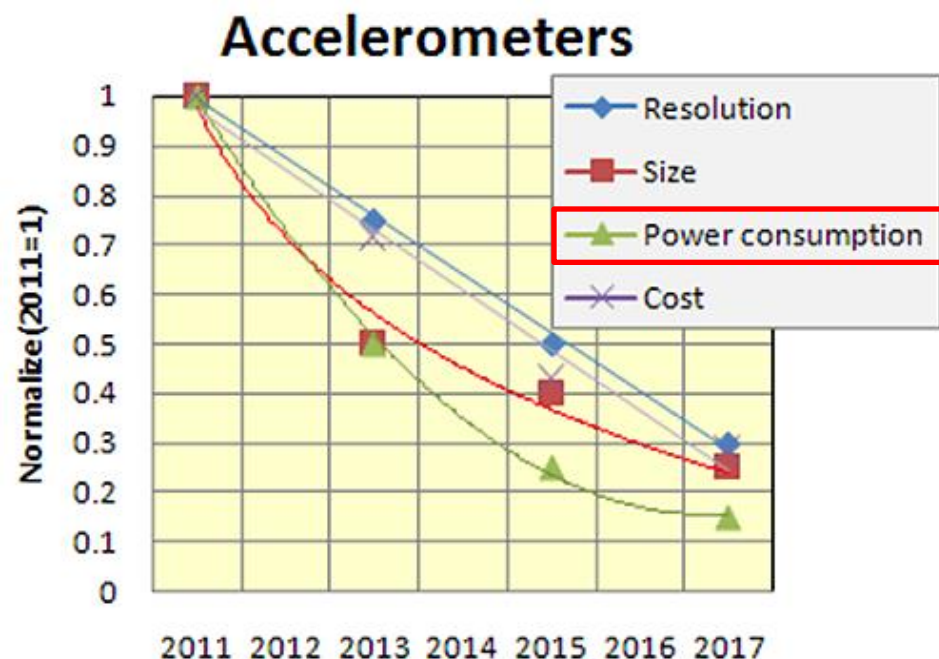


実デバイスは
Bulk線に
乗ってきている



ITRS 2011, 加速度計、Gyro.応用

- 加速度、ジャイロとも2011年スペック比較で、消費電力が他性能項目に先んじて進行



- 軸数はアプリケーション依存が強く、ロードマップに掲載困難

ITRS2011, マイク応用

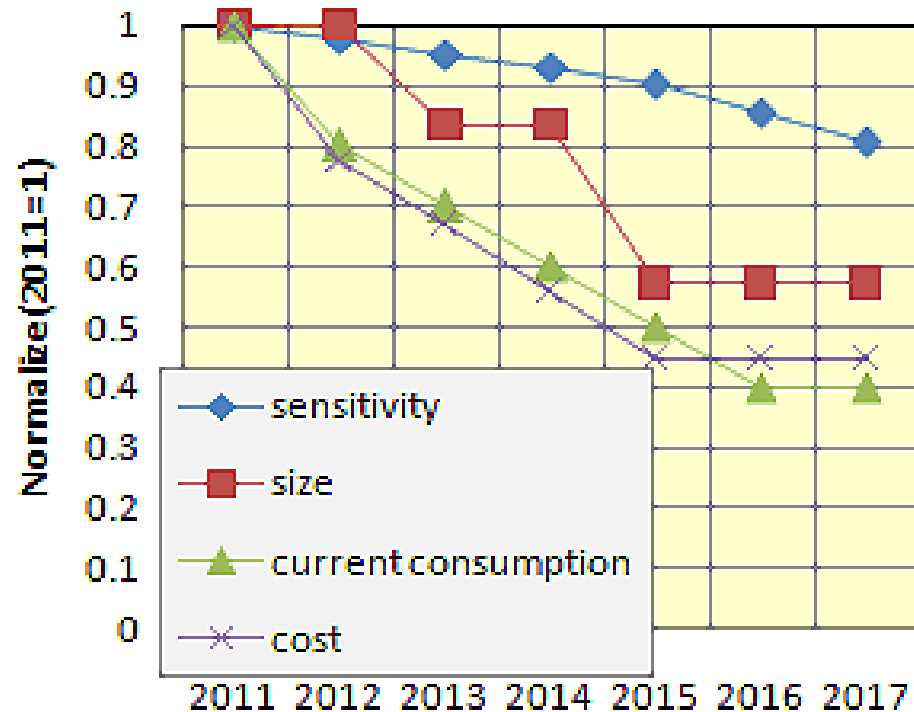
■ マイク

- 消費電力とコストが他性能項目に先んじて進行

■ その他のMEMS

- バイオ応用等の状況を大学へヒアリング
- 依然アプリ毎のニーズを探索中であり、現時点で性能項目毎のロードマップを策定する事は必ずしも適切では無く、現状作成していない。

Microphones



ITRS 2012, Logic改訂予定項目

■ 遅延時間(CV/I)改善速度 低減の準備

- 13 → 8%/year

◆ 電源電圧とゲート電極長のスケールリングを緩める。

■ Multi-Gates導入時期を 2015年から2012年へ

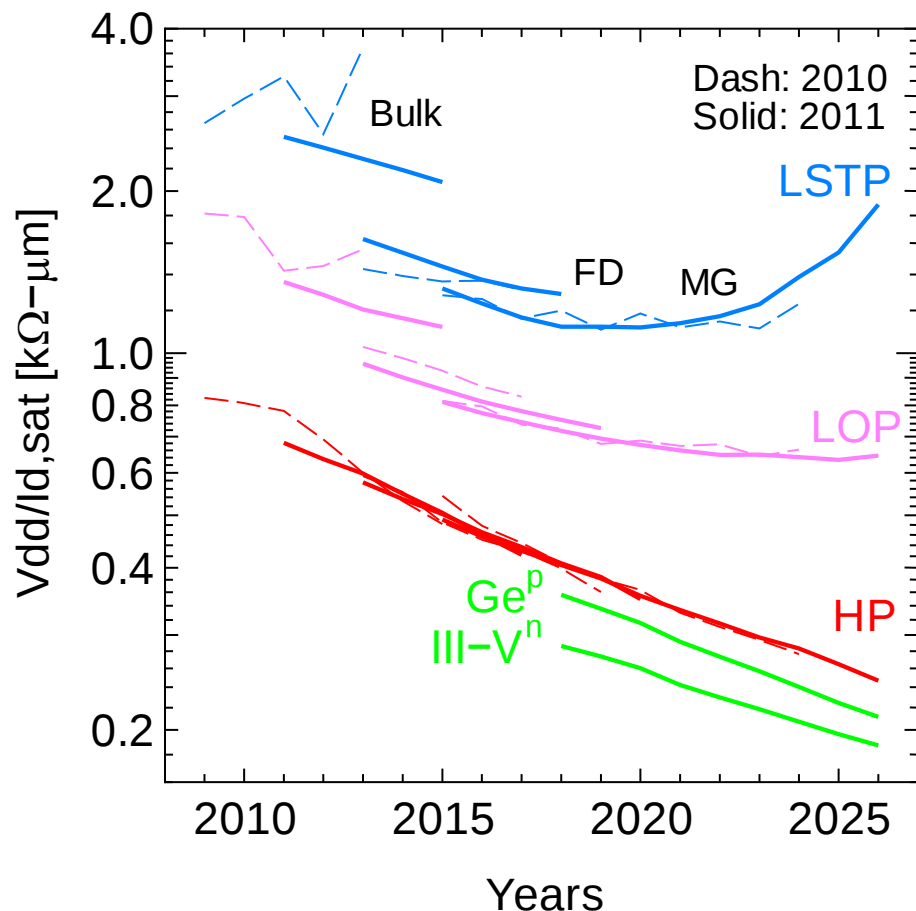
- Multi-gates化の御利益を表現するためVdd/Ion/Wfpを新規に導入予定

■ Purdue大学のToolでデバイス特性を予測する可能性有

- 2013年に延期の可能性も有
- 予測手法について、STRJが強く関与する可能性も有

■ Vdd/Ion/Wfp

- 現状Multi-gatesの御利益を表現できていない。



STRJ 2012年Memory活動計画

■ Memory大手への**Survey**の実施

- DRAM, NAND Flashで実施
- 1月中旬開始、NAND Flashは全社より回収済み、DRAMは回収中。ORTCと整合し、2012年春大会までに2012年版ロードマップ原案を作成予定

■ NANDの3D化、DRAMの4F²化に加え、NANDでは**Floating Gate構造の詳細**、DRAMではWL-FETの構造(メタルゲート)等の技術動向も盛り込む予定

■ ReRAM等のEmergingデバイスに関しては、春大会、夏大会でITRSメンバーと議論の上、PIDS Tableへの掲載可否を決定する予定

まとめ

- STRJ, WG6の活動を紹介した。
- ITRS 2011を紹介し、ITRS 2012に向けた活動予定を紹介した。

	2011年版	2012年版の予定
Logic	2010年版を踏襲・平滑化 CV/I: -13%/year III-V for nとGe for pを採用	MG (FinFET) from 2011 V/I指標の導入 MASTAR → Purdue Univ. tool
Memory	NAND: 微細化一年前倒し。 3D化は2015→2016年 ReRAMのERD→PIDSは見送り	Memory大手へのSurveyの実施 ReRAM等のEmergingデバイスの PIDS Table掲載可否を決定する予定
Reliability	高信頼システム(医療応用など)用途 は15%/yrsと厳格に新規設定	新材料・構造やLSIアプリ依存等で発生 する可能性のある信頼性課題に注目
RF&A/MS	デバイスを主体にサブワーキンググ ループを再編(6→5 SWGs)	FOM妥当性の検証(FD/MG) 評価法の標準化
MEMS	加速度計、ジャイロ、マイクについて、 低消費電力化のロードマップを作成	ヘルスケア等の技術課題と 微細化の御利益を明確化

- 2012年度STRJ MEMS WG発足：古賀章浩・主査(東芝)