

ITRS 2012年改訂版の概要

半導体技術ロードマップ専門委員会 (STRJ) 委員長

石内秀美 (東芝)

本講演は、ITRSとSTRJでまとめた技術ロードマップについて説明したもので、ITRS参加企業・団体、JEITA会員企業の個別の製品や技術開発の方向について説明したものではありません。

主要略語一覧(アルファベット順)

- ERD: Emerging Research Devices 新探究デバイス
- ERM: Emerging Research Materials 新探究材料
- EUV: Extreme Ultra Violet
- FEP: Front End Process (ITRSの章の名前でもある)
- High-k: 高誘電率(比誘電率の記号としてkを使うことから)絶縁膜。MOSFET用のゲート絶縁膜
- ITRS: International Technology Roadmap for Semiconductors 国際半導体技術ロードマップ
- JEITA: 社団法人 電子情報技術産業協会 (Japan Electronics and Information Technology Industries Association)
- Low-k: 低誘電率(比誘電率の記号としてkを使うから)絶縁膜。多層金属配線用絶縁膜
- M1: Metal-1 最下層(第1)の金属配線層
- MEMS: Micro-Electro-Mechanical Systems
- MPU: Micro Processor Unit マイクロプロセッサ
- NTRS: National Technology Roadmap for Semiconductors 米国のSIAが編集した半導体技術ロードマップ
- PIDS: Process Integration, Devices and Structures (ITRSの章の名前)
- SIA: Semiconductor Industry Association 米国半導体工業会
- STRJ: Semiconductor Technology Roadmap committee of Japan 半導体技術ロードマップ専門委員会。JEITA半導体部会 半導体技術委員会 の専門委員会

内容

- ITRSの歴史
- STRJトピックス
 - STRJの組織構成
- ITRS 2012年改訂版と今後の改訂方針
 - 全般的なトレンド (OTRC: Overall Roadmap Technology Characteristics)
 - 生産開始年の定義改訂の検討
 - リソグラフィーのツール
 - 450mmウェーハでの生産について
- まとめと参考文献

ITRSの歴史

1991
Micro Tech 2000
Workshop Report

Europe

1992NTRS

Japan

1994NTRS

Korea

1997NTRS

Taiwan

USA

1998 ITRS
Update

1999 ITRS

2000 ITRS
Update

2001 ITRS

2002 ITRS
Update

2003 ITRS

2004 ITRS
Update

2005 ITRS

2006 ITRS
Update

2007 ITRS

2008 ITRS
Update

2009 ITRS

2010 ITRS
Update

2011 ITRS

2012 ITRS
Update

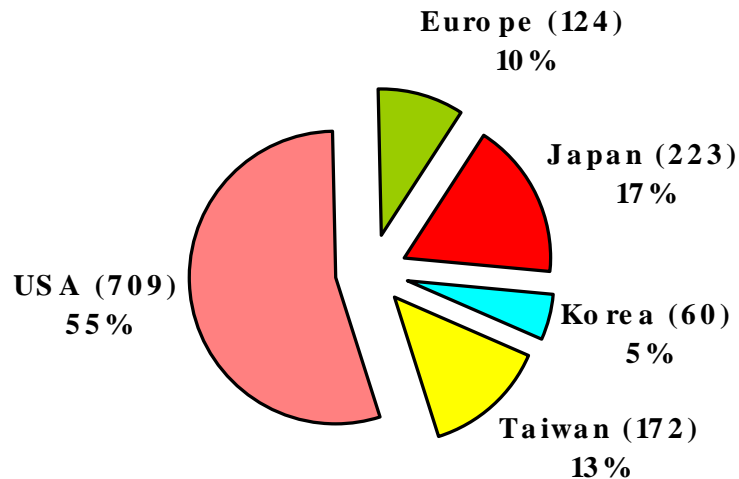
ITRS編集の基本的考え方

- ムーアの法則
 - 1チップ当たりの素子数(トランジスタ数)は1.5年から2年ごとに2倍になる
- ムーアの法則を維持するために何が必要か
 - 重要な技術課題を選定
 - それぞれの技術課題ごとに定量的な表を作成
 - 表を毎年更新
- More than Moore(多様化)と Beyond CMOS
- ITRSが与えた影響
 - 半導体業界(チップメーカー、装置メーカー、材料メーカー)、大学や公的研究機関、行政機関が技術のペースメーカーとして利用。

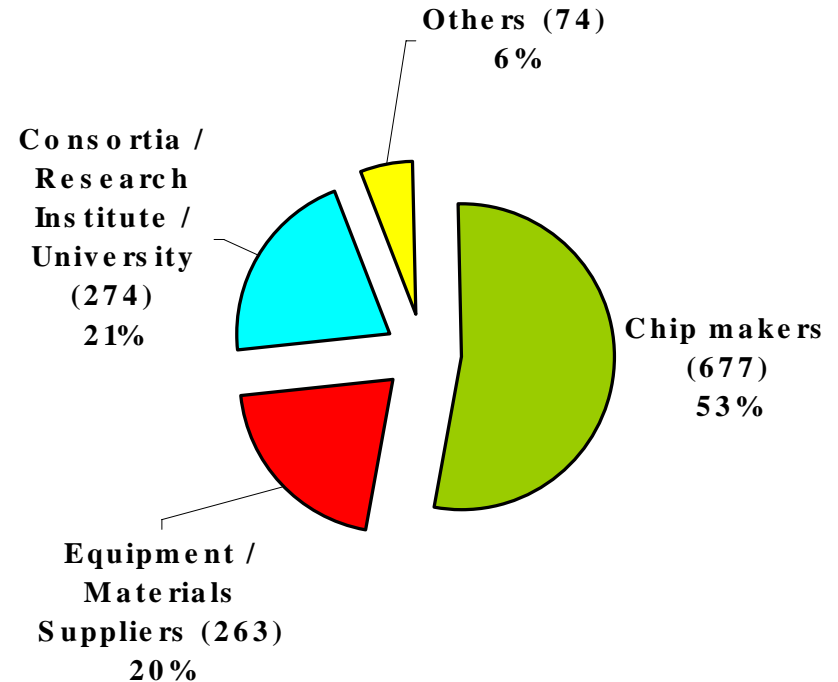
ITRSの委員(地域別・所属別)

出典: ITRS 2005

2005 ITRS Members by Region



2005 ITRS Members by Affiliation



ITRS 2011年版の章構成と、STRJのWG



1. Executive Summary	
2. System Drivers	WG1 設計
3. Design	WG1 設計
4. Test & Test Equipment	WG2 テスト
5. Process Integration, Devices & Structures	WG6 PIDS
6. RF and A/MS Technologies for Wireless Communications	WG6 RF SWG
7. Micro-Electro-Mechanical Systems (MEMS)	WG6 MEMS SWG
8. Emerging Research Devices	WG12 ERD
9. Emerging Research Materials	WG13 ERM
10. Front End Processes	WG3 フロントエンドプロセス
11. Lithography	WG5 リソグラフィー
12. Interconnect	WG4 配線
13. Factory Integration	WG8 ファクトリインテグレーション
14. Assembly & Packaging	WG7 実装
15. Environment, Safety & Health	WG9 ES&H
16. Yield Enhancement	WG11 歩留向上
17. Metrology	WG14 メトロロジ
18. Modeling & Simulation	WG10 モデリング／シミュレーション

青字: ITRS 2011年版の章の新設・名称変更

赤字: STRJで活動休止中のWorking Group

(1) ITRS (国際半導体技術ロードマップ)活動:

- ITRSの作成を分担(奇数年は全面改訂、偶数年は主にTableのみを改訂
ITRSの各WGに日本から参加。分担範囲は、WG毎に異なる。

(2) 半導体技術ロードマップ専門委員会(STRJ)の独自活動

- 日本国内で専門家からなるWGを組織。各々分野の技術動向を調査
- ITRSの日本語訳の作成。STRJのホームページで公開。公開直後は、3~5万件/月のアクセス。
- STRJワークショップを毎年3月に開催。STRJの各ワーキンググループからの当該年度の活動報告。例年、2件の特別講演。
- STRJのスポンサー企業：
富士通セミコンダクター、ルネサスエレクトロニクス、ローム、ソニー、東芝の 5社
(2012年度は パナソニックがオブザーバー参加)

(3) ITRS 国際会議とPublic Conferenceの開催

- 欧州会議： 毎年4月にITRS国際会議を開催。場所は毎年異なる。
- 米国会議： 毎年7月に米国サンフランシスコにてSEMICON WESTに合わせて、ITRS国際会議とPublic Conferenceを開催。
- アジア会議： 毎年12月に、日本、韓国、台湾の回り持ちで、ITRS国際会議とPublic Conferenceを開催。2013年12月に日本開催の予定

(4) STRJ の 3 WG (ワーキンググループ) の活動休止

- STRJの予算削減に対応するため、下記の3WGの活動を、2010年4月から休止中。
 - WG8 FI (Factory Integration)
 - WG9 ES&H (Environment, Safety, and Health)
 - WG10 Modeling and Simulation

(注) WG11 YEについては 2010年度にいったん活動を休止したものの、2011年度から活動を再開

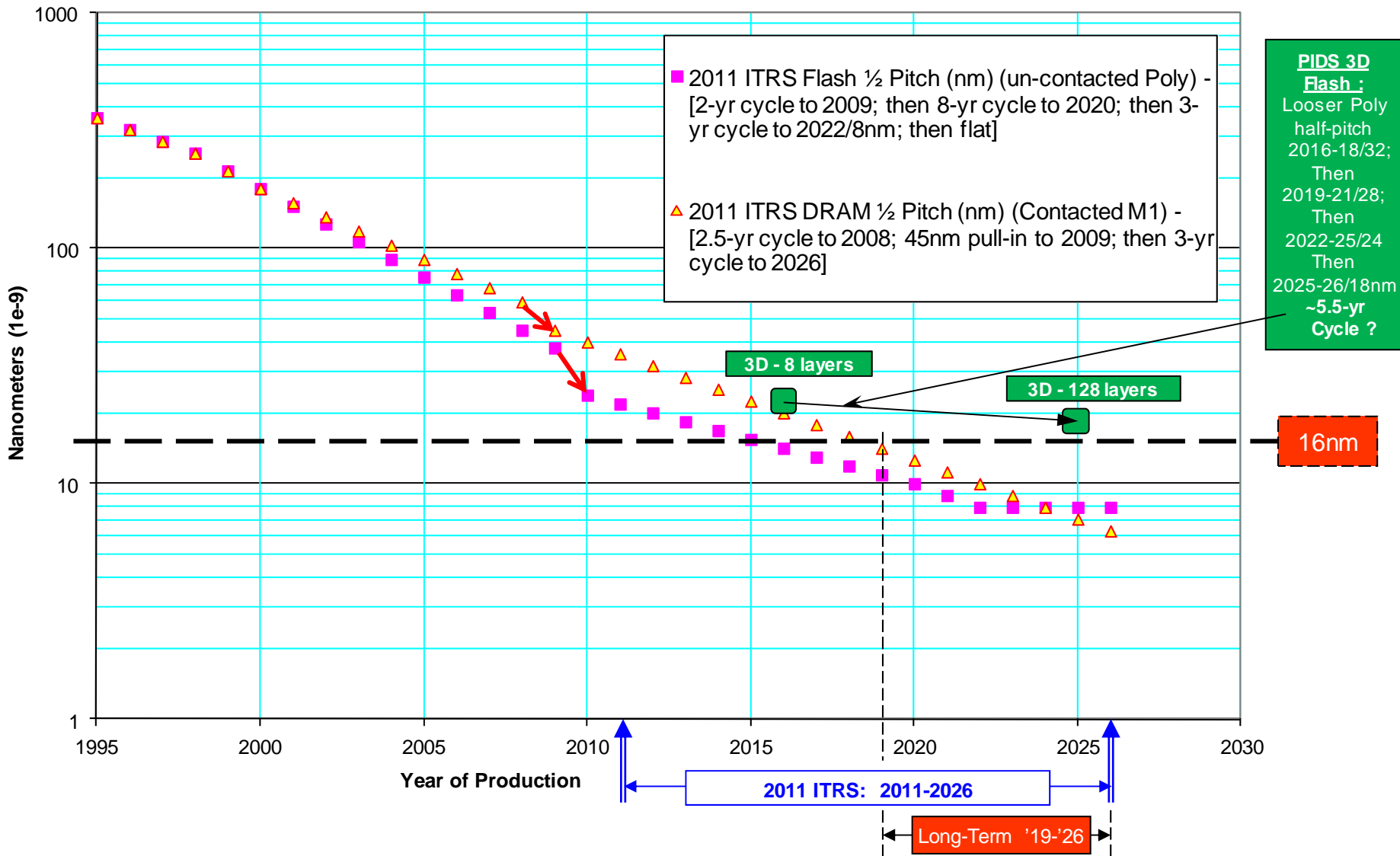
微細化トレンド (2009年版と2011年版との比較)

出典: ITRS 2009 Edition / ITRS 2011 Edition

<i>YEAR of Production</i>	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
<i>Flash Uncontacted Poly Si ½ Pitch (nm)</i> 2009 Edition	38	32	28	25	23	20	18	15.9
<i>Flash Uncontacted Poly Si ½ Pitch (nm)</i> 2011 Edition	N/A	N/A	22	20	18	17	15	14.2
<i>DRAM stagger-contacted Metal 1 (M1) ½ Pitch (nm)</i> 2009 Edition	52	45	40	36	32	28	25	22.5
<i>DRAM stagger-contacted Metal 1 (M1) ½ Pitch (nm)</i> 2011 Edition	N/A	N/A	36	32	27	25	23	20

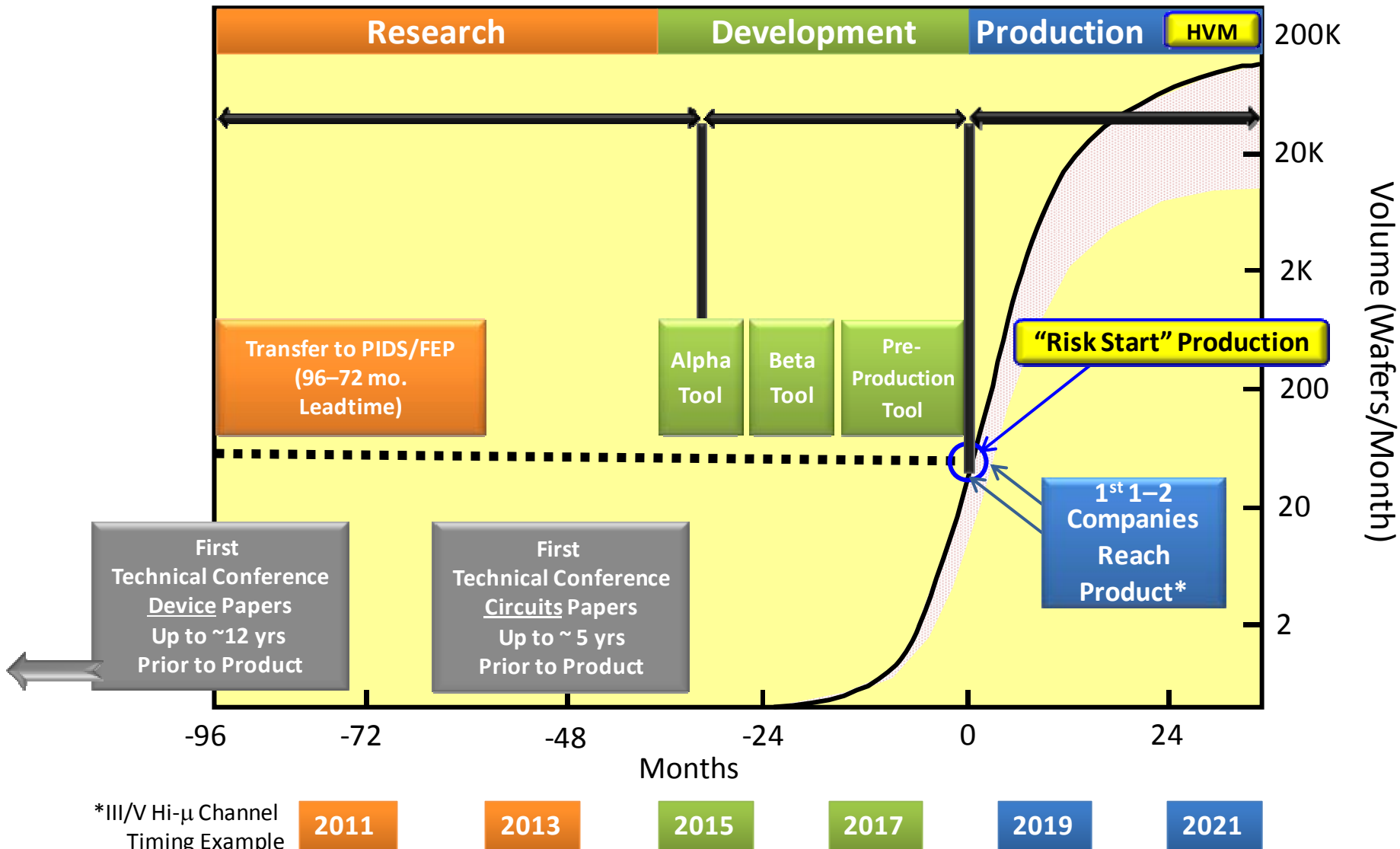
<i>year of Production</i>	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
<i>Flash Uncontacted Poly Si ½ Pitch (nm)</i> 2009 Edition	14.2	12.6	11.3	10.0	8.9	8.0	7.1	6.3
<i>Flash Uncontacted Poly Si ½ Pitch (nm)</i> 2011 Edition	13	11.9	10.9	10.0	8.9	8.0	8.0	8.0
<i>DRAM stagger-contacted Metal 1 (M1) ½ Pitch (nm)</i> 2009 Edition	20.0	17.9	15.9	14.2	12.6	11.3	10.0	8.9
<i>DRAM stagger-contacted Metal 1 (M1) ½ Pitch (nm)</i> 2011 Edition	17.9	15.9	14.2	12.6	11.3	10.0	8.9	8.0

微細化トレンド



Source: 2011 ITRS - Executive Summary Fig. ORTC3

生産開始年の定義 (最初の1社の量産開始時期へ)

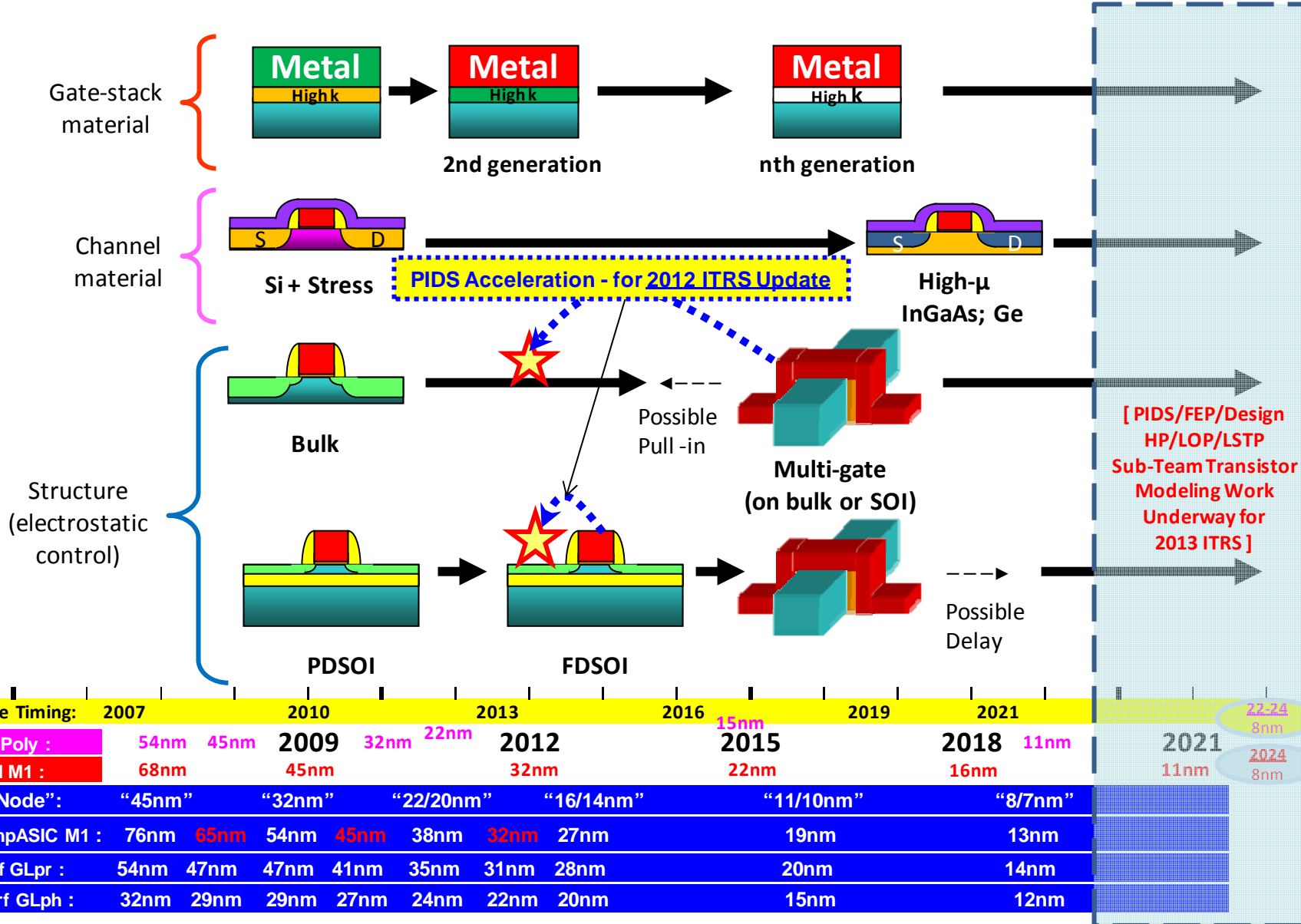


High Volume Manufacturing (HVM)

Source: Semiconductor Industry Association. The International Technology Roadmap for Semiconductors, 2011 edition. SEMATECH: Albany, NY, 2011. Based on Figure 2b, Executive Summary

MOSTランジスタの構造

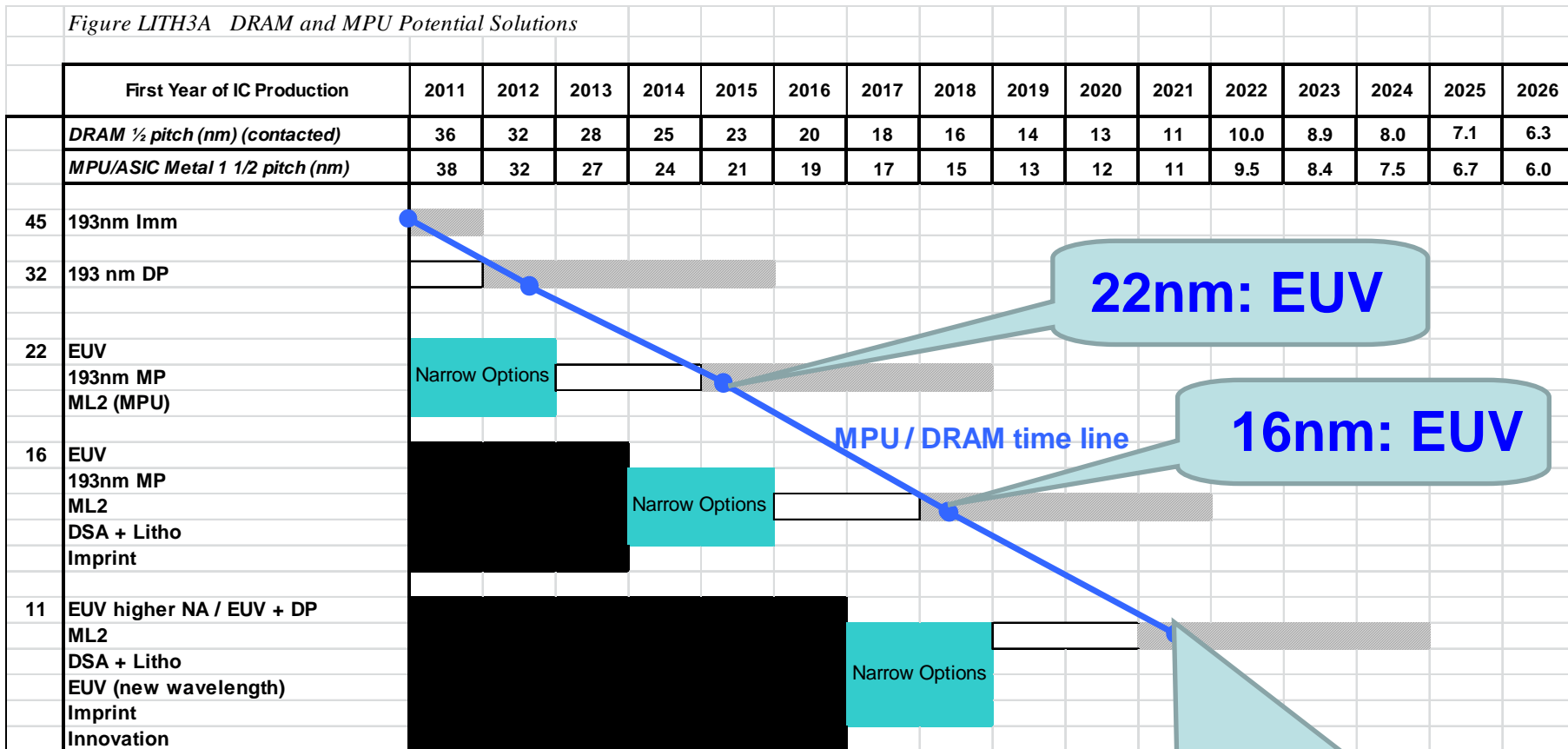
★
2012 Update Note:
 Leadership company First Manufacturing could set more Aggressive first production target, since "fast followers" may trail 1-3 years



Source: 2011 ITRS - Executive Summary Fig 5

リソグラフィーのツール(MPUとDRAM) (吹き出し内は第一候補を示す)

Figure LITH3A DRAM and MPU Potential Solutions



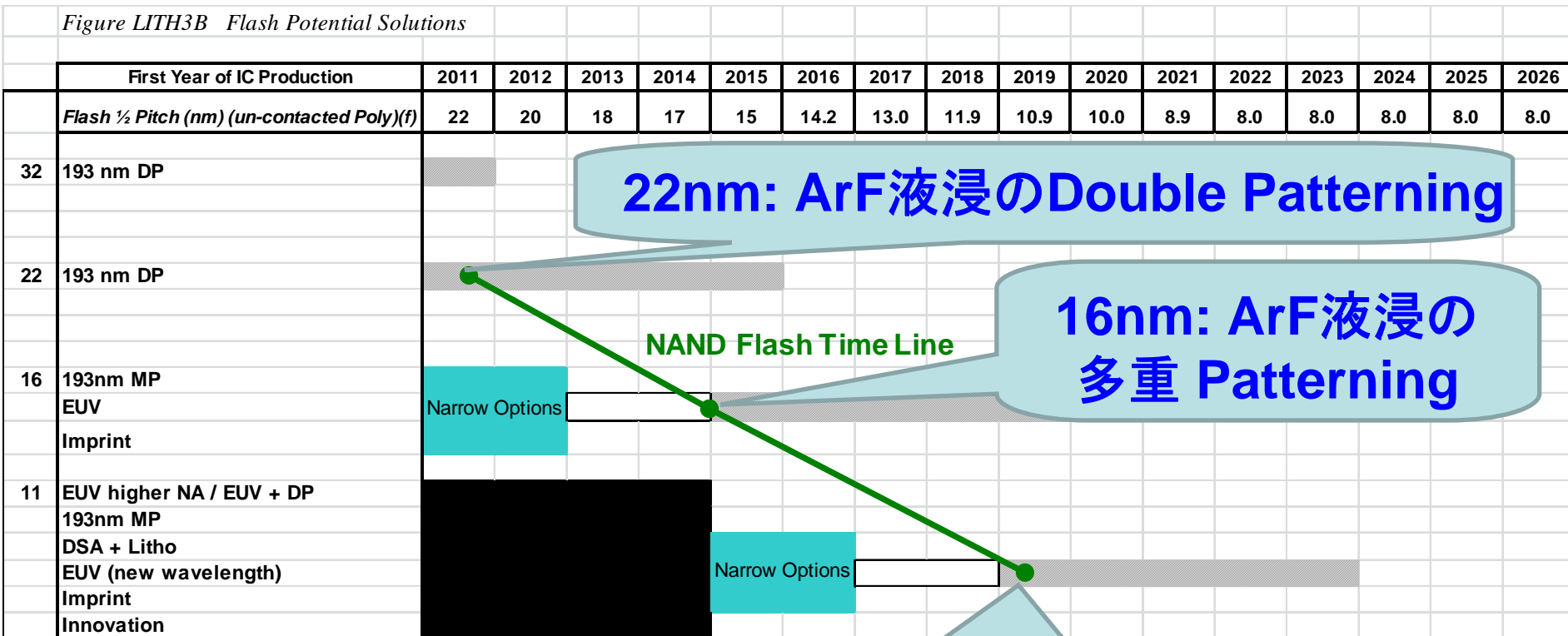
22nm: EUV

16nm: EUV

11nm: 高NA EUV または
EUV + Double Patterning

リソグラフィーのツール(NAND Flash メモリ) (吹き出し内は第一候補を示す)

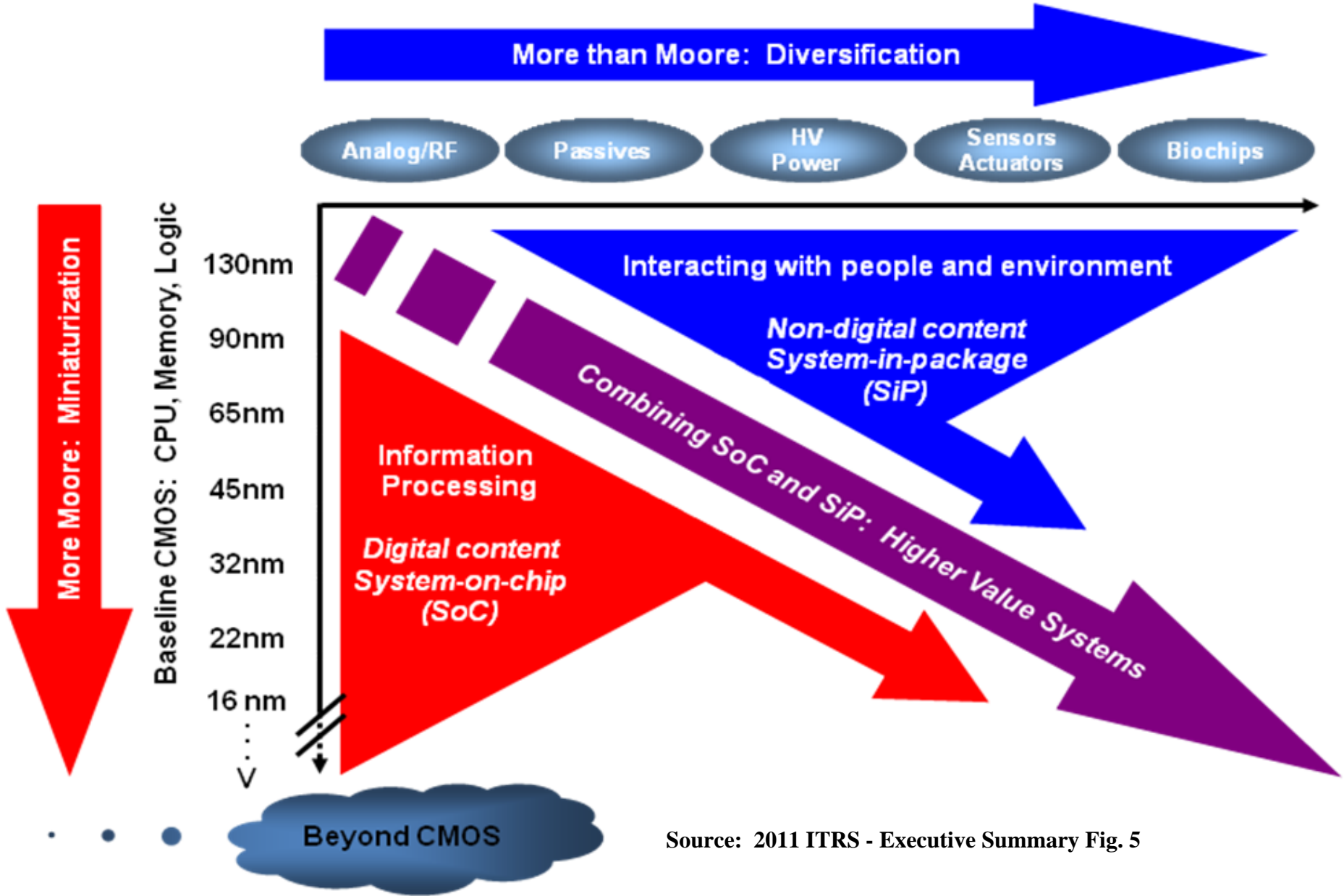
Figure LITH3B Flash Potential Solutions



More Moore と More than Moore

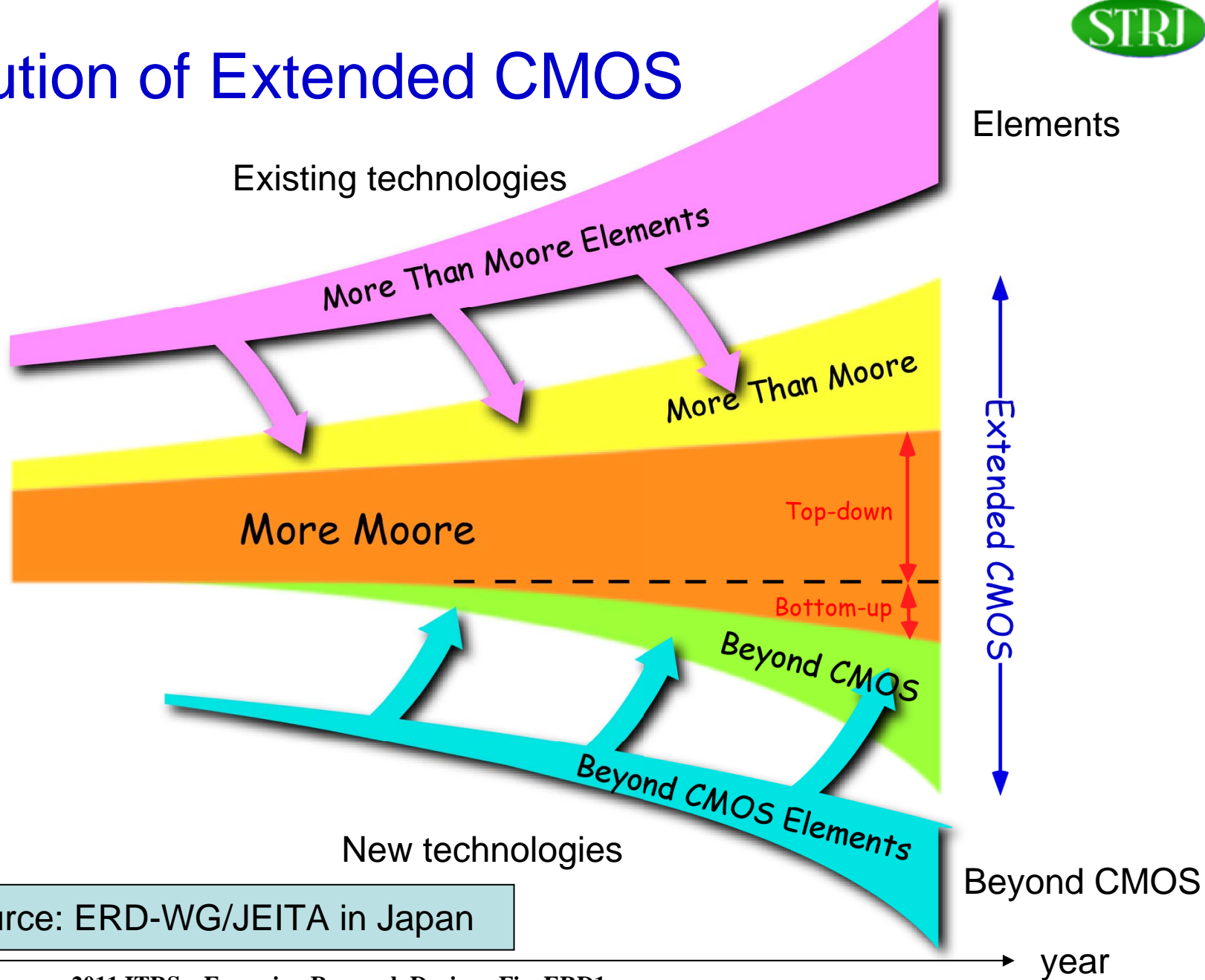
- More Moore
 - Geometrical Scaling: 幾何学的(寸法の)スケーリング
 - Equivalent Scaling: 等価的(実効的)スケーリング
 - Design Equivalent Scaling: 設計による等価的微細化
- More than Moore
 - 必ずしも微細化のみによらない多様化
 - SiP(System in Package)技術による異種のチップの集積化
- Beyond CMOS
 - シリコンCMOS技術に代わる新技術

More Moore, More than Moore, and Beyond CMOS



Source: 2011 ITRS - Executive Summary Fig. 5

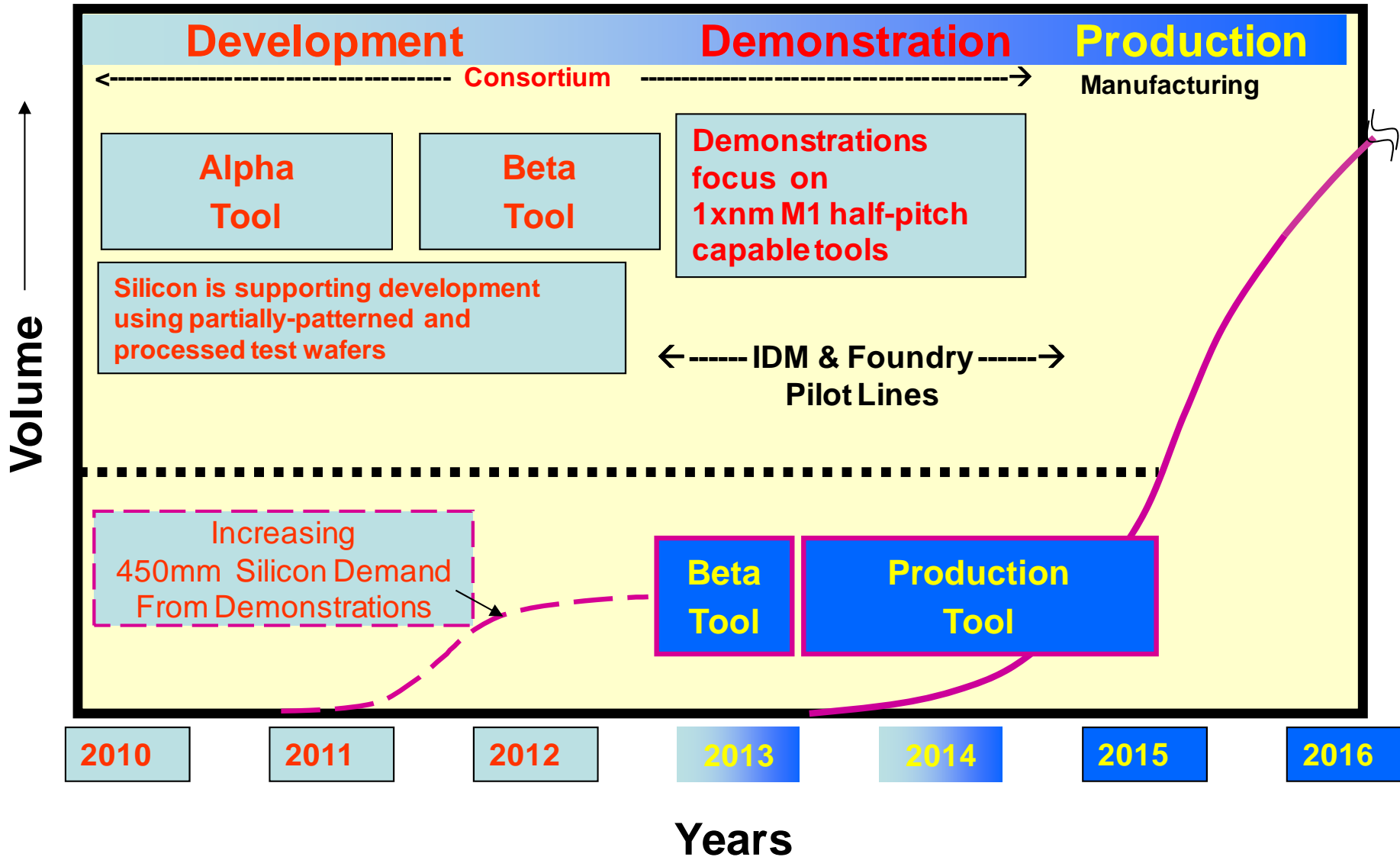
Evolution of Extended CMOS



Source: ERD-WG/JEITA in Japan

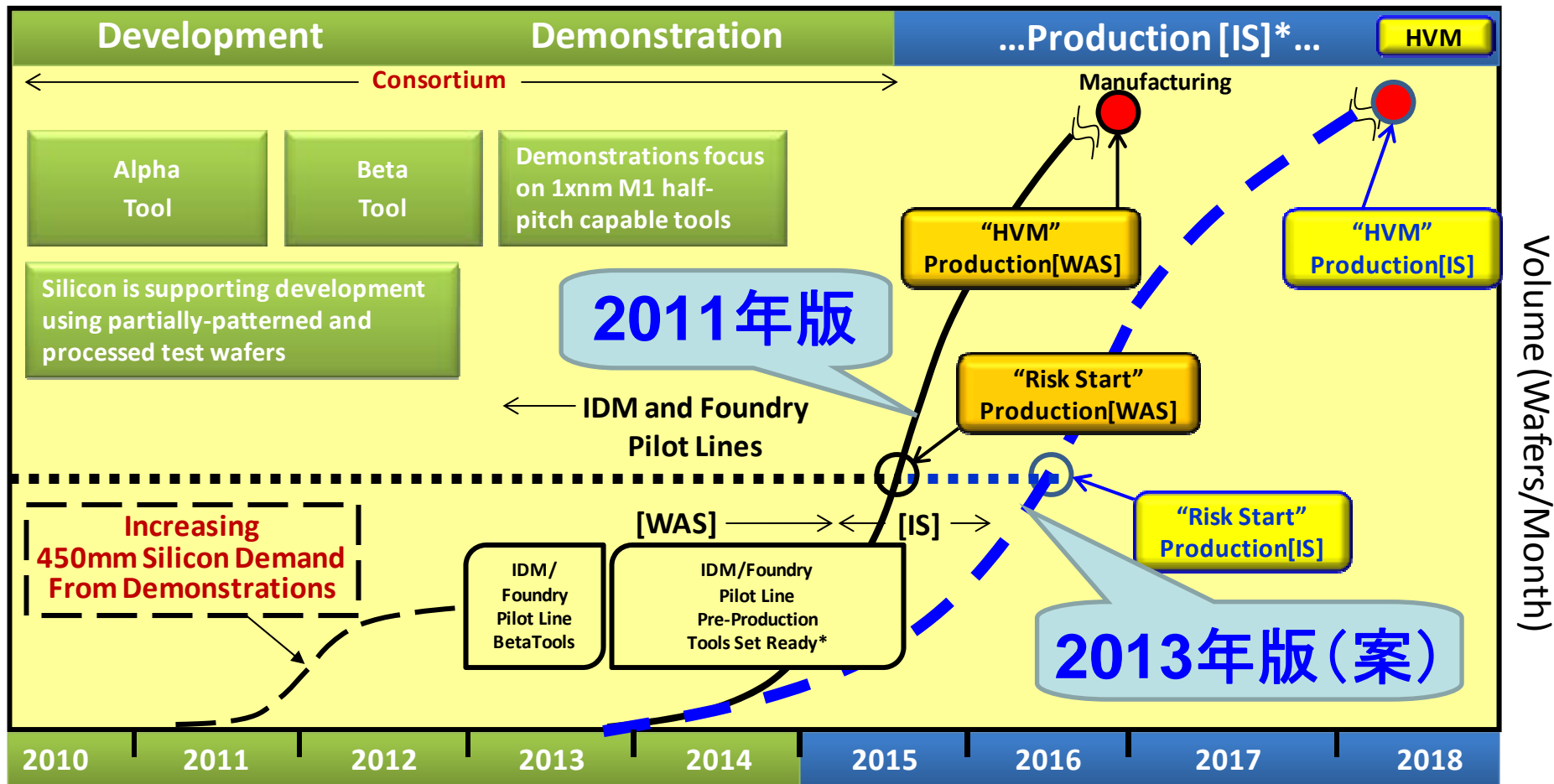
Source: 2011 ITRS – Emerging Research Devices, Fig. ERD1

450 mm シリコンウェーハの導入時期(2011年版)



Source: 2011 ITRS - Executive Summary Fig. 6

450 mm シリコンウェーハの導入時期 (2011年版と2013年版(案)の比較)



2016-17年: パイロットライン
2018年: 大量生産開始

2013 ITRS Proposal [IS]**
2016-17: Pilot Lines
[**Source: Public Announcements, Sep'12]

[IS]**
2018: High-Volume (HVM) Production

ITRS 2012年 改訂版の概要と今後の編集方針

- MPUの微細化トレンドについては、変更なし。MPUのクロック周波数のトレンドについては、2010年の3.6GHzを基点として年率4%のペースで向上。
- DRAMの微細化トレンドは変更なし。(2009年版と比べて、DRAMのM1(最下層の金属配線層)の微細化トレンドを約1年前倒し。)4F2セルの導入時期は1年遅らせて2014年とする。
- NANDフラッシュメモリの微細化トレンドは変更なし。(2009年版と比べて、NAND Flashの微細化トレンドを約2年前倒し。2022年に平面型セルの微細化限界の8nmに到達3次元セルのロードマップを記載。)
- 450mmウェーハの導入時期については、変更なし。2013年版での改訂を検討中。パイロットラインでのリスク生産は2016-17年開始。本格量産開始時期を2018年へ。

さらに詳しい資料については下記を参照願います

- ・ ITRSの公式ホームページ
 - <http://www.itrs.net/>
 - ITRS 2011年版 はじめ、ITRSの最新情報
 - ITRS 発行の白書 (White Papers)
 - ITRS主催のConferenceなどの資料

- ・ JEITAのロードマップのホームページ
 - <http://semicon.jeita.or.jp/STRJ/>
 - ITRS 2011年版の日本語訳(過去の版の和訳もあり)
 - ITRSの過去の版(英文)へのリンク
 - STRJ(半導体技術ロードマップ専門委員会)の活動情報