

# 半導体デバイスの研究開発の 方向性について

東京大学大学院工学系研究科

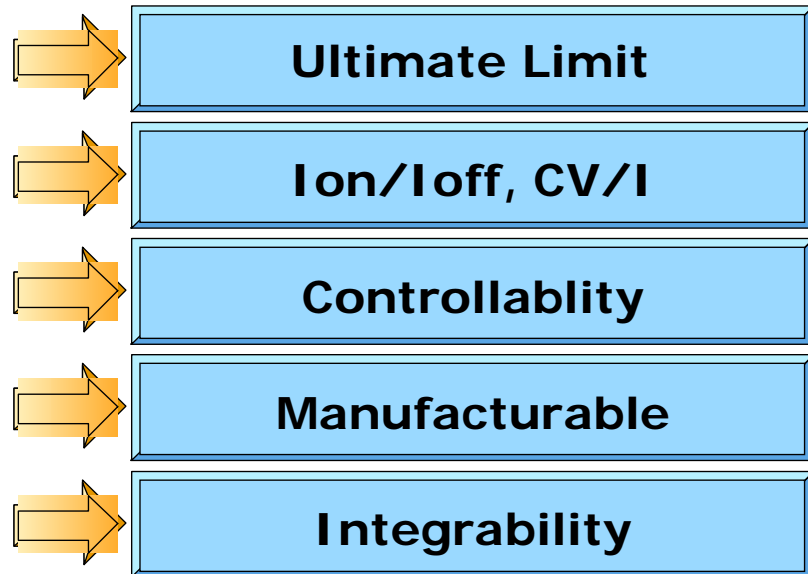
鳥海 明

# 技術の方向

- CMOS技術
- LSI設計技術
- 応用技術

Keyword: 高性能・低消費電力化

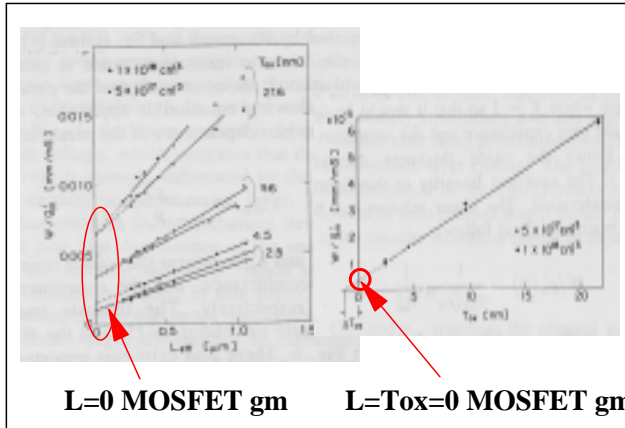
Metric ?



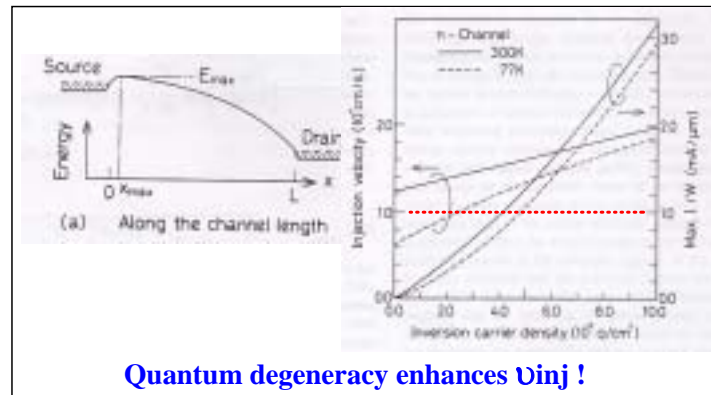
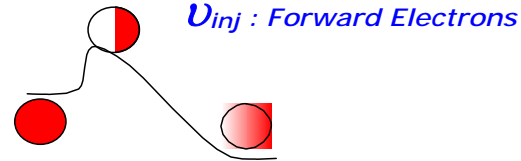
# Transistor (I)

Panel Session IEDM'02

## Experimental



## Theoretical



$$1/g_m = \alpha L_{eff} + 1/g_m(L=0)$$

$$1/g_m(L=0) = (t_{ox} + \delta t_{ox}) / \epsilon \epsilon_0 U_{sat}$$

$$U_{sat} = 1 \times 10^7 \text{ cm/sec}$$

$$\delta t_{ox} = \epsilon_{Si} / \epsilon_{SiO_2} t_{inv} = 1.2 \text{ nm}$$

→  $g_m^{Limit} = U_{sat} \epsilon \epsilon_0 / \delta t_{ox}$

A. Toriumi et al, T-ED 35, p.999 (1988)

**Ballistic : No backward scattering to Source !**

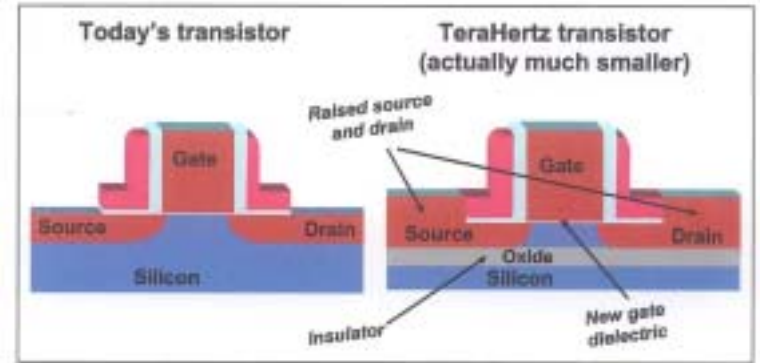
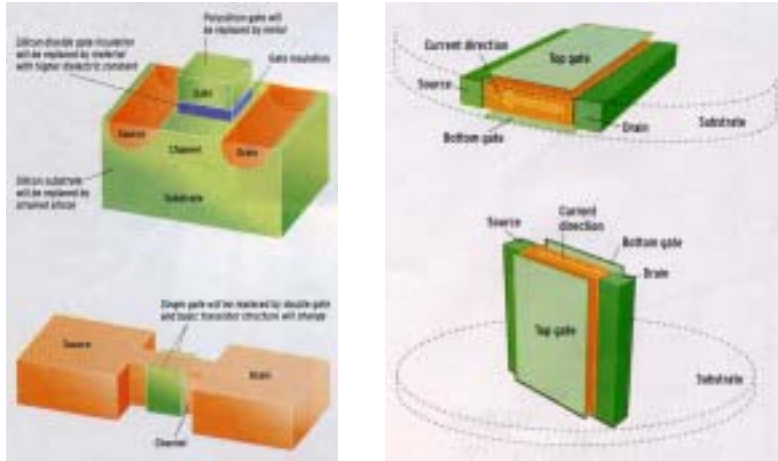
$$U_{inj} = \int_0^\infty 2 \sqrt{\frac{m}{2\pi kT}} v_x \exp\left(-\frac{mv_x^2}{2kT}\right) dv_x \left\{ \int_{-\infty}^\infty \sqrt{\frac{m}{2\pi kT}} \exp\left(-\frac{mv_y^2}{2kT}\right) dv_y \right\}^2$$

$$= \sqrt{\frac{2kT}{\pi n^*}} = 1.2 \times 10^7 \text{ cm/sec (Classical Case)}$$

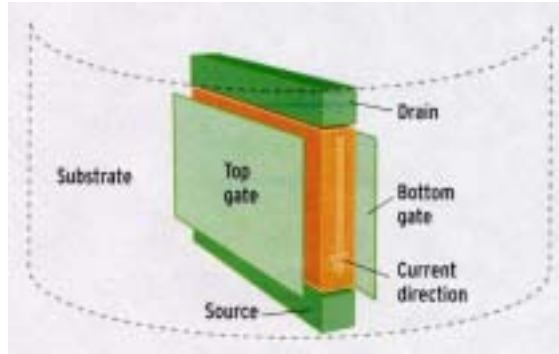
K. Natori, JAP, 76, p.4879 (1994)

*Drain Engineering から Source Engineering へ*

# Transistor (II)



*Intel TeraHertz Transistor('01)*



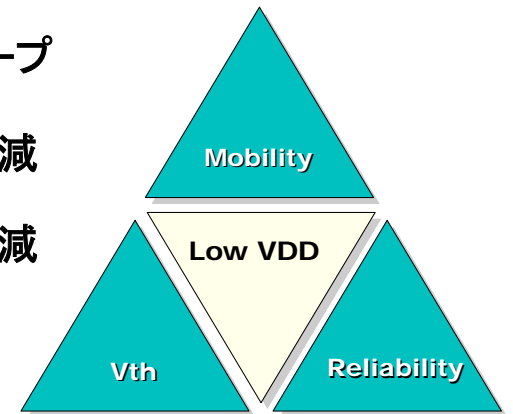
*IEEE Spectrum Oct. '02*

演算スピードのキープ

演算時のパワー削減

待機時パワーの削減

早い起動



# 研究開発方向 (I)

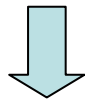
- ROADMAPのみに沿った開発はあり得ない・・・
  - Roadmapから何を読みとるか。
  - Sureな技術力は確実に必要。
  - “横一線競争”は、本当に競争になっているかどうか問題。
- 総合的な開発の必要性・・・
  - 技術的に強い部分をキープする。
  - 役割分担は並の技術のパレード。
  - 何でも加速？
- ますますサイエンス化する技術をどう読みとるかがキー。
  - **Collaboration**

# 研究開発方向 (II)

- 国の施策としての選択と集中
  - － 何を選択するか
    - 選択の基準
      - － 技術の困難さ
      - － 時間スケール
      - － 応用の広さ(汎用基盤技術か個別応用技術か)
  - － どのように集中するのか
    - サイエンス化する技術の効率的開発
      - － 技術の科学的検証と知恵の発信
      - － 独自性は競争からが基本

# Collaboration (I)

- For Many Options
  - Risk 回避
  - Resource 分担
- 役割分担
- 開発の効率アップ

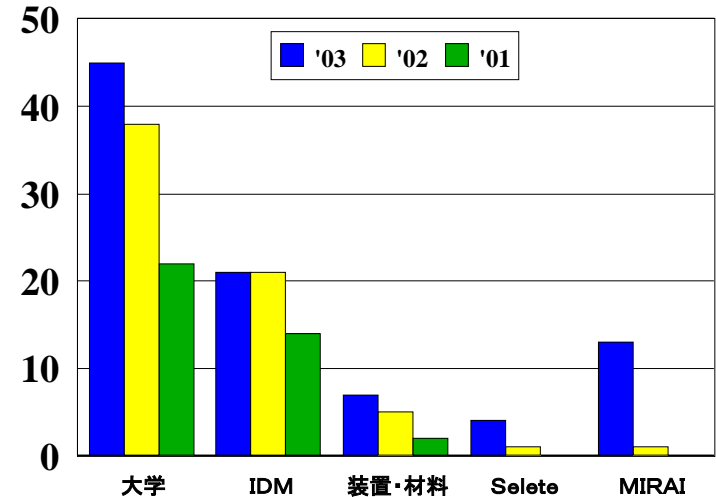


- 強いものを強くする *Collaboration*
- ゼロのものを有形にする *Collaboration*

•大学における研究の求心力としての  
コンソーシアムの役割

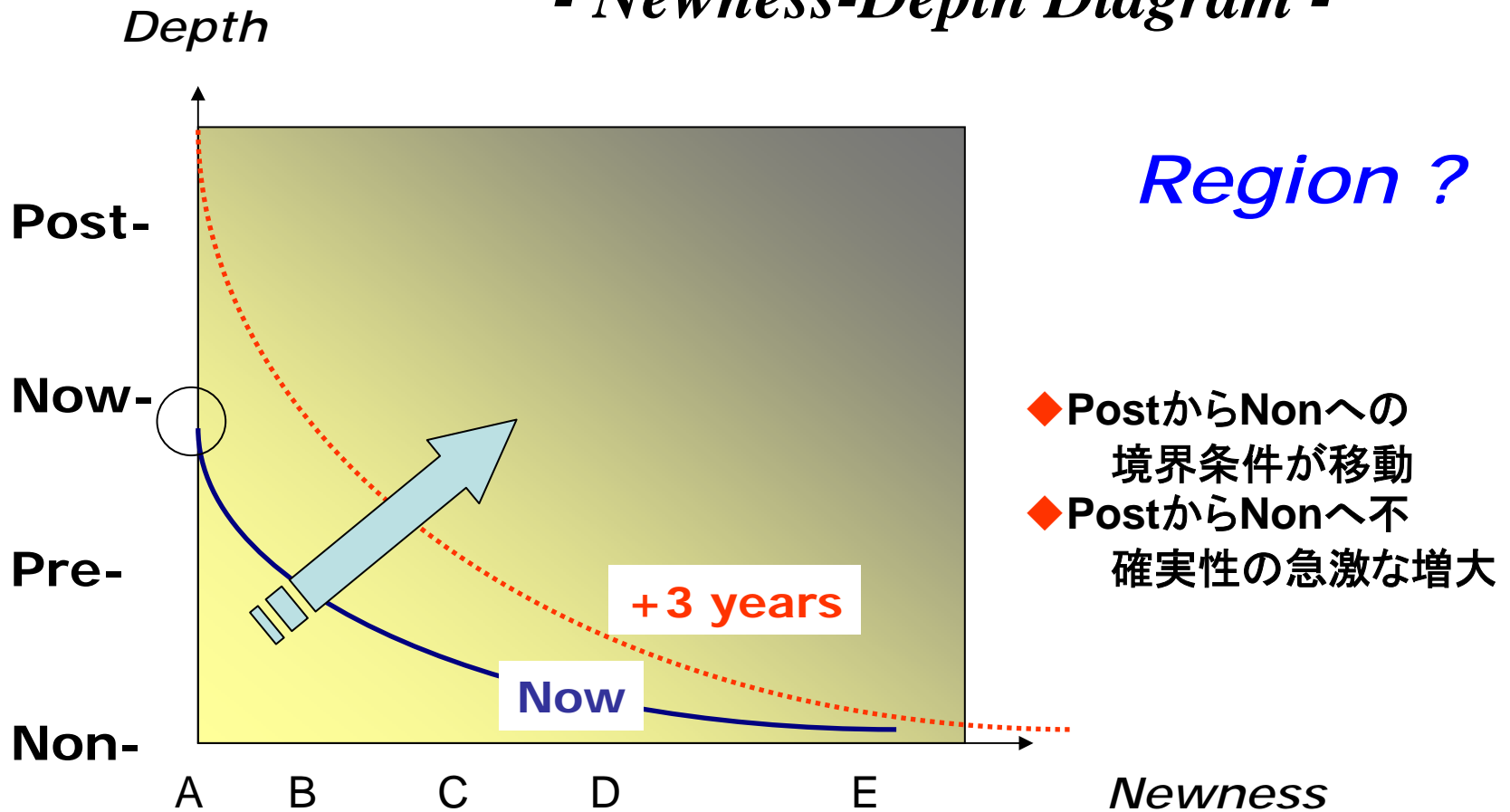
*For What ?*

春期応物学会(発表件数)  
High-k関連



# Collaboration (II)

- *Newness-Depth Diagram* -





# 国際競争力

*Power Origin ?*

国際競争力としたいものは・・・

科学力、文化力、・・・

新技術、新製品、生産効率性、環境負荷削減、・・・

ブランド力、交渉術、実践力、Network、・・・

企画力、規格力、販売力、購買力、・・・

# Conclusion

半導体デバイスの開発方向性には、1) 技術の方向性と、2) 国の 産業領域の方向性がある。

半永続的な発展をめざすなら、1)と2)がミートせねばならない。

1)と2)をミートさせるには、最先端技術に投資する必要がある。

最先端技術にリソースを割かなくてはならない。

## 研究開発の領域設定

サイエンスをやる覚悟とレベルの高い研究コミュニティ形成

国際競争力とする源泉としての 技術的 Knowledge Infra. + 企画力、規格力