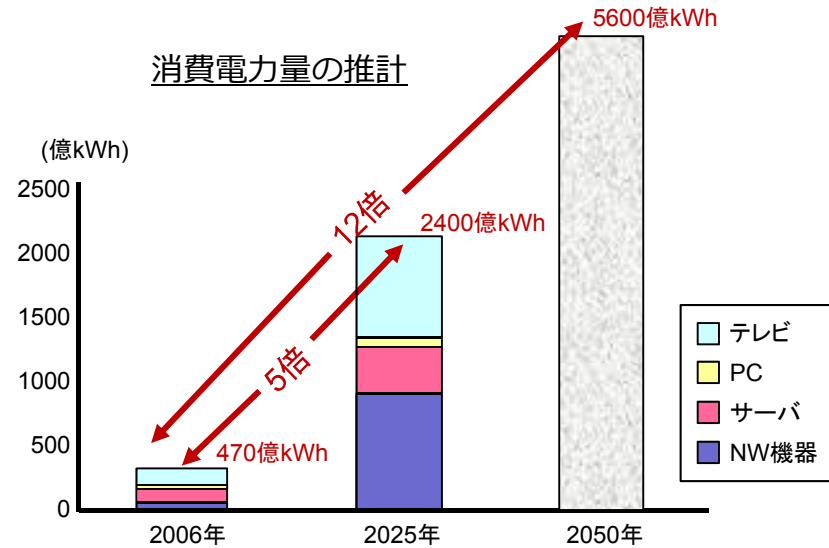
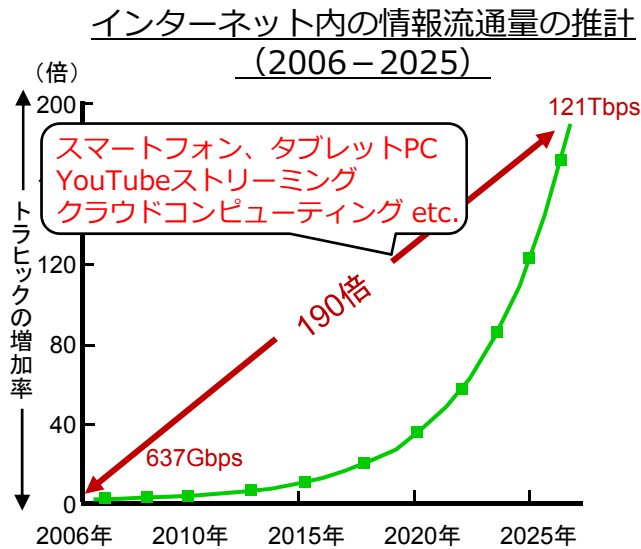


IT機器等全体の消費電力

本格的なIT化に伴い、社会で扱う情報量は2025年には2006年比で約200倍になると見込まれる（経済産業省資料より）。これに伴い、情報を処理するIT機器の台数が増加するとともに、各機器の情報処理量が増大し、IT機器による消費電力量が急増すると見込まれている。



（経済産業省 グリーンITイニシアティブ 会議資料より）

グリーン・ナノエレクトロニクス

情報社会の継続的な発展を維持するために
IT機器の消費電力を桁違いに低減させること
のできる画期的な技術の開発

Googleデータセンター（フィンランド）



ナノテクノロジーを駆使して

Bグループの研究の狙い

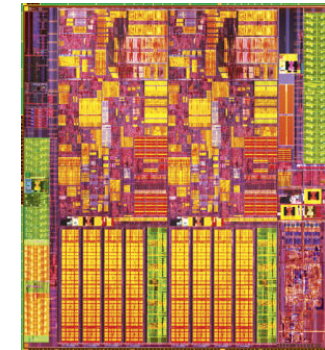
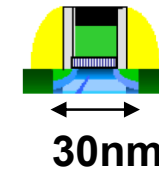
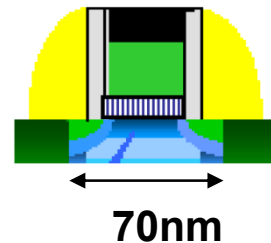
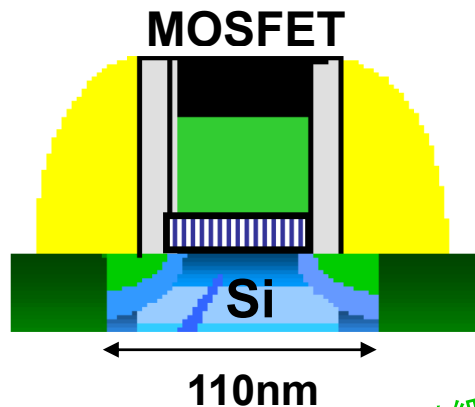
~2005

~2020

微細化技術の時代

新材料・新構造技術の時代

新概念素子の時代



微細化スケールリング → ポストスケールリング

従来の概念や枠組みにとらわれない新しい発想が求められている

■ ユビキタス社会での情報処理デバイス(トランジスタ)のあるべき姿を示す

- シリコンでどこまで行けるか? (More Moore)
- 新材料・新構造で性能は良くなるか? (More than Moore)
- 新しい原理で動かす (Beyond CMOS)

新材料・新構造・新原理

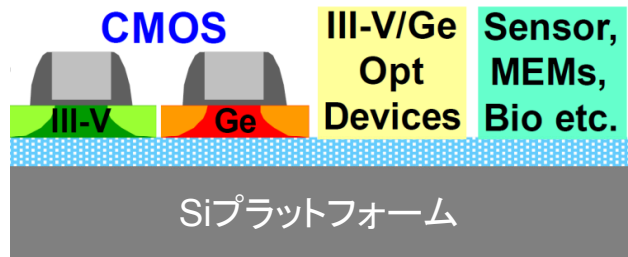
→ LSIの進化につなげていく

新材料・新構造技術

“MOSトランジスタのチャンネルに手をつけるときが来た”

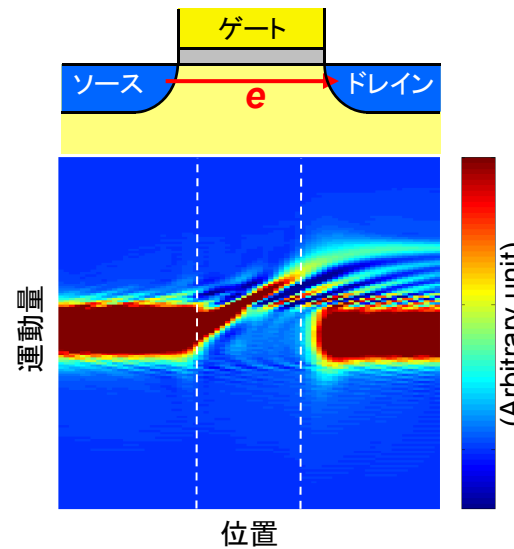
【B-1】

新材料/新構造CMOSデバイス



新材料：III-V族化合物半導体, Ge
新構造：SOI, 立体構造(FinFET)
ナノワイヤ型

シミュレーションツールの開発



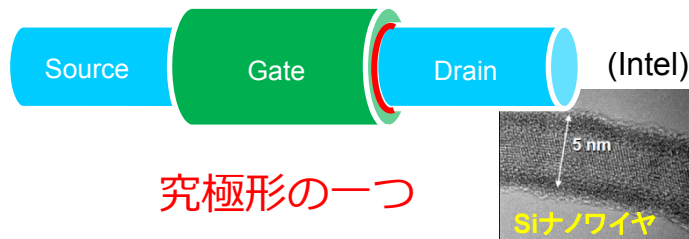
NEC, ルネサス, パナソニック,
東芝, 富士通と協力しシミュ
レータを共同開発

並列計算機



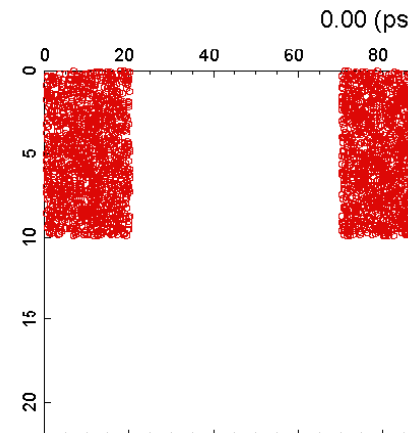
【B-2】

ナノワイヤトランジスタ



究極形の一つ

「現在の平面構造のトランジスタに比べて
高性能・低消費電力性能に優れている」

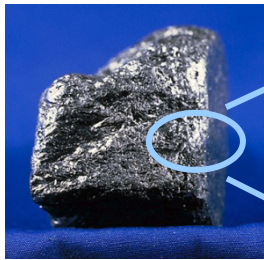


0.01ps (10^{-14} 秒)
間隔で計算

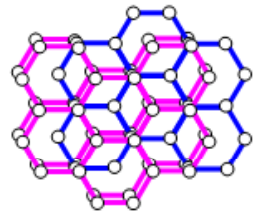
コンピュータシミュレーション
による性能予測が強力な武器

2次元材料(グラフェン・シリセン・ゲルマネン・・・)

【B-3】



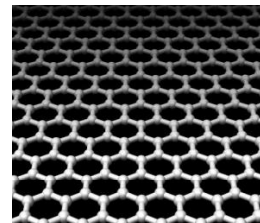
炭素の多層構造



1枚の層
だけ抽出



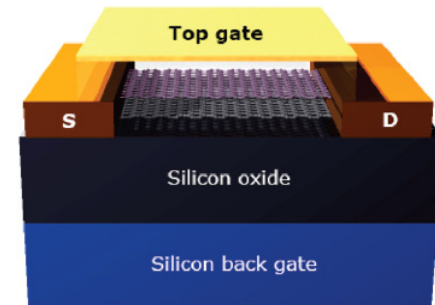
グラフェン



炭素原子

- 欠陥は殆どなし
- 常温でも化学的に安定
- 全物質中最大の電子移動度

グラフェントランジスタ



(IBM)

グラファイト(黒鉛) = 鉛筆の芯

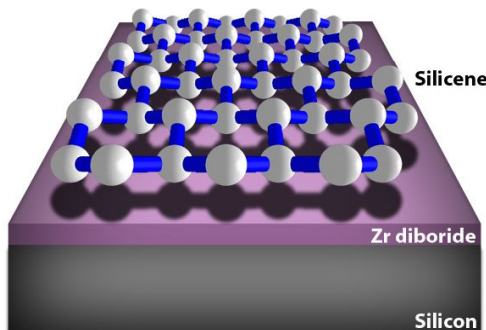
出典: フリー百科事典『ウィキペディア』

シリコン技術との相性は?

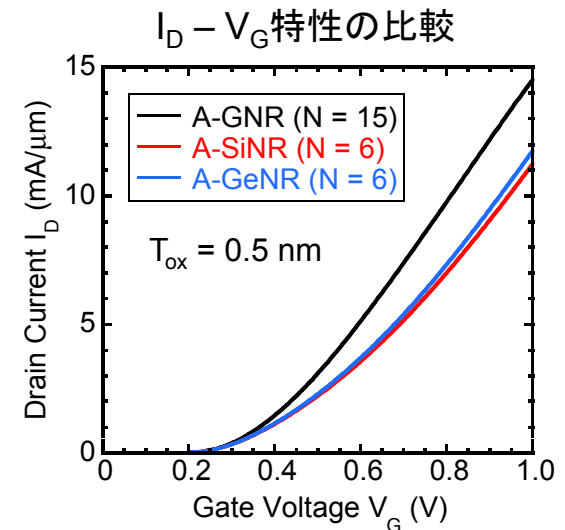
2012年、JAIST(北陸先端科学技術大学院大学)

二硼化ジルコニウム(ZrB_2)薄膜上で自発的にシリセンが形成

A. Fleurence et al., Phys. Rev. Lett. 108 (2012) 245501.



シリセンの作製に成功!
(シリコン版グラフェン)



兼古志郎 他、2014年春応物発表

単分子層膜材料の応用

- ◆ LSIの消費電力を1/10に
- ◆ 超高周波信号増幅素子への応用

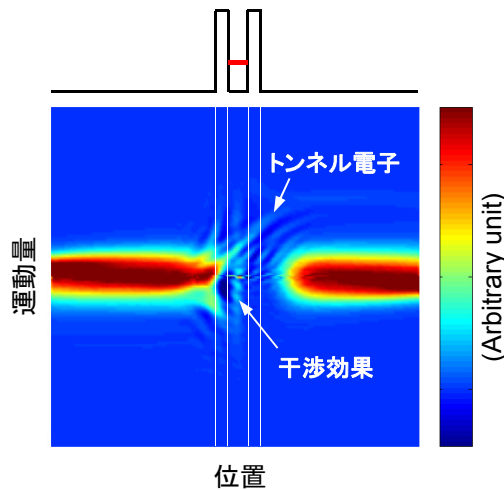
グラフェンが最も良い性能を示す
シリセンとゲルマネンもなかなか良い

卒業研究の進め方

従来の概念や枠組みにとらわれない**新しい発想**を大事に

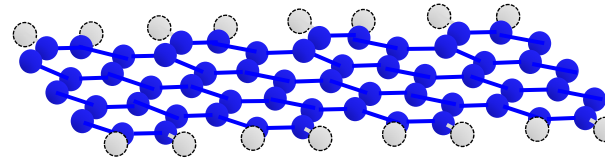
新しい物理現象の利用

量子トンネル効果

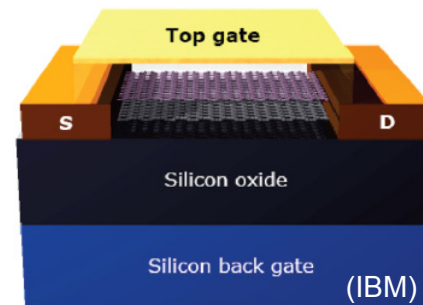
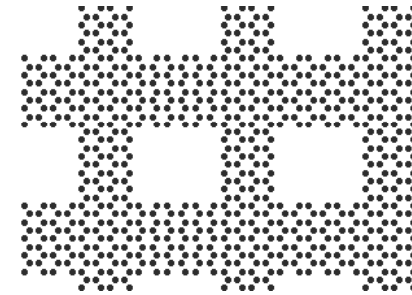


グラフェンのナノ構造制御

ナノリボン加工

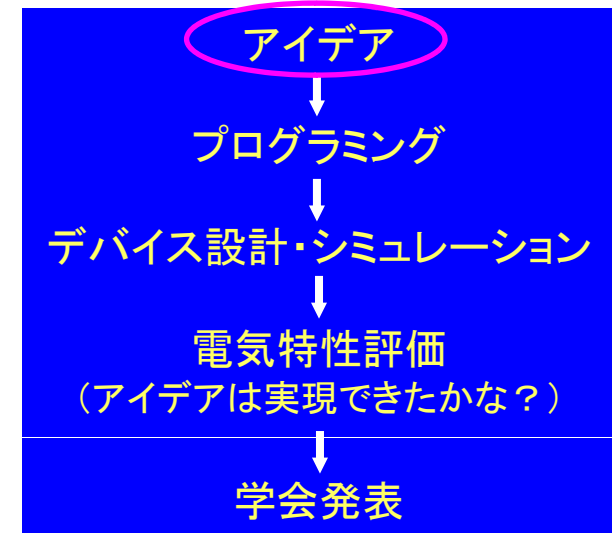


ナノメッシュ加工



グラフェントランジスタ

研究の流れ



■ シミュレーション研究の魅力

- “**計算機実験**”という新しい研究スタイル
- 自分の**アイデア**次第で世界の先を行く

研究室見学

研究室紹介・大学院生との懇談

B-208 / 2E-207

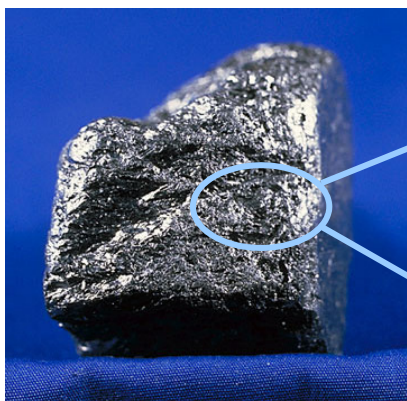
(電気電子棟 2階)

EP4研究室HP (電気電子工学科のHPからアクセス可能)

<http://www.research.kobe-u.ac.jp/eng-nanoelectronics/>

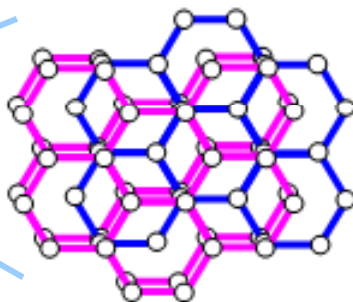
新しいエレクトロニクス材料 ～グラフェン～

グラファイト(黒鉛) = 鉛筆の芯



出典: フリー百科事典『ウィキペディア』

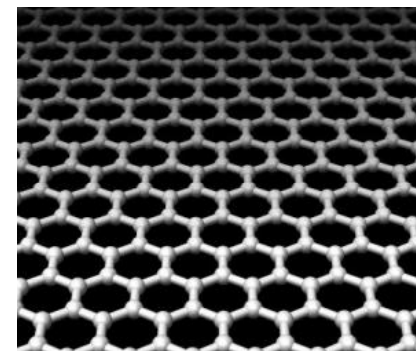
炭素の多層構造
はがれやすい



1枚の層だけ
抽出



グラフェン = 炭素原子1層



結晶構造はほとんど欠陥がないうえ、常温でも化学的に安定している **電気を良く流す (全物質中最大!)**

これで2010年ノーベル物理学賞を受賞!
英国マンチェスター大学
K. S. Novoselov & A. K. Geim

スコッチテープ グラファイト試料 一回剥がした!



～3回テープで薄く、繰り返してSiウエハーにこすりつける!

▲半導体の世界では考えられない原始的作成法

