

Summary

The approaching 2nm node is often described as a “technical limit,” but the real constraint lies in the structure of the semiconductor industry itself. At this scale, challenges in heat dissipation, electrical resistance, power delivery, and interconnect design reveal that microfabrication alone cannot sustain further progress. What is required is a shift toward directional, anisotropic materials that integrate seamlessly with existing processes while offering reproducibility and scalable manufacturing. Carbon Nexus Process (CNP) represents one such direction, combining thermal, electrical, and mechanical anisotropy with industrial compatibility. Interestingly, the same structural challenges appear in the automotive sector, where EV thermal management, power modules, and battery reliability expose similar limits in materials and system design. Ultimately, the 2nm threshold signals not the end of scaling, but the beginning of a new era in which materials innovation and industrial coherence determine the trajectory of technological progress.

半導体の微細化が、2nm に到達しつつある現在、「限界」という言葉が頻繁に語られています。しかしながら、この“限界”は単なる技術的な壁ではありません。むしろ、**材料・熱・電気・供給網・設計思想・産業構造**が複合的に絡み合った「**システムとしての限界**」として捉える必要があります。

2nm 領域では、配線抵抗の増大や電流密度の上昇、熱拡散の困難化など、物理的な制約が顕著になります。微細化が進むほど、**熱は逃げにくくなり、電気は流れにくくなる**という構造的な問題が表面化します。これは材料の性能だけでは解決できず、半導体そのものの構造や産業の前提を見直す段階に入っていることを示しています。

この文脈で重要になるのが、“**方向性を持った材料**”です。次の 10 年を支える材料には、単に高性能であるだけでなく、

- 熱を横方向に逃がす
- 電気を縦方向に通す
- 薄く、強く、加工しやすい
- 既存プロセスと整合する
- 量産で再現性がある

といった**異方性を設計できる特性**が求められます。

その一例として、Carbon Nexus Process (CNP) が挙げられます。CNP は準グラフェン構造を持ち、熱・電気・機械特性の方向性を制御できる点に特徴があります。しかし、CNP の価値は性能だけにとどまりません。**量産プロセス、品質の再現性、供給網、設計思想との整合性**といった“技術の外側にある条件”を満たし得る点にこそ、産業材料としての可能性が存在します。

興味深いことに、この構造は自動車産業にもそのまま現れています。EV の熱問題、パワーモジュールの限界、バッテリーの熱拡散、車載半導体の信頼性など、いずれも **材料 × 熱 × 電気 × 産業構造**が複合的に絡み合った課題です。半導体と自動車は異なる産業に見えますが、実際には同じ構造問題を共有しています。

結局のところ、2nm の限界も、自動車産業の壁も、CNP の産業化も、同じ結論に行き着きます。**技術だけでは前に進みません。産業としての整合性が揃ったとき、初めて動き出します。**

2nm の限界は“微細化の終わり”ではなく、**材料と産業構造を再設計する時代の始まり**です。CNP はその方向性を示す材料の一つであり、次の 10 年の産業変革において重要な役割を果たす可能性があります。