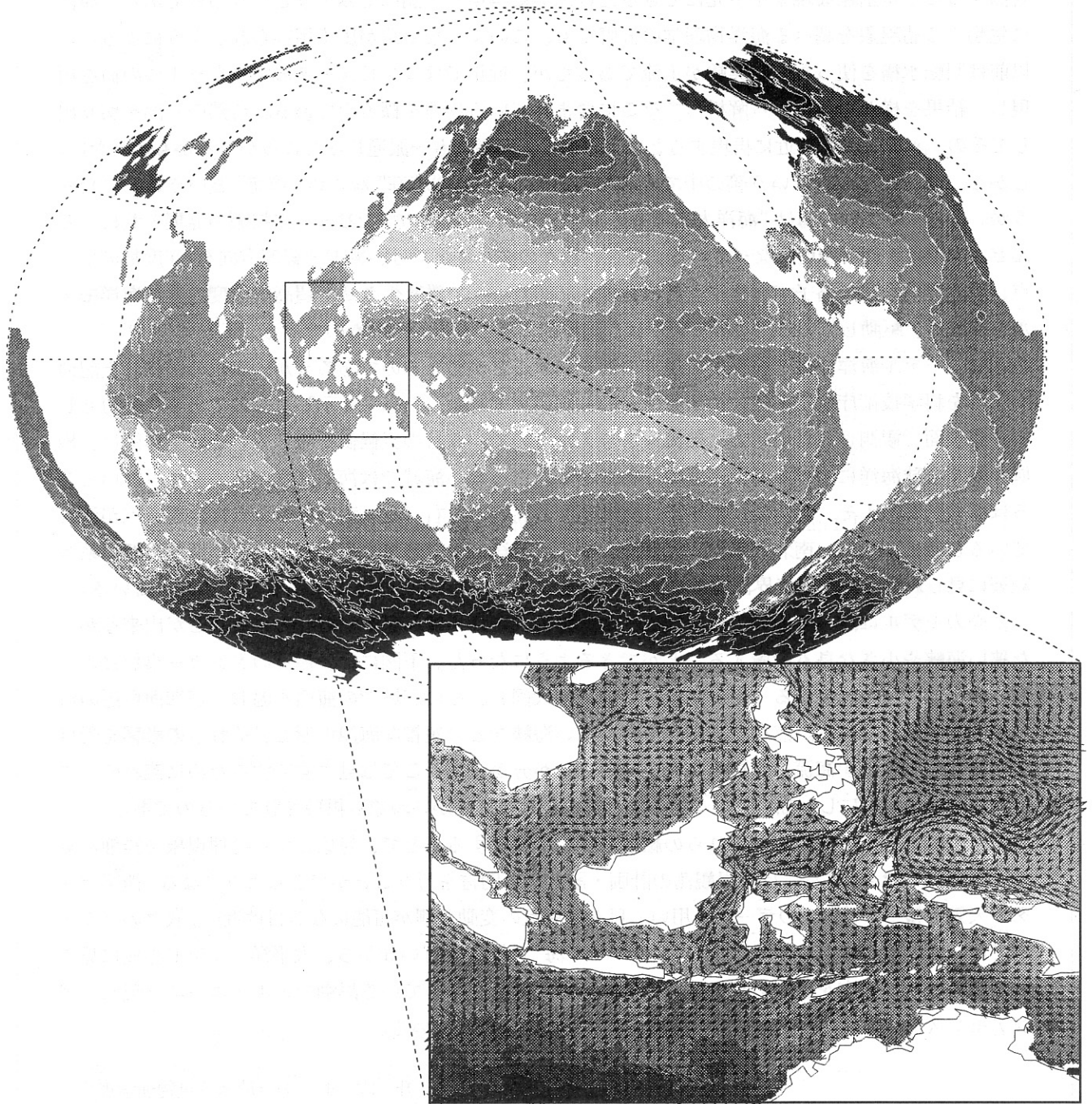


東京大学

大学院理学系研究科・理学部

廣報



表面電子準位バンドを通る電気伝導

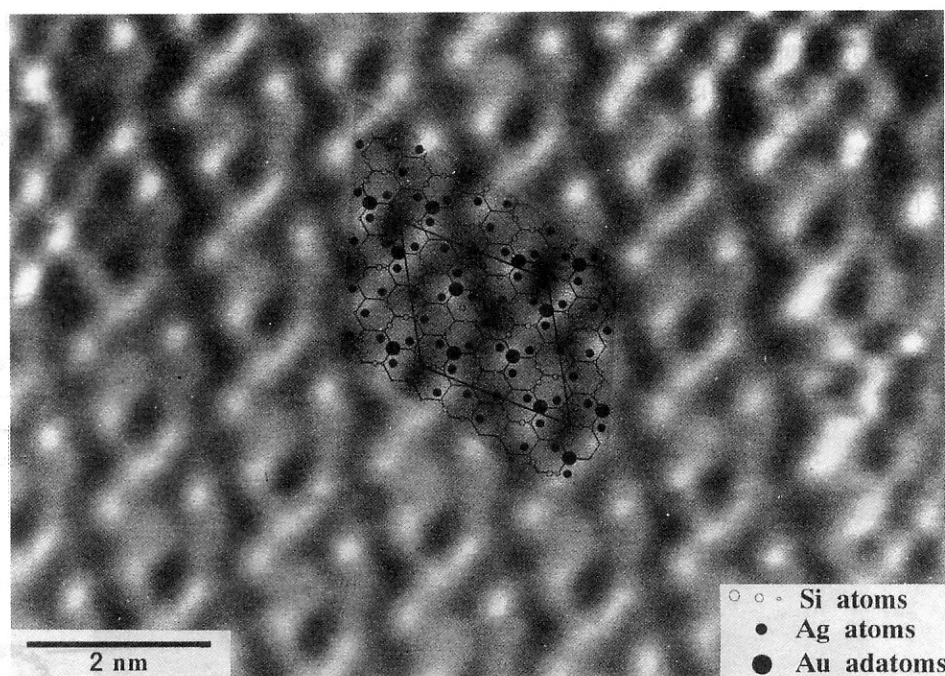
長谷川 修 司 (物理学専攻)

shuji@phys.s.u-tokyo.ac.jp

毎日お世話になっているパソコンやテレビなどの電子機器の心臓部は、シリコン (Si) からできている集積回路である。Si 結晶の中での電流の流れ方を制御して、様々な働きをさせているのである。結晶の中の個々の Si 原子は、4本の「結合手」を持っており、最も近い4つの隣りあった Si 原子と結合して結晶を形作っている。しかし、結晶の最表面での Si 原子には、結合すべき相手の原子が片側に無いため、「結合手」があまって不安定になってしまう。そのため、なるべくエネルギー的に安定になるように表面近傍の原子が適当に並び換えて (例えば、2つの最上層 Si 原子がお互いに結合して対を作る)、あまった「結合手」の数をなるべく減らすように結晶自身が自然に工夫する。このようにして、表面近傍には結晶内部では見られない特殊な原子配列である「表面超構造」が形成される。そうすると、電子状態も結晶内部とは異なるため、電流の流れ方も結晶の最表面では異なる。これが「表面電子準位バンドを通る電気伝導」である。

この種の電気伝導は、いわば表面の最上1原子層だけを流れるもので、究極的な2次元電子系を実現する物理

系として興味をもたれてきたが、実験的にはその存在を確認するまでにはいたっていなかった。しかし、最近私たちは、シリコン表面上に1原子層の銀と0.19原子層の金を吸着させた時に形成される「 $\sqrt{21} \times \sqrt{21}$ 」と呼ばれる表面超構造で、「表面電子準位バンドを通る電気伝導」を実験的に確認することに成功した。下図は、この表面超構造の走査トンネル顕微鏡写真である。一部に、原子配列構造模型をはめ込んである。シリコン表面上に、金と銀原子が特徴的な規則性をもって並んでいる。この表面超構造が表面全体を覆うと、電気伝導度が著しく増大したのである。光電子分光法による電子状態の解析の結果、この電気伝導の増大は、シリコン基板の表面空間電荷層によるものではなく、フェルミ準位を横切る金属的な表面電子準位バンドが新しく形成されることが原因であることをつきとめた。この研究成果は、1原子層の「厚さ」の2次元電子系の輸送特性の研究の端緒を開いたばかりでなく、原子レベルの人工微細構造を利用する次世紀のエレクトロニクスデバイスの研究につながる一里塚になるものと考えている。



Si(111)- $\sqrt{21} \times \sqrt{21}$ -(Ag+Au)表面超構造の走査トンネル顕微鏡 (STM) 写真。原子配列模型もはめ込んである。Auの量がやや不足しているために、Si(111)- $\sqrt{3} \times \sqrt{3}$ -Ag表面超構造が右上および左上に一部残存している。