

職業能力開発総合大学校 校長
工学博士、日本学会議会員
古川 勇二



「平ら」を極める

2万年前の石器、例えば“矢じり”の面は結構平らにできている。多分、古代人は堆積岩のかけらの中から鋭いものを探し、磨いたのかもしれない。3,000年前の銅器や墓石はかなり平らにできている。やはり磨いたのだと思うが、どのように磨いたのであろうか？

堆積岩のかけらを2枚拾ってきて、相互に擦り合わせると表面の出っ張りが少しずつ取れて、次第に平らになっていく。初めにどんな石を拾うか、擦り面にどんな砂を入れるか、どのように擦り合わせるか、などなど上手な人と下手な人がいたに違いない。上手な人は腕が良いと誉めそやされ、やがて石工になったであろう。

当時の仕上げ面の形状は「どんな具合の平ら」なのであろうか？ 大概の仕上げ面は滑らかではあるが、端がだれている。何故かといえば、2枚の石を人が擦り合わせると、どうしても上の石が下の石の端を擦りすぎ、それぞれが凸と凹面に仕上がってしまう。ちなみに最近の墓石は機械的に平らにするので、墓石の前で拝むと自身の顔が鏡のように映し出されて気持ちが良いものではない。昔の墓石は少しだけ湾曲していて、顔がぼやけるようにできている。

それでは、3枚の石を準備し、その2枚ずつの組み合わせで相互に擦り合わせたら、表面はどのように仕上がるのであろうか？ 初めのAとBで擦ると滑らかになるが、Aは凸面にBは凹面になる可能性が高い、次にCとBを擦り合わせると、Cは凸面にBは凹面になるかもしれない。それでは凸になったA面と、同じく凸になったC面を擦ると互いに出っ張り部分が擦られて減るから、凸面よりも平らになるはずである。このように3枚の石の2枚ずつを組み合わせ続けて擦り続けると出っ張り部分が限りなく取られるから、最後に仕上がる面は、A、B、Cのいずれも限りなく真平らに近づく、これを「三面定盤の原理」と呼んでいる。

現代の産業の米である半導体は、シリコンの真平らな基板の上にミクロな電子回路を刻んだものである。この基板は、純度100%のシリコンを溶かし、その先端に細い針を当てるとそこから固まり始める、溶融シリコンの温度を徐々に下げていくと初めの種の結晶につながって次々と結晶が進むので、最後にはすべてが1つの結晶からできた直径30cmの

シリコン単結晶の塊（インゴット）ができる。この技術は今日ほぼ日本が独占している。次に、三面定盤の原理によって真平らにしたラップ（鋳物で作った大きな円盤）の間に薄く輪切りにしたシリコンを挟んで擦り、ラップの平面をシリコンウェファーに転写し磨いていくと、鏡のようなシリコン基板が出来上がる。

3,000年前の技能と最先端の技術でも、平らにする原理に変わりはないのである。この事例が示すように、「もの」をつくる知識の体系は、まずは現場経験的な技能が先行し、多くの技能経験が集約、整理され技術知識へと体系化されてきた。

さて、3,000年に及ぶ“平ら”の作り方の基本は凸部分を除去することにあるが、加工においては何故、凹み部分を埋めていかないのかと不思議に思った。物体の表面は究極的には分子の手が開いた状態にあるのだから、分子レベルでみれば凹みとは分子群の欠落状態ともいえる。それならば1粒にした分子を凹み部分に埋めていけば究極の平らが作れるのではないか、その方法として分子線エピタキシがある。そのためにはまずシリコンを気体状態にして分子をばらばらにし、その1個ずつをシリコン基板の上に乗せてかなくてはならない。1,000℃以上の高温、10⁻⁹Torrにも及ぶ真空を達成し、ばらばらにした分子を基板上に堆積させることができた。結果としてシリコン分子が2～3個、すなわち4～6オングストローム程度の超平面を実現することができた。そこに至るまでには、真空チャンバーの調整技能、シリコン基板の結晶方位制御技術、そして分子結合にかかわる量子科学が総合されなければならなかった。技能・技術・科学の連鎖が夢を実現できると思いついた。

ふるかわ ゆうじ

略歴

昭和58年 東京都立大学工学部教授

平成元年 東京都立大学評議員

平成5年 東京都立大学工学部長・工学研究科長

平成10年 東京都立大学都市研究所長・都市科学研究科長

平成13年 東京都立大学工学研究科長・工学部長

平成15年 東京農工大学工学部機械システム工学科教授

東京都立大学名誉教授

平成17年 東京農工大学大学院技術経営研究科（MOT）長

平成20年 大連理工大学名誉教授

10月 現職