

はんだ理論 (その 2)

(株)日本電子音響 **NIDEON**

金属の結晶構造を前に示しましたが、原子同士がバラバラでは結晶構造にはなりません。結晶化するための原子間距離と各原子のポテンシャルエネルギーの関係を考えてみましょう。図 2 に 2 つの原子間の距離とその間に働くポテンシャルエネルギーの関係を表した図を示します*1。

相互ポテンシャル エネルギー

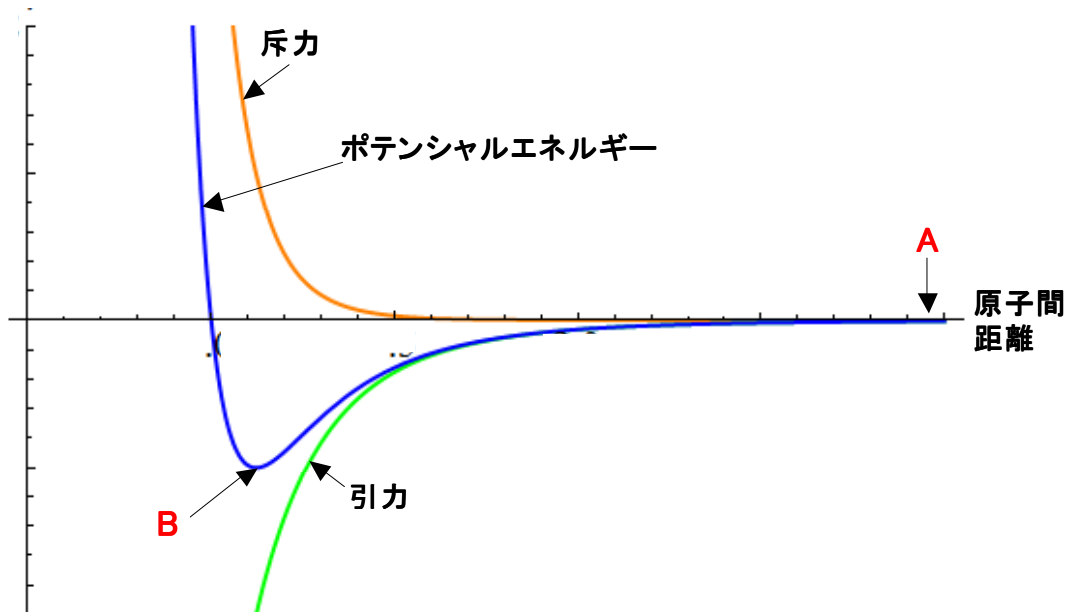


図 2 2つの原子間に働くポテンシャルエネルギー

グラフの右方向を見ると引力と斥力の合力であるポテンシャルエネルギーがマイナスになっています。すなわち原子の距離が離れている場合は原子間に引力が働くことが分かります。ただし、A点のような原子間距離が離れすぎているとその引力は非常に弱いもので0に近くなっています。よって原子間距離が離れすぎている場合は互いの原子をひきつける力はほとんどありません。よって原子が結合することはありません。そこから何らかの力が働き原子間距離が近づくと引力のほうが斥力より強くなり、ポテンシャルエネルギーが指数関数的に急激にマイナス方向(エネルギーが安定する方)に向かうことがわかります。すなわち原子間距離が近づいていくに従い引力が強くなり原子同士が急激に近づきます。原子を引きつける力はB点で最高になり(ポテンシャルエネルギーは最低になり)それ以上近づこうとすると斥力が指数関数的に急激に増えてポテンシャルエネルギーも指数関数

的にプラスになってしまい、それ以上原子が接近することが難しくなります。すなわち2つの原子を考えたモデルではB地点の距離が最も安定な距離だということになります。

銅の結晶を考えると、複数の銅原子のポテンシャルエネルギーが安定な位置となって収まったのが図1の面心立方格子の形だということになります。

すなわち金属が結晶になるためには、引力が働く距離まで原子が近づくことが必要になります。工業的に金属を結晶化させる力（原子を近づけるエネルギー）は主に熱エネルギーが用いられます。金などの柔らかい金属には圧力が用いられることもあります。

固体金属の表面は平坦ではなく凹凸があります。凹凸のある金属（A）と金属（B）を2種類の金属を結合する場合、図3に示すように原子同士の距離は場所により異なります。

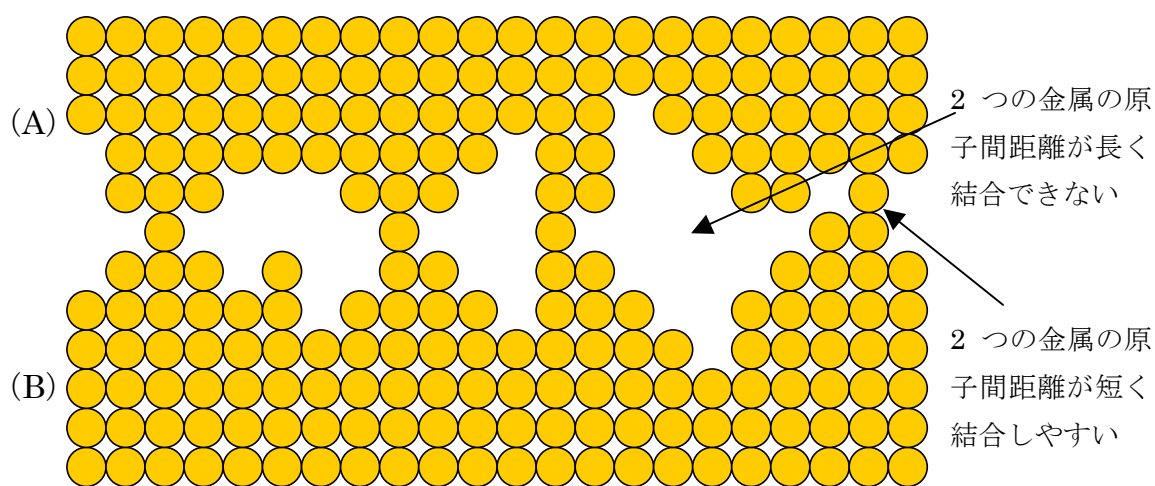


図3 2種類の金属の接合イメージ

図3より、固体金属同士を結合させる場合、互いの原子の距離が短くなるのが重要なことです。図3では結合に関与できない原子が大部分なので、金属（A）と金属（B）は結晶になる事はできません。その場合、一般的には金属を融かして原子同士を一度ばらばらにして原子同士が結合できる距離（ポテンシャルエネルギーが働く距離）まで近づけているのです。（金の場合には延性があるので圧力により互いの原子を近づける方法も取れます。）

金属を融かして原子間距離を短くして結合させる場合、金属を融かす温度が重要になります。銅の融点は1083℃、銀は961℃と非常に高いのですがはんだは200℃前後と低いので、低い温度で融けるはんだを使って2つの固体の金属を接合させるのがはんだ付けの考えかたです。はんだの役割については後の項でもう少し詳しく説明します。

次回は金属結晶について内部原子と表面原子の違いがどのように結合に影響するか学んでいきましょう。

※ 1 レナード=ジョーンズ・ポテンシャル モデルに引力と斥力を加えた図です。