

シリコンにもものをつける

徳島県立城南高等学校応用数理科 3 年

鎌田 涼輔

澤 あゆみ

目次

概要	P2
研究動機	P2
実験器具	P2
実験 1	P3
仮説 1	P3
結果 1	P3
実験 2	P3
仮説 2	P3
結果 2	P3
実験 3	P4
仮説 3	P4
結果 3	P4
考察	P4
結論	P4

【概要】

シリコン製品は難接着性であり、他のものや物質と接着剤でくっつけたり、シールやテープで貼って留めたりすることが出来ない。しかし、接着剤単体では不可能であったが、異なる種類の接着剤を混ぜ合わせて用いるとシリコン製品と他のものをくっつけることが出来た。その組み合わせの一つが瞬間接着剤と万能接着剤である。この組み合わせがなぜシリコン製品とものの接着を可能にしたのか、そのメカニズムを探る実験をした。

【研究動機】

この研究を始めたきっかけは、手持ち部分がシリコン素材である子供用スプーンに名前シールを貼ってもすぐに剥がれてしまうことである。シリコン製品にはシールやテープを貼ることも、接着剤で他のものをくっつけることも出来ない。これらを踏まえて接着方法を考えているなかで、いくつかの種類の接着剤を組み合わせると、シリコン製品に相性の良い性質を持つ組み合わせが見つかるのではないかと考えた。実験を進めていくうちに、2つの仮説を考え出した。接着剤が混ざったときに元の接着剤と異なる性質を持つ別の接着剤に変化したのか、またはそれぞれの接着剤の成分がシリコン製品とものに互いに働いているのかというものである。それにも興味を覚えたので実験してみた。

【実験器具】

- ・瞬間接着剤：化学反応形接着剤（成分）シアノアクリレート 99.9%
- ・プラスチック用接着剤：溶剤形接着剤（成分）スチレン・ブタジエンゴム、有機溶剤
- ・万能接着剤：溶剤形接着剤（成分）スチレン・ブタジエンゴム、有機溶剤
- ・シリコン製品
- ・木材
- ・電子天秤

【一般的な接着と剥離のメカニズム】

接着と剥離は表裏一体であり、互いに深い関係がある。

ものともものが接着していると、それには次の3つが関与していると言われる。アンカー効果・分子間力・化学結合である。アンカー効果とは、ものの表面がザラザラしているとき、その凹凸に接着剤が入って固まることである。分子間力は、ものと接着剤との分子間でプラスマイナスの静電気が働き、互いに引き寄せられることで発生する。そして、化学結合は共有結合や水素結合により、ものの表面と接着剤を構成する物質とがくっつく。

剥離には、界面剥離（かいめんはくり）と凝集剥離（ぎょうしゅうはくり）がある。金属どうしを接着させたものを強制的に剥がすとき、金属と接着剤がきれいに剥がれたときが前者、金属表面に接着剤が残っているときが後者である。つまり、前者では金属と接着剤それぞれの表面で剥離しているが、後者では固まった接着剤が内部で割れたことになる。

【実験 1】

○ 3 種類の接着剤の中から 2 種類を選び、混ぜ合わせた状態で木材を接着してみる。

※この実験では接着剤の質量を正確に量らず、見かけ上で一般的なサクランボ 1 粒分くらい（直径 20mm 程度）の大きさに統一して試してみた。

※接着剤の組み合わせ：①瞬間接着剤 + 万能接着剤

②瞬間接着剤 + プラスチック用接着剤

③万能接着剤 + プラスチック接着剤

【仮説 1】

○瞬間接着剤が混ざっている組み合わせであれば、シリコン製品と木材を接着することが出来る。

【結果 1】

○瞬間接着剤と万能接着剤の組み合わせの場合に接着できた。

※「接着」の定義：接着面を 0 度として 90 度、180 度の方向に引き剥がす。

（引き剥がす操作を以下、剥離方法と呼称する。）

① 180 度剥離方法：180 度の方向に引き剥がす際に、1.25 kg のおもりを吊るし、接着面が剥がれるかどうかで判断する。

② 90 度剥離方法：手で引っ張り、接着面が剥がれるかどうかで判断する。
（正確さと統一性の面では不十分である。）



【実験 2】

○実験 1 で接着できた瞬間接着剤と万能接着剤の組み合わせで、シリコンどうしを接着してみる。

【仮説 2】

○接着できると考えられる。

【結果 2】

○接着できた。一方で、瞬間接着剤の単体及び万能接着剤の単体を用いて、シリコン製品どうしを接着してみたが、すぐに剥がれてしまった。

【実験 3】

○瞬間接着剤と万能接着剤の各質量を電子天秤で量り、混ぜる質量比を変えて木材に接着した。

※シリコン製品と木材を接着してから 3 分間放置し、そこから 30 秒おきに 90 度剥離方法で接着出来たかどうかを確かめた。



【仮説 3】

○瞬間接着剤の質量比を大きくするほど、接着にかかる時間が短くなる。

【結果 3】

○瞬間接着剤の質量比が大きくするほど接着にかかる時間が短くなったが、万能接着剤の質量比を大きくすると接着にかかる時間が短くなった。

瞬間接着剤	万能接着剤	時間(分)
1	1	約 7 分
2	1	約 6 分
3	1	約 5 分
1	2	約 7.5 分
1	3	約 8 分

質量比

接着に要する時間

【考察】

実験 2 より、瞬間接着剤と万能接着剤の組み合わせで、シリコン製品どうしを接着することが出来た。瞬間接着剤単体や万能接着剤単体では不可能であったが、それが覆されたことになる。この現象の説明を今回使用した接着剤のメーカーに問い合わせたが、検証されていないとのことだった。実験 3 より、接着には瞬間接着剤が大きく作用していることがわかったが、瞬間接着剤のみでは接着できなかったことから万能接着剤と混ぜることが必要条件である。

【結論】

私たちの研究で今まで接着させることが困難であったシリコン製品と木材の接着だが、瞬間接着剤と万能接着剤を混ぜることでそれらを可能にした。その仕組みは分からないが接着力が強まったことは明らかになった。この仕組みを踏まえて、研究動機にもあるようにシリコン製できたスプーンに名前シールを貼ることが容易になってほしい。