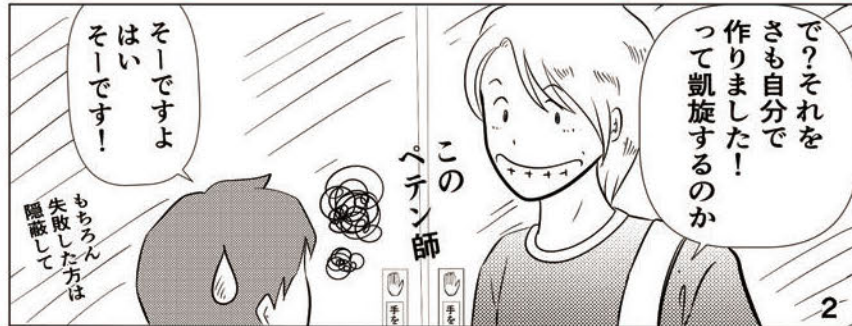
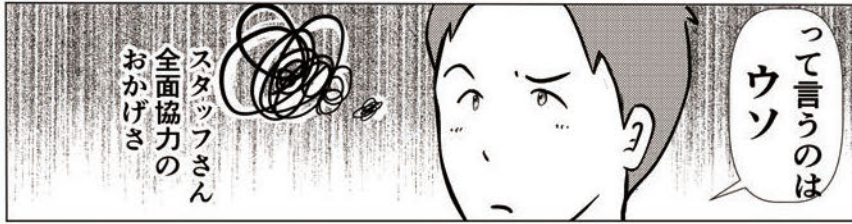


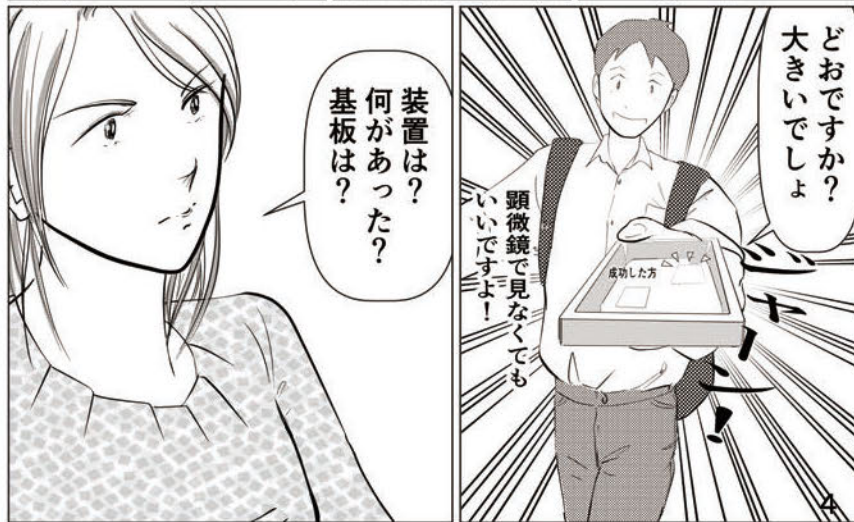
第4話 2.5次元インターカレーション

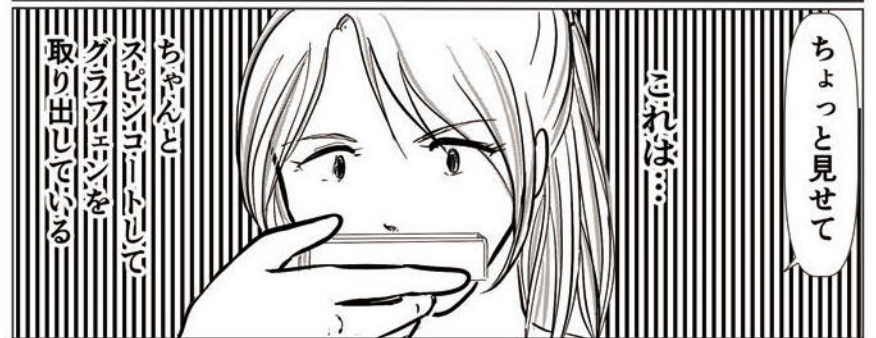


令和3(2021)年度学術革新領域研究(A)
2.5次元物質科学:
社会変革に向けた物質科学のパラダイムシフト

NEWS
LETTER









だいたい
大きなグラフェンが
出来たくらいで

天狗にならないで
欲しいんだけど

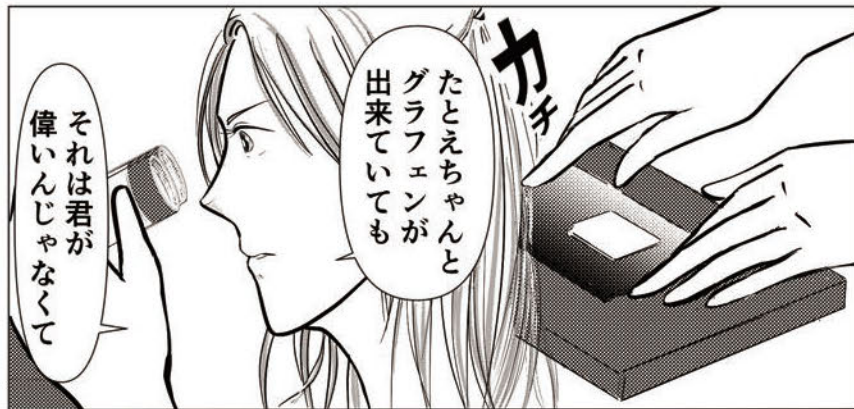


え？

本当の研究が
どんなもので
知りもしないで

前から
そう言っ
てるんだけど

研究ごっこ
しに来るなら
他に行っ
てちょうだい



たえちゃん
とグラフェンが
出来ていても

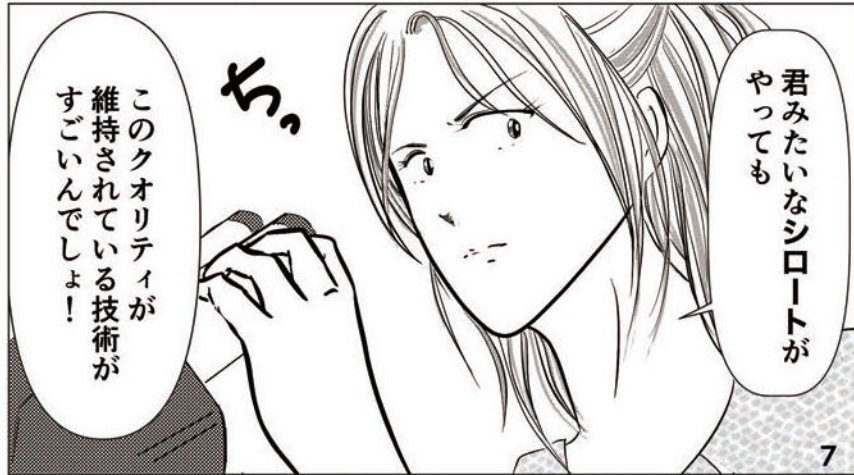
それは君が
偉いんじゃない



こ…これは

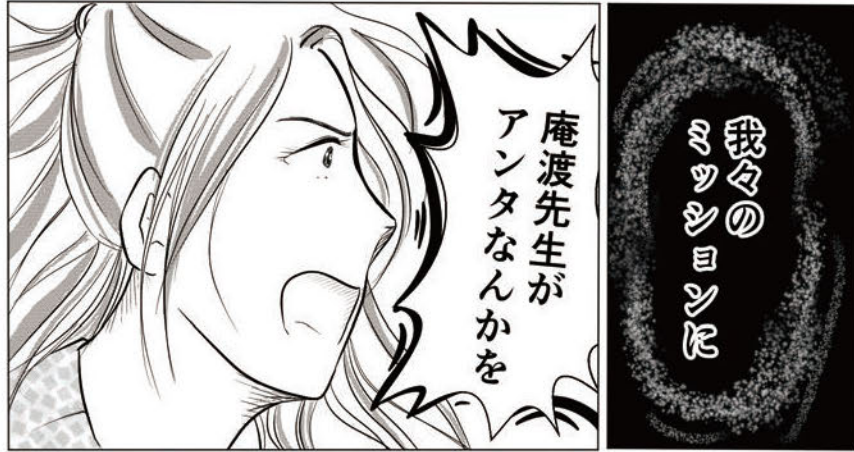
確かに見てみないと
わからないこともあるかも
しれない

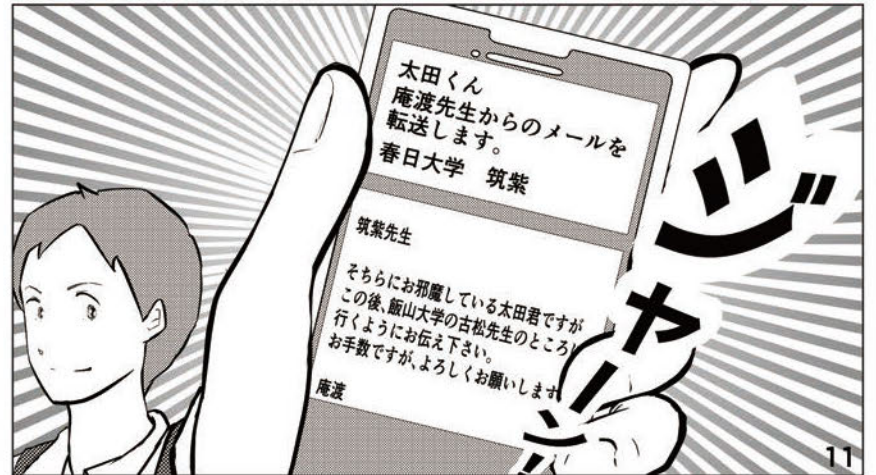
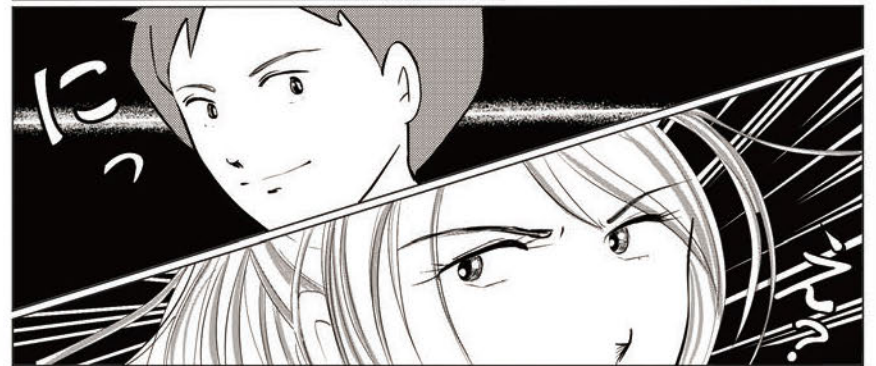
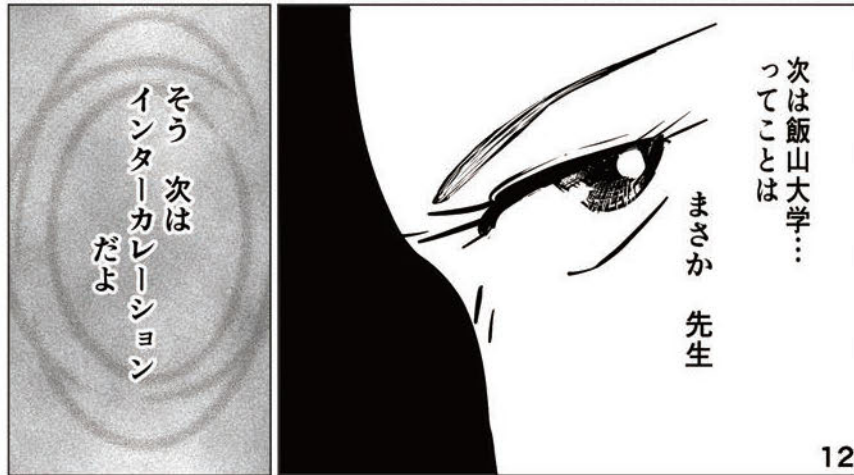
第3話参照、まささらなグラフェン

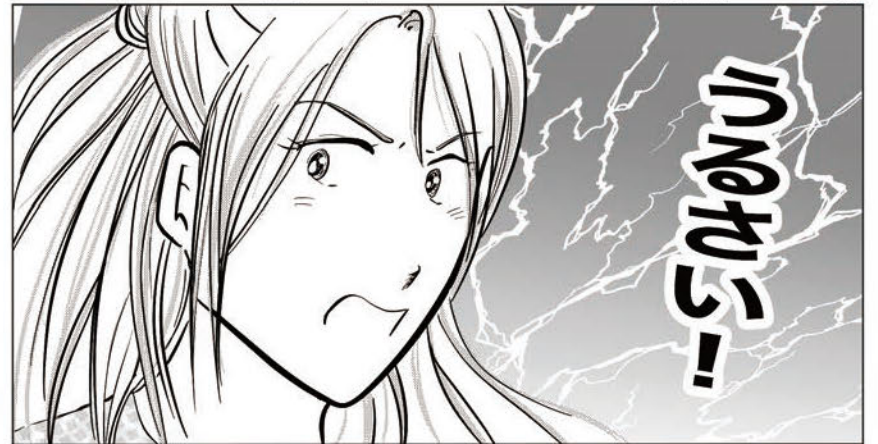


君みたいなシロートが
やっても

このクオリティが
維持されている技術が
すごいんですよ！







化学反応で黒鉛などの層状物質の間に物質を挟むこと

黒鉛

そうすることで熱、電気、光などの性質がどう変化するかを研究する

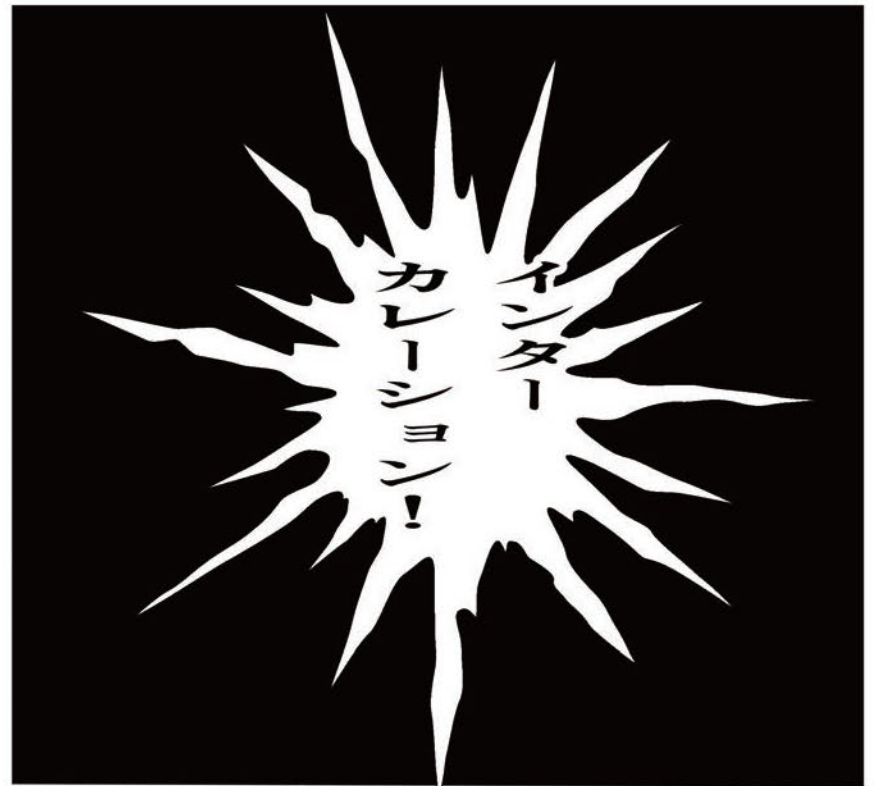
特に古松研究室では黒鉛やグラフエンに銅やモリブデン塩化物アルカリ金属などを使ってインターカレーションしている

インターカレーションをどう実験してるのかちゃんと学んで報告するように!

それで良いんですか?

あ、はい!!

16



あ、あ、あ、インターカレーションってのはねえ

お、お、お、

はいはい、なんすか?

もみもみ

15



夢が叶うとおお
おんがんがん



あんなに
ヘラヘラシートなのに
ホントにそんなこと
出来るのか?

俺や身を持って
知ってたぞ※

インターカレーションねえ
グラフィックの中になんか挟む
…って

※第3話参照のこと



あ…んがんがん
おんがんがん



それでいい…
って

はあ…
おめでたい奴



来週の訪問までに
古松研究室のホーム
ページくらい読んで
行きなさいよ

それから
行く前に
こっちに寄って
から行って

あ…はい

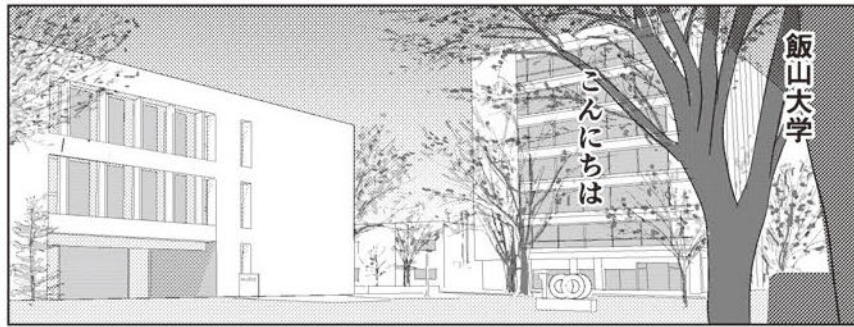


梅沢研究室

パタン!



じゃ
また来ます



こんにちは

飯山大学



初めまして
庵渡先生の学生さんが
来てくれるなんて光栄

今日よろしくお願ひします
インターカレーションって
なんか不思議っていうか

入りたい分子が
うまいこと入って
いくのが驚きで…



そうなのよ
スルスルって
入っていく感じなの

あ、荷物
そこへ置いてね

百聞は一見に如かず
早速、インターカレーションの
実験やってみようか

あ、
はい



訪問日当日

おはよう
ございます

先輩これから
行きますけど
なんか用事ですか？

なんでもない…
ちゃんと予習
したの？



うーん、
まあなんとなく

つたく…
ついでにおいき



じゃあ



行ってきまーす



これでガラスを溶かして密閉するの。

ババーナー



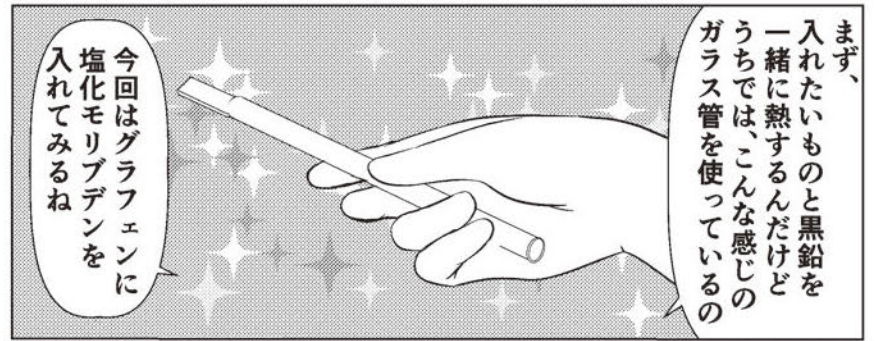
で、この電気炉で約300℃で熱してインターカレーションを起こさせるの

あ、あ



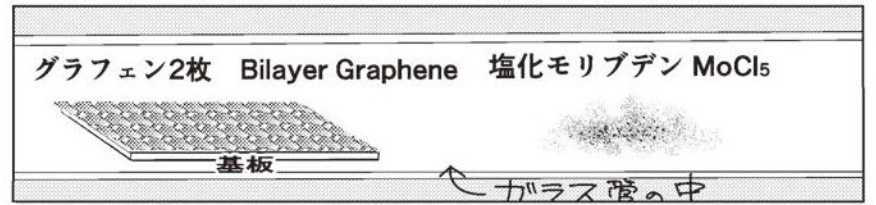
あ！これ、春日大の筑紫研究室でCVDってのやった時に使わせてもらいました

短いものだと数時間長いものだと1週間くらいかな



今回はグラフェンに塩化モリブデンを入れてみるね

まず、入れたいものと黒鉛を一緒に熱するんだけどうちでは、こんな感じのガラス管を使っているの



グラフェン2枚 Bilayer Graphene 塩化モリブデン MoCl₅

基板

ガラス管の中



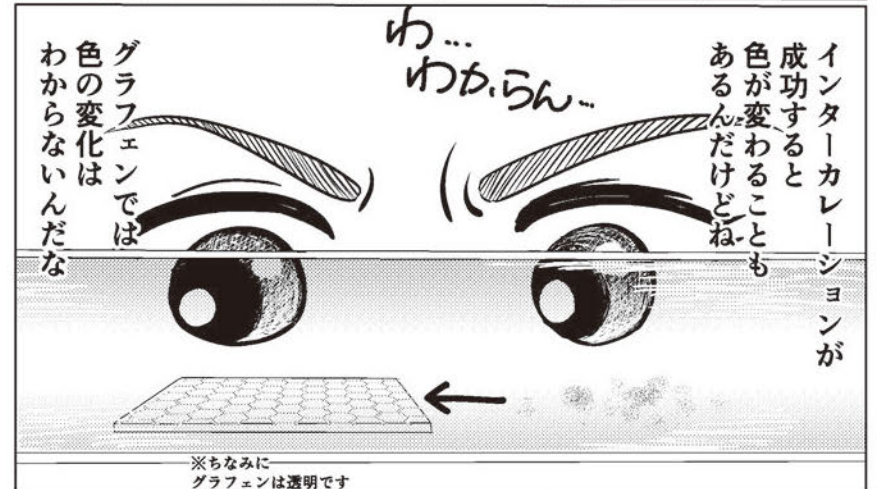
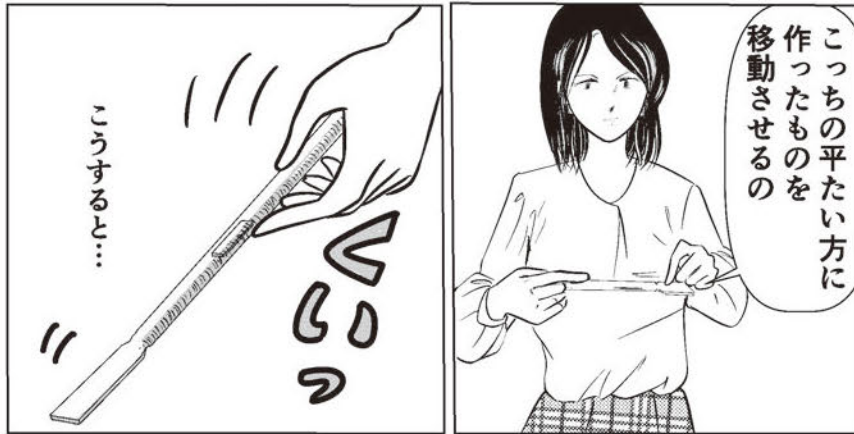
このチューブをセットして真空にするよ

空気ですら入ったらいけないから真空にしないとね



そう、そこで、これ

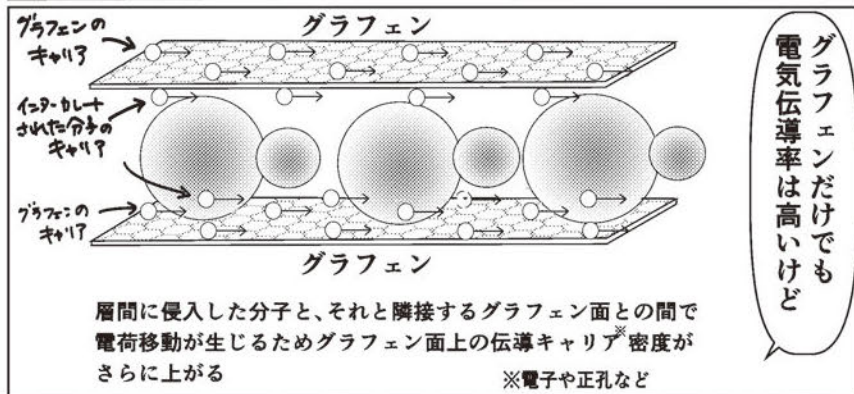
え？真空にしてもこのチューブを外したらまた空気が入りますよ





チェックすることは
たくさんあるけど
まずは電気伝導率

ここから
どうするんですか？



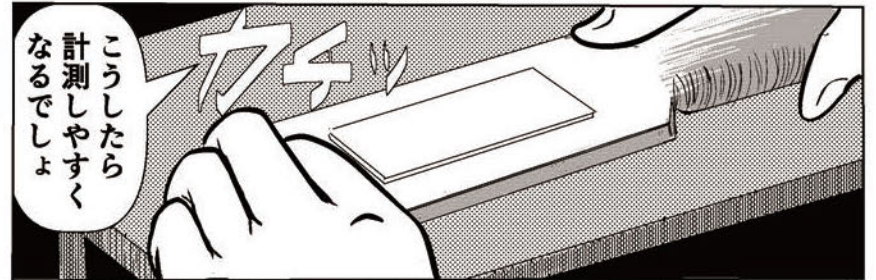
電流よく流れる

つまり抵抗は
小さい

あー
確かに

ってことは逆に
抵抗率は下がるのね

インターカレート
された分子のために電気
伝導率がさらに上がるの



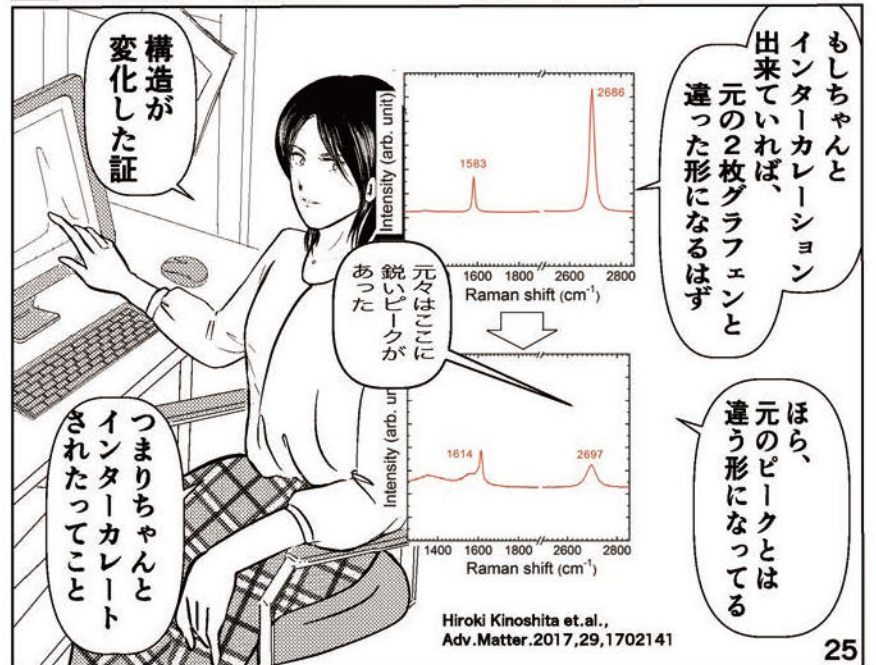
こうしたら
計測しやすく
なるでしょ

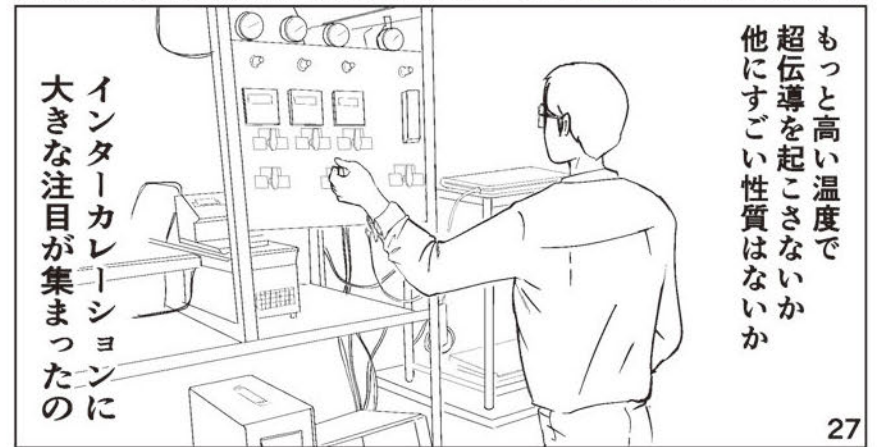
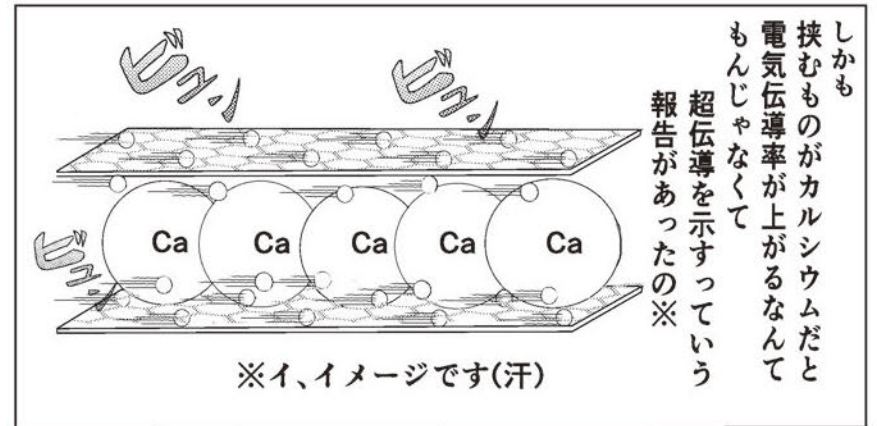
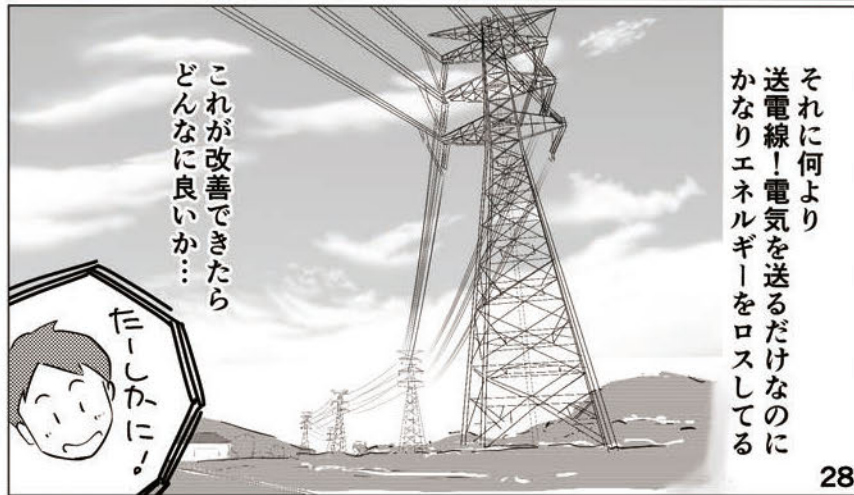
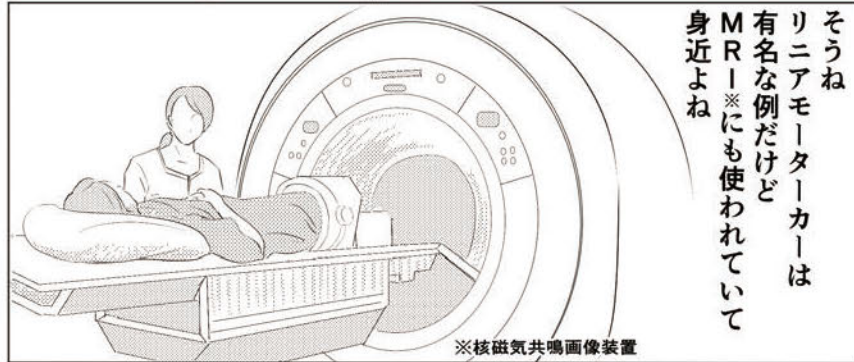


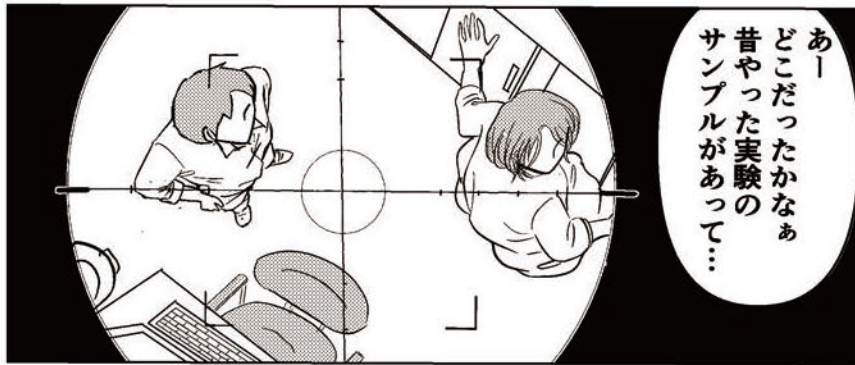
このガラス管はね
職人さんに特注で
作ってもらってるの

へえ
すげえ

不器用な俺には
もってこいの
工夫だな！







あー
どこだったかなあ
昔やった実験の
サンプルがあって…

実はね
色は物質の構造を
反映しているのね
インターカレーション
すると色が変わる
ことがよくあるのよ

10年前に黒鉛に
セシウムをはさんだのね
その時の青い色が今も
変わっていないの

実はエチレンも入ってますが青い色はセシウム由来

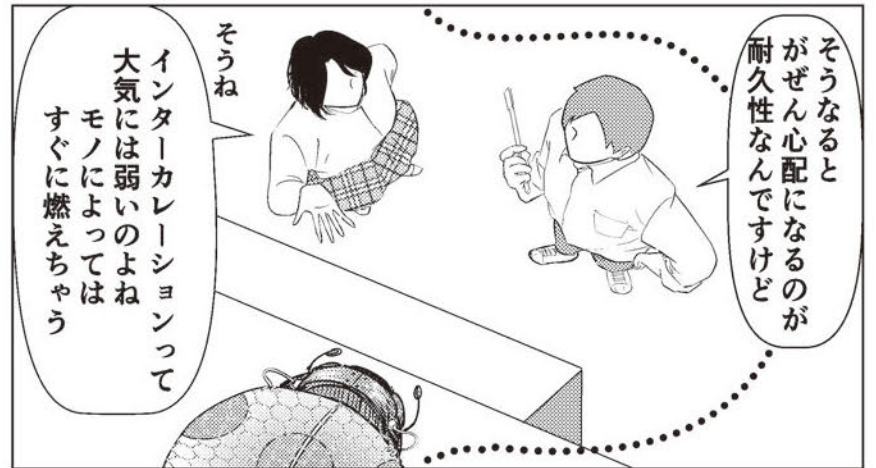


え？先生、
そんな前に
作った
材料を
保存して
るんですか？

10年もの
インターカレーション？
黒鉛層間化合物は
大気下では不安定なはず

つまり10年は
性質が変わってないと

30



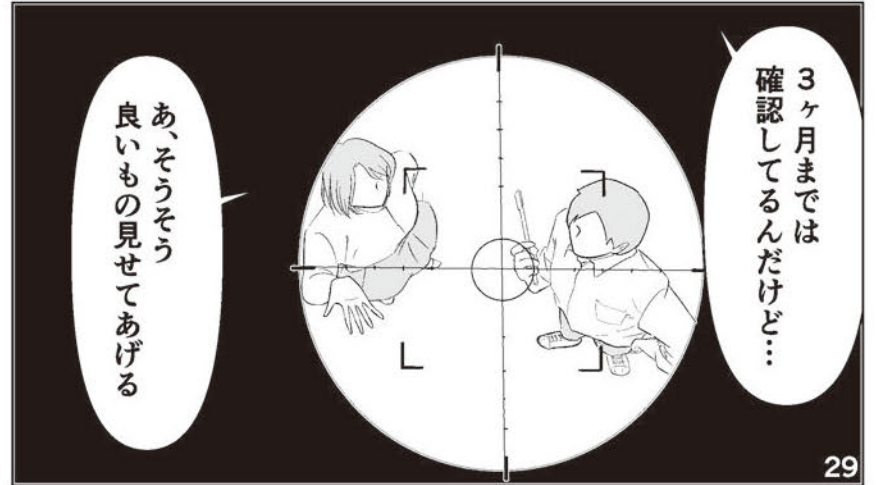
そうなるよ
がぜん心配になるのが
耐久性なんですけど

そうね
インターカレーションって
大気には弱いよね
モノによっては
すぐに燃えちゃう

今日やった
塩化モリブデンを
グラフエンに
インターカレート
した実験では

Figure 4. a) Time dependence of sheet resistance of BLC. Pristine BLC was annealed under the same temperature profile in vacuum used to intercalate MoCl₅. b) Sheet resistance of BLC. Pristine BLC was annealed under the same temperature profile in vacuum used to intercalate MoCl₅. c) Comparison of doped BLC samples. Orange: ref. [10], pink: ref. [12], green: ref. [29], black: ref. [30], blue: ref. [31]. d) FOM of each BLC sample shown in (c).

rich BLC sheet did not show such sheet resistance decrease in the first few days. We speculate that the high p-type doping realized by the effective intercalation, which lowers the Fermi level, prevents further charge transfer from gaseous molecules. This also reflects the high degree of intercalation in the twist-rich BLC. The sheet resistance gradually increased to 105 Ω □⁻¹ after one month. This value is only 26% increase from the pristine BLC. Even after three months, the intercalated sample still value and it is still less than one-fourth of the pristine BLC (440 Ω □⁻¹). Even after three months, the intercalated sample showed a sufficiently low sheet resistance, 110 Ω □⁻¹. Our work shows that the sheet resistance of the twist-rich BLC increases by 40% only after three months. It is worth Hirōki Kinoshita et al., Adv. Mater. 2017, 29, 1702141



3ヶ月までは
確認してるんだけど…

あ、そうそう
良いものを見せてあげる



先生は10年ものインターカレーションを持っていたりもうこの研究長いんですか？

そうなの物持ちもいいけど身持ちもいいのよね

返さないでほしいかな



大学院の頃からずっとインターカレーション一筋

ん？どっかで聞いたぞその言葉※

※第9話参照のこと



もうやめようかなって思うこともあったけど

その度に面白い発見がされて私も実験してみようって思うのよね

うわ！
これイけるかも！！

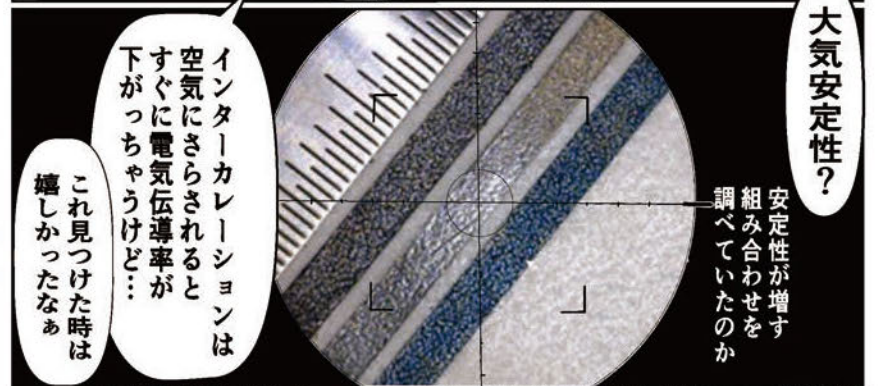


俺ならすぐ捨てちゃう

違う違う！これも実験のうちよ大気安定性の検証

捨てるの？
これだからシロートは…

あー
あったあった

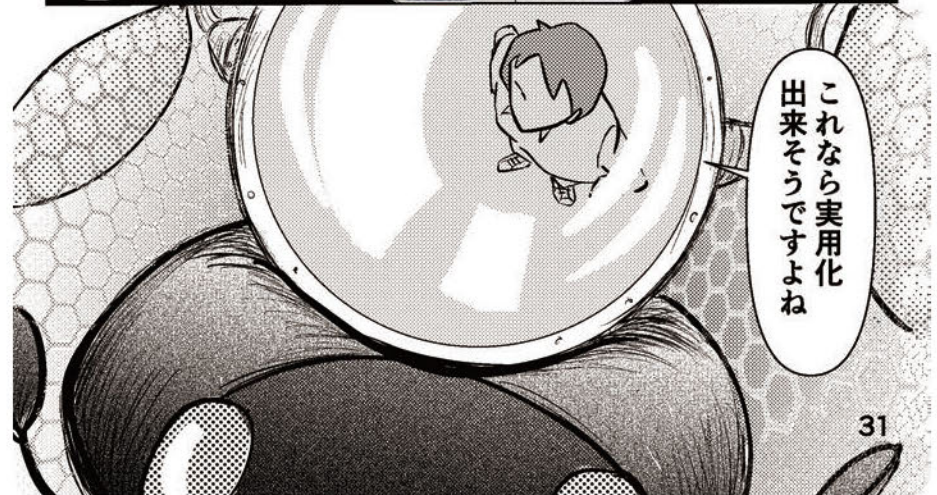


大気安定性？

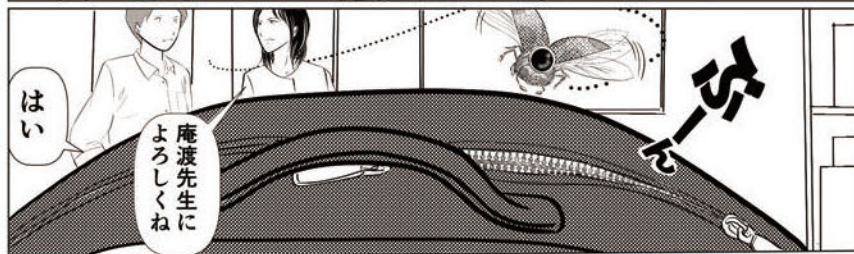
安定性が増す組み合わせを調べていたのか

インターカレーションは空気にさらされるとすぐに電気伝導率が下がっちゃうけど…

これ見つけた時は嬉しかったなあ



これなら実用化出来そうですね



第4話監修
A02班 松本里香教授(東京工芸大学)
詳しくは <https://25d-materials.jp>
©もんでんひでこ
門田美子 神奈川工科大学 講師(物理)
産城広明担当 サイエンスコミュニケーター

