


# 第8話 群雄割拠な量子ビット





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

## 2.5次元研究室へ ようこそ

© もんでんひでこ

「研究者の底力」という久能城の言葉が妙に腑に落ちたのだった。

ただ、帰り際に、「庵渡先生を最近研究会などで見ない」と聞かされて、浩二はなんとか取り繕って帰路に着いたのだったが、それを聞いていた久能城先輩は頭を抱え…

「研究者の底力」という久能城の言葉が妙に腑に落ちたのだった。

ただ、帰り際に、「庵渡先生を最近研究会などで見ない」と聞かされて、浩二はなんとか取り繕って帰路に着いたのだったが、それを聞いていた久能城先輩は頭を抱え…

「研究者の底力」という久能城の言葉が妙に腑に落ちたのだった。

ただ、帰り際に、「庵渡先生を最近研究会などで見ない」と聞かされて、浩二はなんとか取り繕って帰路に着いたのだったが、それを聞いていた久能城先輩は頭を抱え…

「研究者の底力」という久能城の言葉が妙に腑に落ちたのだった。

ただ、帰り際に、「庵渡先生を最近研究会などで見ない」と聞かされて、浩二はなんとか取り繕って帰路に着いたのだったが、それを聞いていた久能城先輩は頭を抱え…

「研究者の底力」という久能城の言葉が妙に腑に落ちたのだった。

ただ、帰り際に、「庵渡先生を最近研究会などで見ない」と聞かされて、浩二はなんとか取り繕って帰路に着いたのだったが、それを聞いていた久能城先輩は頭を抱え…

「研究者の底力」という久能城の言葉が妙に腑に落ちたのだった。

ただ、帰り際に、「庵渡先生を最近研究会などで見ない」と聞かされて、浩二はなんとか取り繕って帰路に着いたのだったが、それを聞いていた久能城先輩は頭を抱え…

「研究者の底力」という久能城の言葉が妙に腑に落ちたのだった。

ただ、帰り際に、「庵渡先生を最近研究会などで見ない」と聞かされて、浩二はなんとか取り繕って帰路に着いたのだったが、それを聞いていた久能城先輩は頭を抱え…

「研究者の底力」という久能城の言葉が妙に腑に落ちたのだった。

ただ、帰り際に、「庵渡先生を最近研究会などで見ない」と聞かされて、浩二はなんとか取り繕って帰路に着いたのだったが、それを聞いていた久能城先輩は頭を抱え…

「研究者の底力」という久能城の言葉が妙に腑に落ちたのだった。

ただ、帰り際に、「庵渡先生を最近研究会などで見ない」と聞かされて、浩二はなんとか取り繕って帰路に着いたのだったが、それを聞いていた久能城先輩は頭を抱え…

「研究者の底力」という久能城の言葉が妙に腑に落ちたのだった。

ただ、帰り際に、「庵渡先生を最近研究会などで見ない」と聞かされて、浩二はなんとか取り繕って帰路に着いたのだったが、それを聞いていた久能城先輩は頭を抱え…

「研究者の底力」という久能城の言葉が妙に腑に落ちたのだった。

ただ、帰り際に、「庵渡先生を最近研究会などで見ない」と聞かされて、浩二はなんとか取り繕って帰路に着いたのだったが、それを聞いていた久能城先輩は頭を抱え…

「研究者の底力」という久能城の言葉が妙に腑に落ちたのだった。

ただ、帰り際に、「庵渡先生を最近研究会などで見ない」と聞かされて、浩二はなんとか取り繕って帰路に着いたのだったが、それを聞いていた久能城先輩は頭を抱え…

「研究者の底力」という久能城の言葉が妙に腑に落ちたのだった。

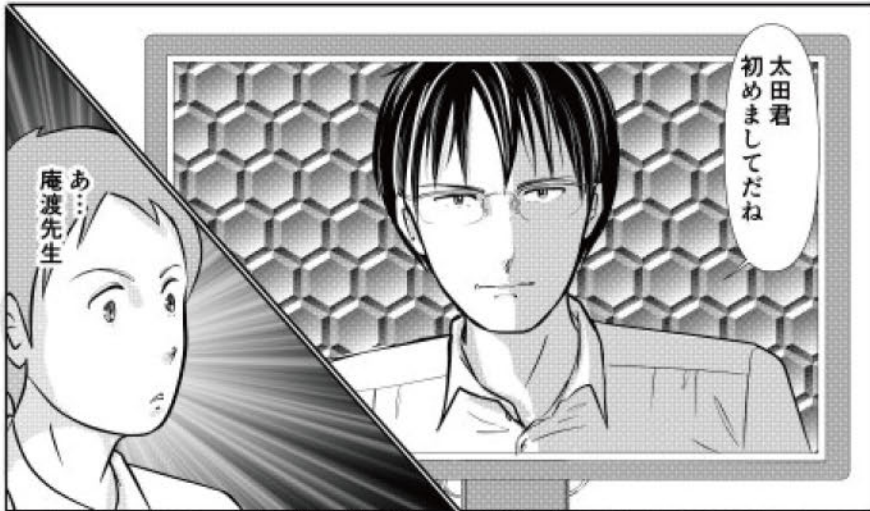
ただ、帰り際に、「庵渡先生を最近研究会などで見ない」と聞かされて、浩二はなんとか取り繕って帰路に着いたのだったが、それを聞いていた久能城先輩は頭を抱え…

「研究者の底力」という久能城の言葉が妙に腑に落ちたのだった。

ただ、帰り際に、「庵渡先生を最近研究会などで見ない」と聞かされて、浩二はなんとか取り繕って帰路に着いたのだったが、それを聞いていた久能城先輩は頭を抱え…







太田君  
初めましてだね

あ.../  
庵渡先生



今はフィンランドの  
オタニエミという  
田舎町で国際会議に  
出席しているね

悪いね  
久能城君に  
任せきりで

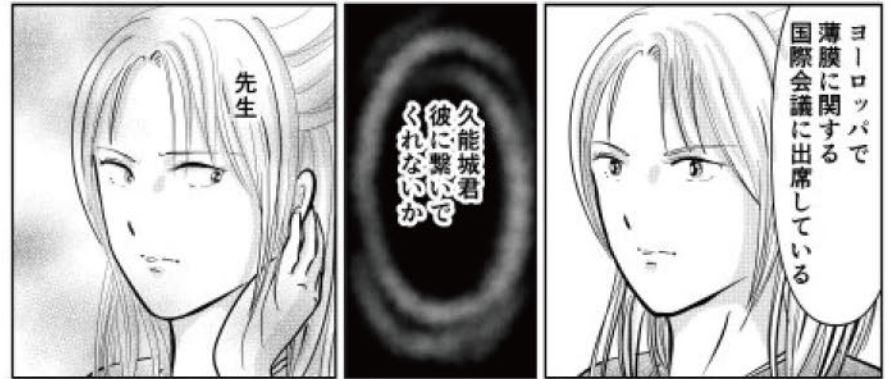


あ、あの  
先生...  
俺の卒...



卒論だね  
これまで色々な  
ところを回って  
もらったね

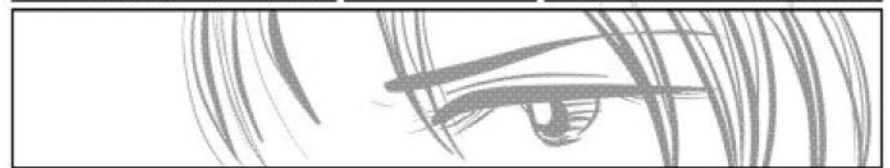
もう少し  
行ってもらうけど  
これまでの研究室訪問で  
学んだことをまとめた  
レビューを卒論に  
変えてもらおう  
と思っただけ



先生

久能城君  
彼に繋いで  
くれなにか

ヨーロッパで  
薄膜に関する  
国際会議に出席している

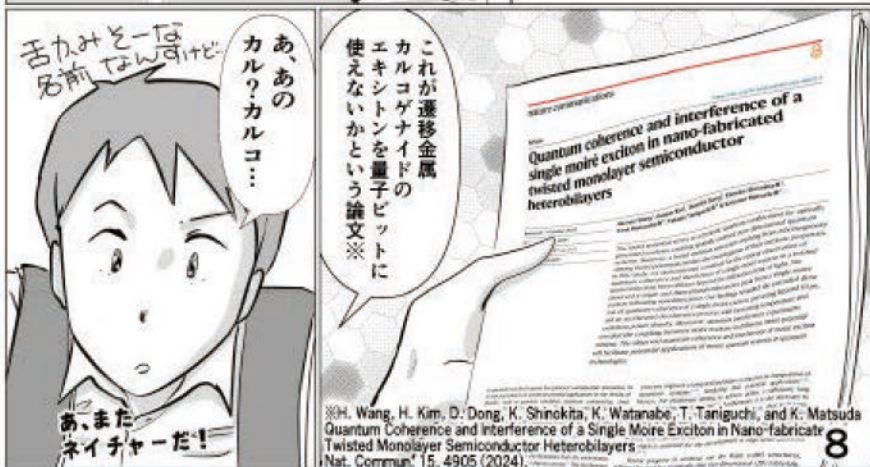
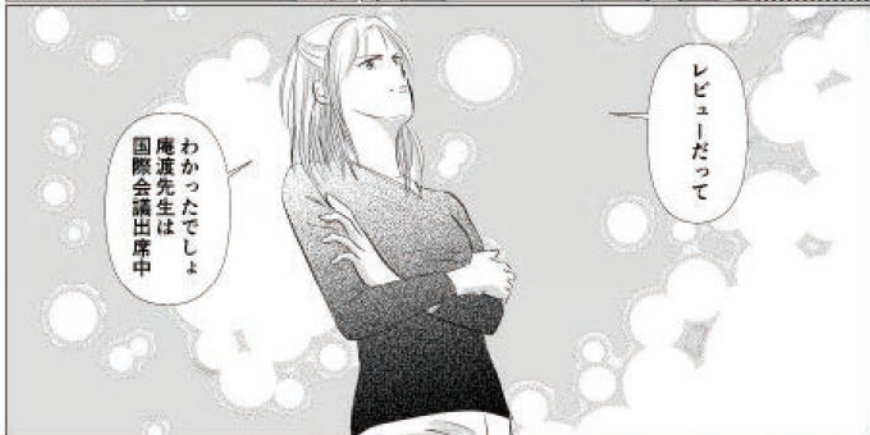


ちょっと  
待って

あ、  
あ



ス...





色々な薄膜がある中でもカルコゲナイドは酸素とポロニウム以外の第16族元素を含む化合物

					2	
					He	
5	6	7	8	9	10	
B	C	N	O	F	Ne	
13	14	15	16	17	18	
Al	Si	P	S	Cl	Ar	
30	31	32	33	34	35	36
Zn	Ga	Ge	As	Se セレン	Br	Kr
48	49	50	51	52	53	54
Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
80	81	82	83	84	85	86
Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn

しかも今回論文に出てくる2セレン化モリブデンやセレン化タングステンや遷移金属カルコゲナイドと呼ばれる特異なエネルギー構造のために半導体としての性質を持っている

2セレン化モリブデン: MoSe<sub>2</sub>  
セレン化タングステン: WSe<sub>2</sub>





そう、ヘテロっていうのは、もともと異種って意味だけど、この場合は...

← h-BN  
← MoSe<sub>2</sub>  
← WSe<sub>2</sub>  
← h-BN

モリブデンとタングステンの異なる原子が、セレンと結合してグラフェンみたいな構造を持っているんだ

グラフェンや遷移金属ダイカルコゲナイドは2枚重ねて、少し斜めにずらすと、こんな濃淡が規則的に現れる。これをモアレ模様って呼んでるんだ

電子顕微鏡で見るとこんな感じ

光を当てると、エキシトンが現れるんだけど、モアレ模様の中には、低エネルギーな場所が規則的に出来ているから、出来たエキシトンはそこに閉じ込められるんだ

光  
電子  
ホール  
エキシトン  
低エネルギー

そのエキシトンを量子コンピュータの量子ビットとして使おうというアイデアなんだ

なにしろモアレの中だから量子ビットも、お行儀よく配置され、しかも一度にたくさん扱える!

14

宇治大学  
十帖研究室

こんにちは

いらっしやい、よく来たね

駿河大学4年の太田と言います、よろしくお願ひします

僕いちおうこの前出た論文を讀んでみたんですが、カルコ... なんちゃらのエキシトンが量子コンピュータに應用できるなんて想像できなくて

エキシトンならこの前行ったh-BNの研究室で光の見たので少しはわかるんですが... ※第7話を見てね

ははは、まあまあ

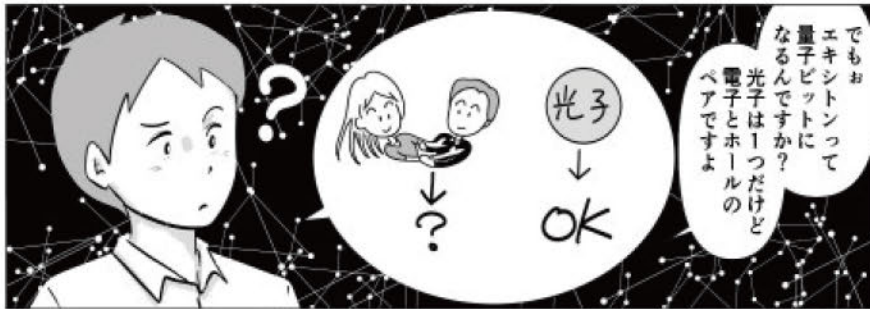
まずは何を材料にしているか、思うんだけどね

これが遷移金属ダイカルコゲナイドのヘテロバイレイヤー

あのお、ヘテロって?

またけんびさう

13



でもお  
エキシントンって  
量子ビットに  
なるんですか？  
光子は1つだけど  
ペアですよ



それが、なるんだよ！  
今では  
技術革新のおかげで  
電子や原子核の  
自転つまりスピンなども  
同時に2つの状態を  
作ることが出来て  
それを量子ビットに使う  
研究がされているんだ

エキシントンが  
発光するのは見たんだよね？  
その発光前に  
電子とホールはお互いの  
周りをぐるぐる回るんだ  
それはフツウの  
自転とは違うから  
この物質では  
パレ-スピンって  
呼んでるんだ



最後の発光までの間  
エキシントンの回転方向は  
2通りあるよね  
2つの状態をとるのだから  
これを量子ビットに  
使わない手はないだろう！  
研究しているんだ

あ！谷の中で  
踊ってるのね



ただ  
困ったことに...

え？



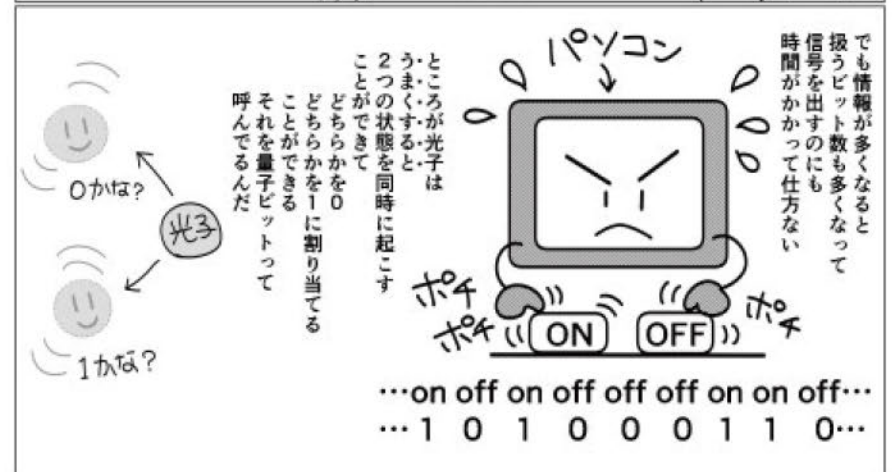
通常  
コンピュータは  
電圧の  
ONが1  
OFFが0  
のように  
電気信号で  
表しているよね

- 00=0
- 01=1
- 10=2
- 11=3
- 100=4
- 101=5
- 110=6
- 111=7
- ...

010011010010=1234

1234を表すのに  
12個も0と1が必要

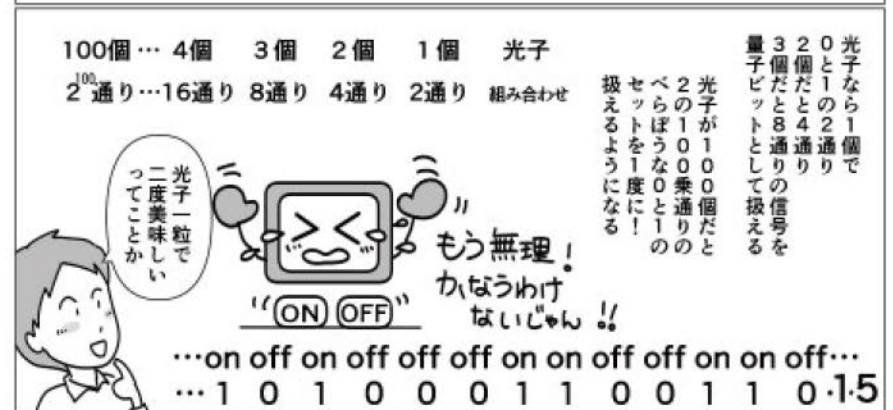
そろあま...



でも情報が多くなると  
扱うビット数も多くなって  
信号を出すのにも  
時間がかかって仕方ない

ところが光子は  
うまくすると  
2つの状態を同時に起こす  
ことができる  
どちらかを1に割り当てる  
ことができる  
それを量子ビットって  
呼んでるんだ

...on off on off off off on on off...  
...1 0 1 0 0 0 1 1 0...



光子なら1個で  
0と1の2通り  
2個だと4通り  
3個だと8通り  
量子ビットとして扱える

- 光子
- 1個 2通り
- 2個 4通り
- 3個 8通り
- 4個 16通り
- 100個... 2<sup>100</sup>通り

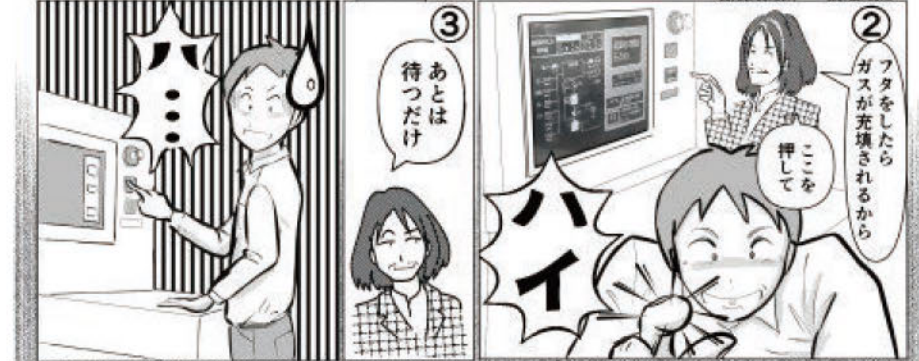
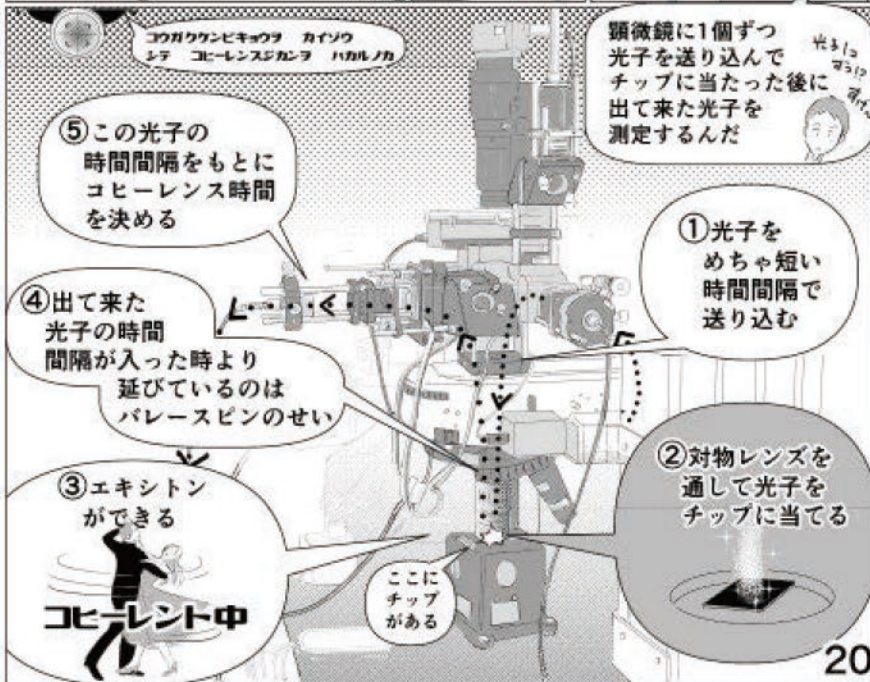
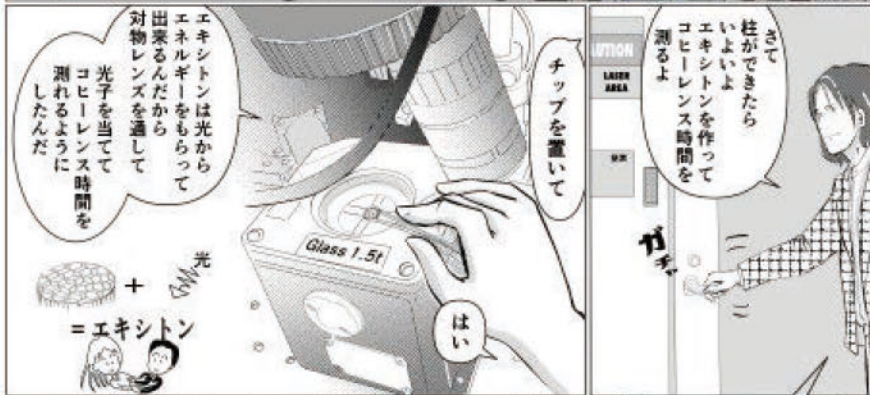
光子一粒で  
二度美味しい  
ってことか

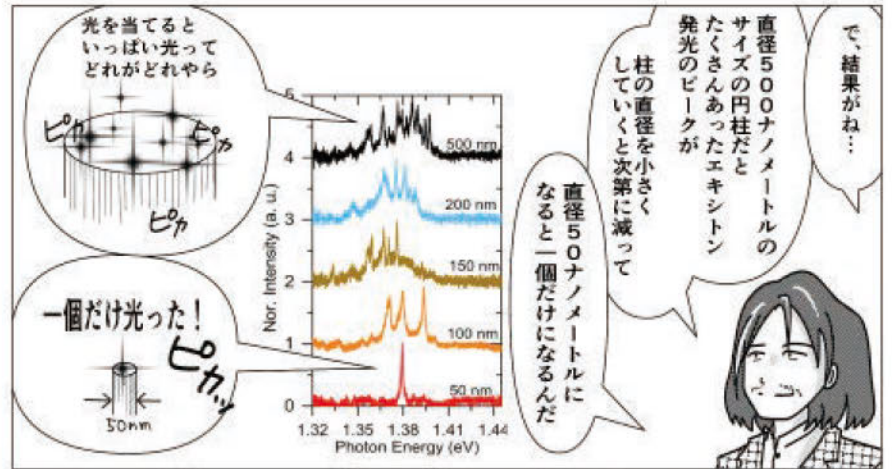
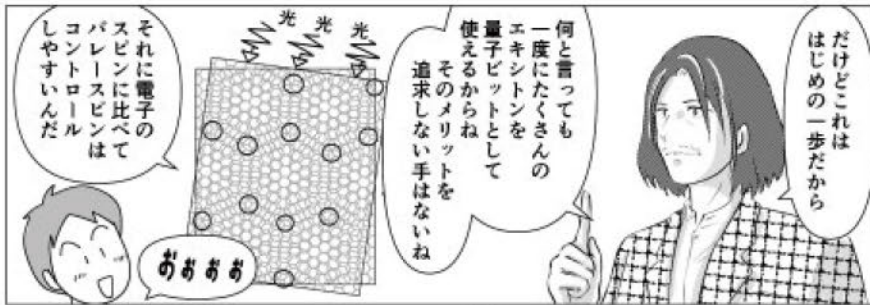
もう無理！  
かなうわけ  
ないじゃん！！

...on off on off off off on on off off on on off...  
...1 0 1 0 0 0 1 1 0 0 1 1 0 1 5









# 12ピコ秒



原画監修  
A03折 松田一成教授  
〈京都大学エネルギー工学研究所〉  
詳しくは <https://25d-materials.jp>  
© むん でん ひでし  
制作・発行 京都大学工学部  
発行所 〒606-8501 京都府京都市左区下京 1-1-1 京都大学工学部

