

夢のマシン! 未来をつくる

# フェムト秒 レーザー



エノガで知る!  
**京都**  
の  
最先端科学技術

京都市

# はじめに

京都市では、平成14年3月に21世紀の産業振興ビジョンである「京都市スーパーテクノシティ構想」を、平成18年10月にはスーパーパーテクノシティ構想の行動計画である「京都市産業科学技術振興計画」を策定し、京都経済の活性化に向けて、様々な取組を行ってきました。

特に、京都には最先端の優れた研究を進める大学、独自の技術でグローバルな事業展開を進めるユニークな企業が集積しており、京都市では、これらの大学と企業とともに、産学公連携の下、最先端の研究開発を進めてきました。

これらの最先端の研究で開発される技術は、環境・医療をはじめ、今後の市民生活の様々な場面で大きく活用される可能性のあるものです。

そこで、京都市では、これらの研究をマンガでわかりやすく解説し、最先端の科学技術の内容を理解していただくことを目的に、本書を発刊いたしました。

本書では、文部科学省の支援を受けて実施している知的クラスター創成事業(\*)で取り組んでいる研究テーマを紹介します。

小中学生の皆様をはじめ、広く市民の皆様には本書をお読みいただき、京都市の大学、企業、行政等が連携して取り組む最先端の科学技術の内容をご理解いただければ幸いです。

平成22年3月

京都市産業観光局産業振興室

\* 知的クラスター創成事業については、35ページをご参照ください。

夢のマシン! 未来をつくる

# フェムト秒 レーザー



マンガで知る!  
京都  
の  
★最先端科学技術★

京都市



科学技術のおかげで  
私たちの生活は今  
とても便利になっ  
ています



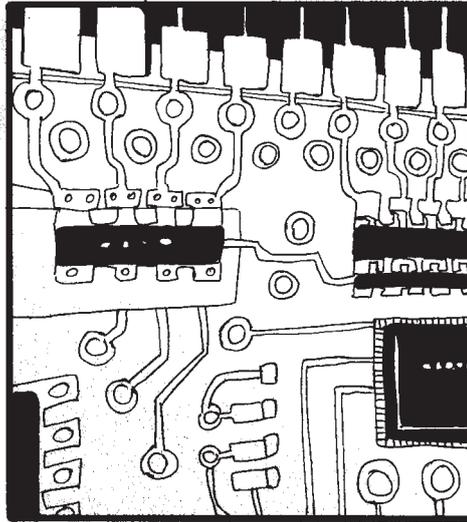
地球の裏側の人と  
リアルタイムでテレビ  
電話をしたりするの  
も

今ではもう  
身近な機械で  
行なえるのです

数10年前までは  
それこそSFの中  
だけのことでした



しかし今では  
「10億分の1メートル」という  
想像を絶する世界でものを  
作る技術も生まれています



生活を  
快適にしてくれる  
夢の技術…

それが  
ナノテクノロジー  
なのです

うん  
うん

わかった！  
待って！

タケ兄ちゃん！

ひかりちゃん  
もう入り口に  
いるって！！

本当かい！？  
じゃあ早く行って  
あげないと！

4ッ

タロウのいとこ  
タケリ  
兄さん

虫大好き小学生  
タロウ

でも女の子って虫とか  
苦手じゃないのかい？  
よく来てくれたね

世界の蝶展  
7月1日～8月31日  
タロウの虫博物館

さあ？  
ちよつと誘ったら  
「行きたい!!」って…

あ!  
いたいた!

ひかりちゃん!

!!

あっ!

お:  
おはよう!!

タロウのクラスメイト  
ひかりちゃん

ブンブン

今日はよろしく  
お願いします!

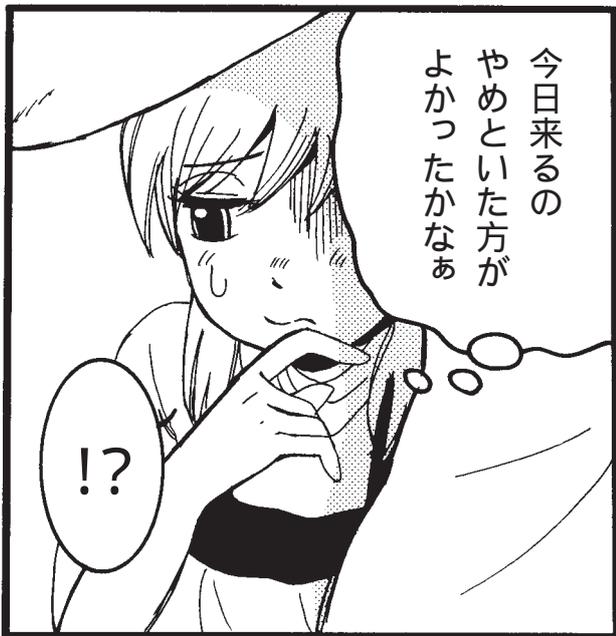
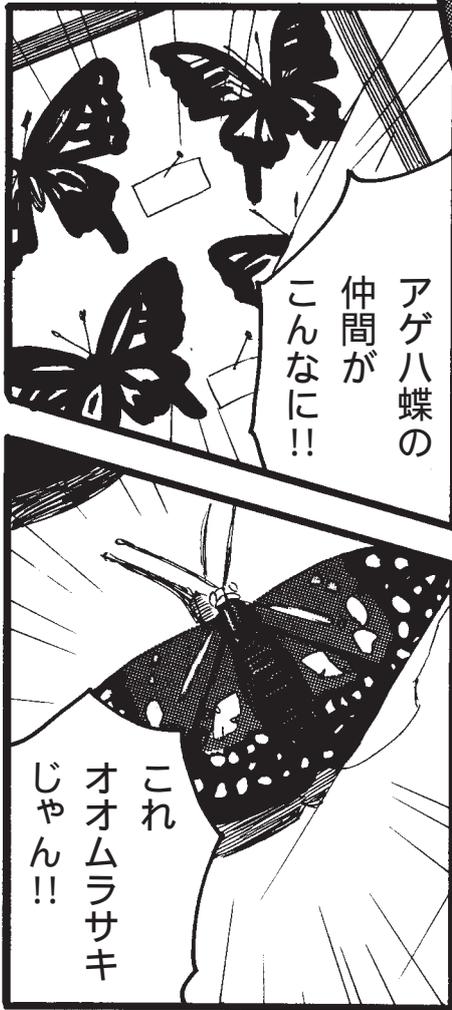
タロウさんと  
仲良くなる  
チャンス…!!

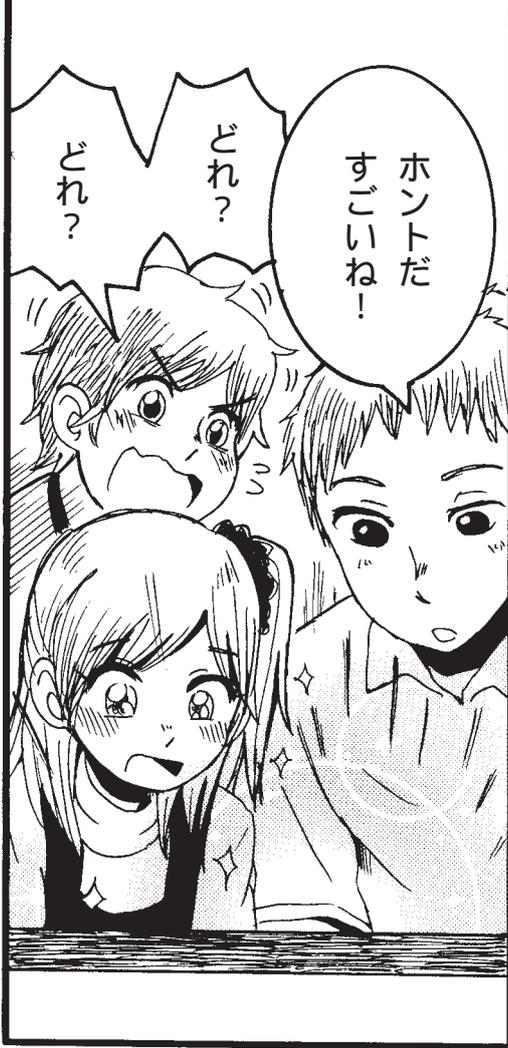
(虫キライ  
だけど!)

じゃあ、そろつたし  
行こうか!

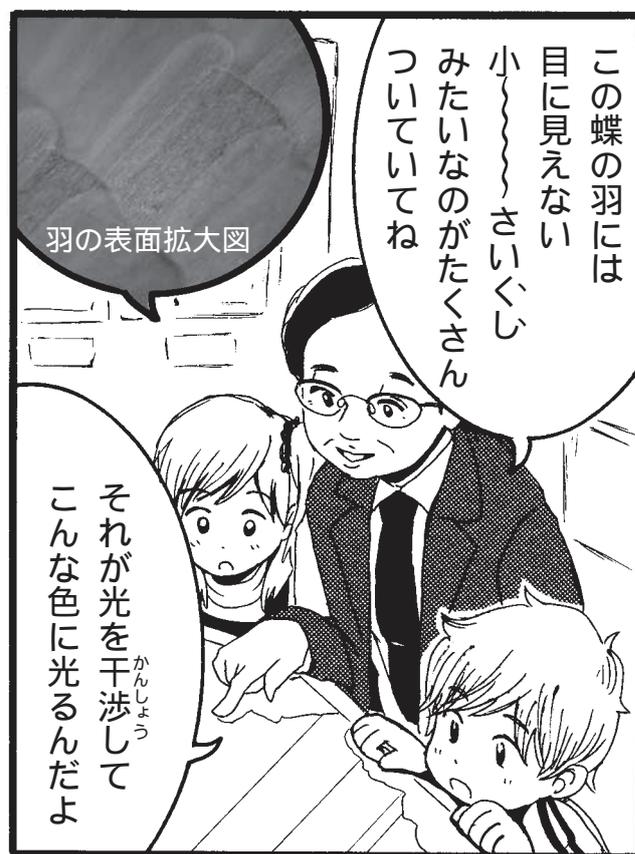
早く早く

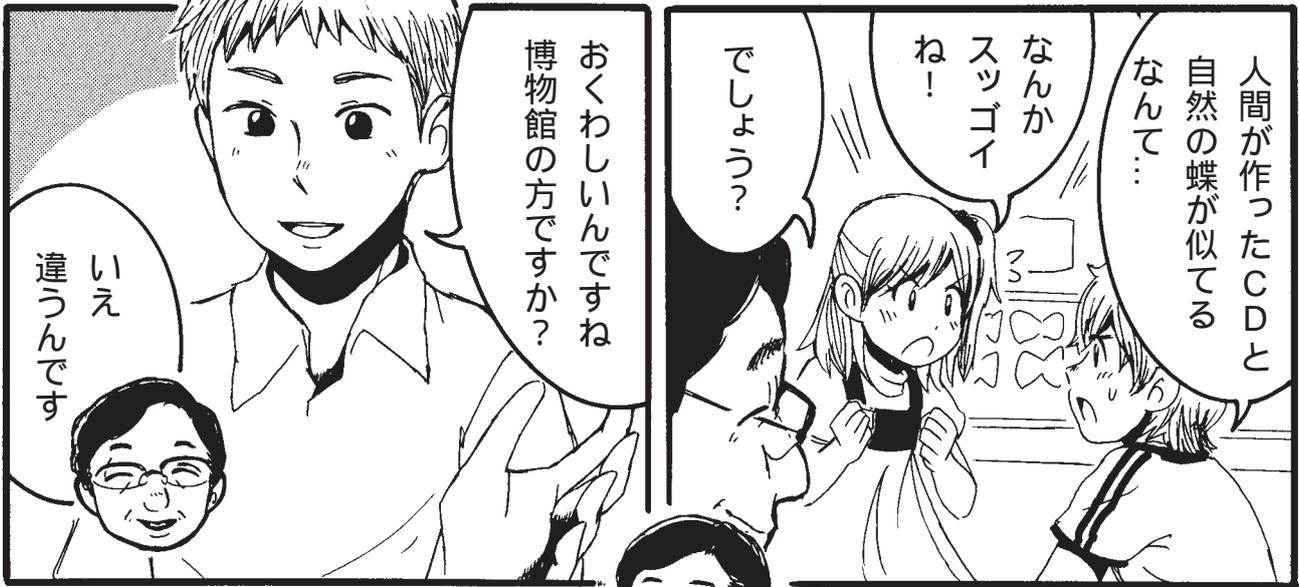
せか  
せか





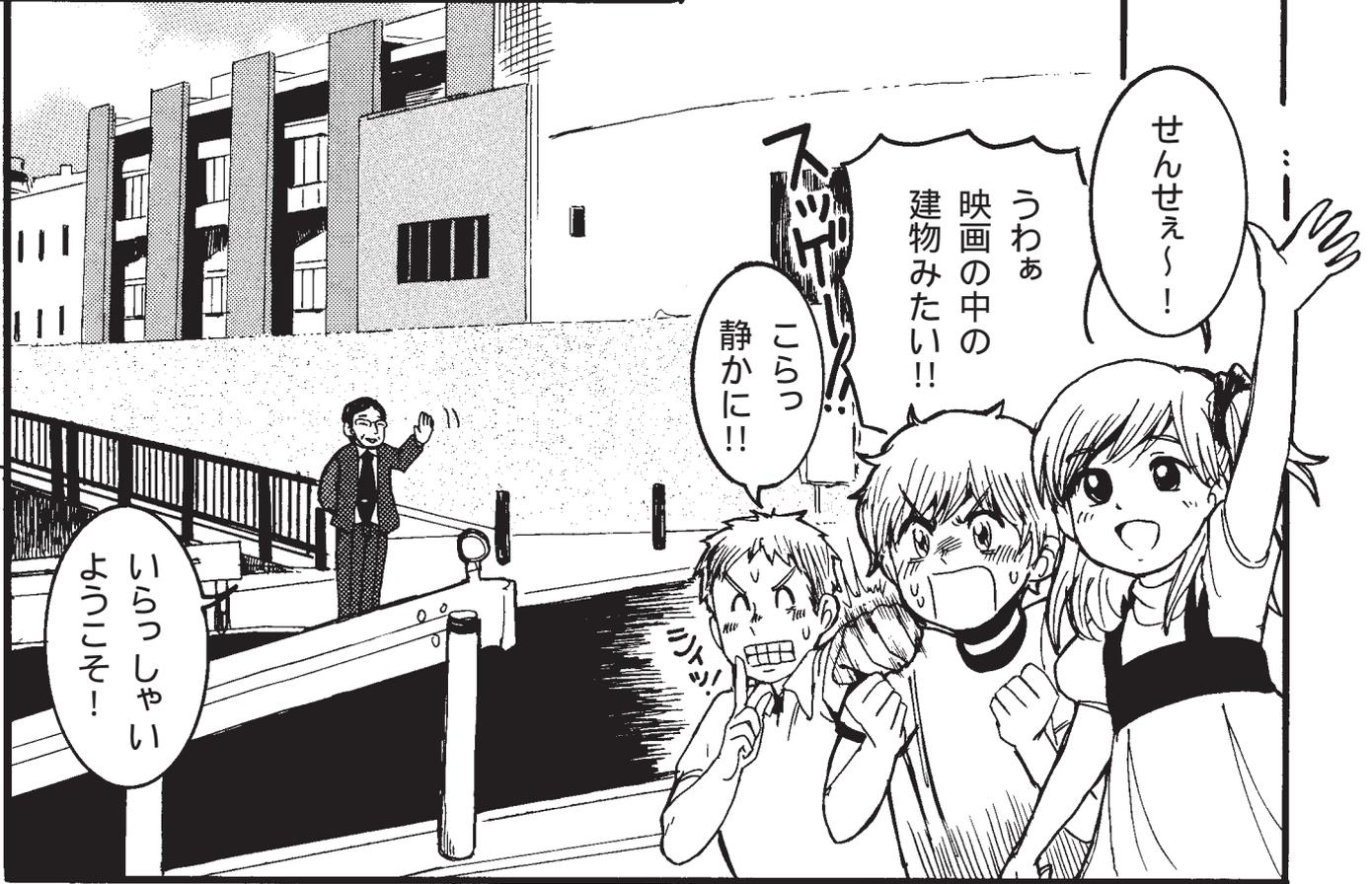
干渉 二つ以上の波が重なり合ってお互いに強めあったり打ち消しあったりする様子。音や光も波の一種なので干渉がおこる。





桂イノベーションパーク  
京大桂ベンチャープラザ

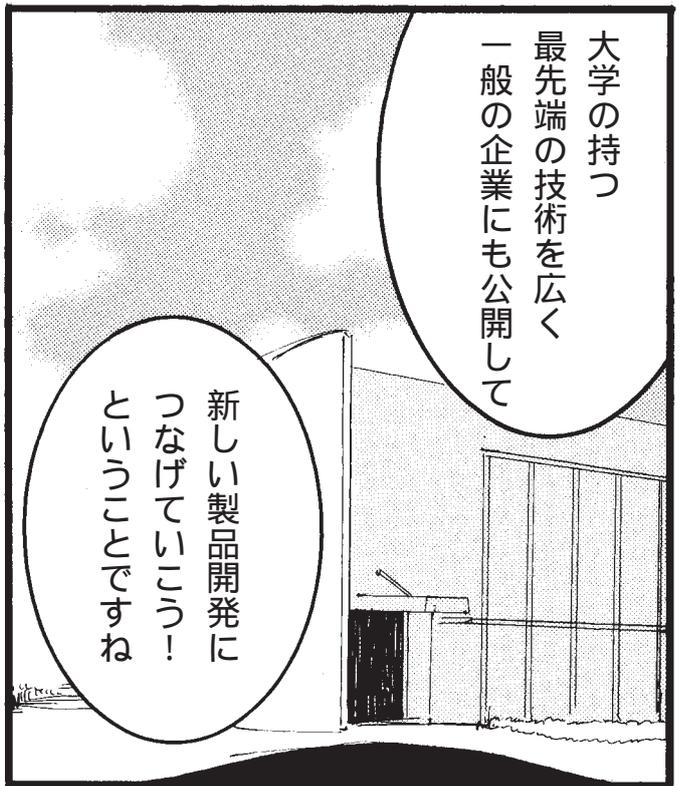
後日  
京都・桂





もちろんその中に  
ナノテクノロジーも  
ありますよ!

ホント!!



大学の持つ  
最先端の技術を広く  
一般の企業にも公開して

新しい製品開発に  
つなげていこう!  
ということですね



タロウくんたちに  
モルフォ蝶の羽をまた  
見せてあげましょう!

ニヤーン



モルフォ蝶の羽のように  
自然が作り出す  
細かな構造を人工的に  
作ることで

きれいなだけじゃなく  
私たちの役に立つものを  
作ることができるんです



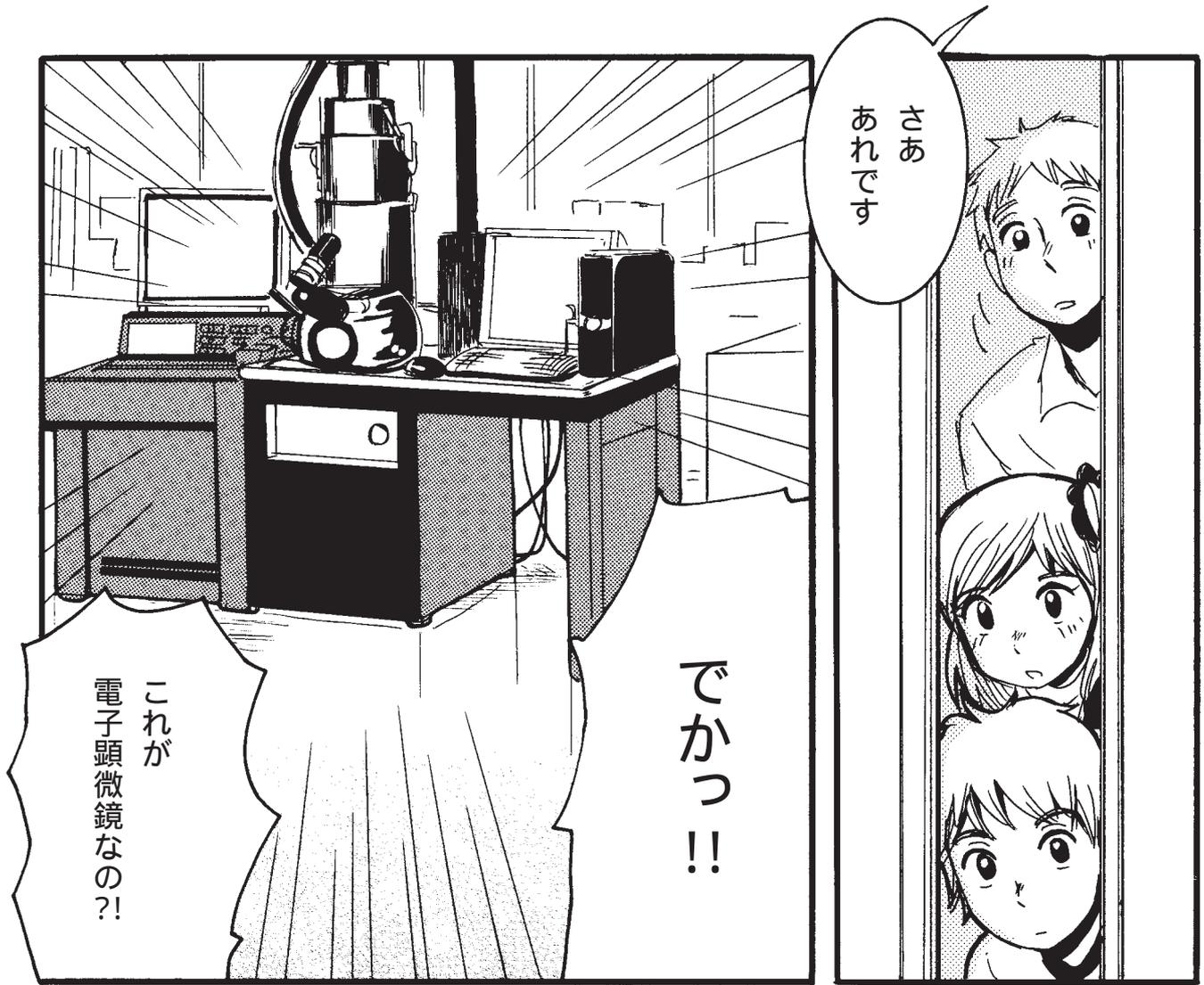
今度は  
電子顕微鏡だね

「でんしけんび  
きょう」...?

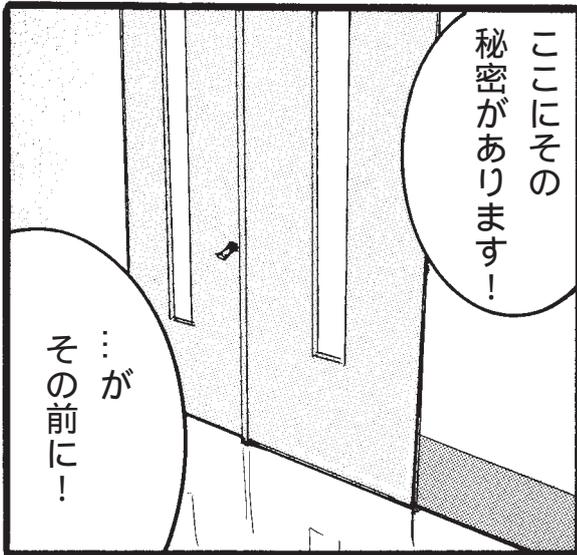
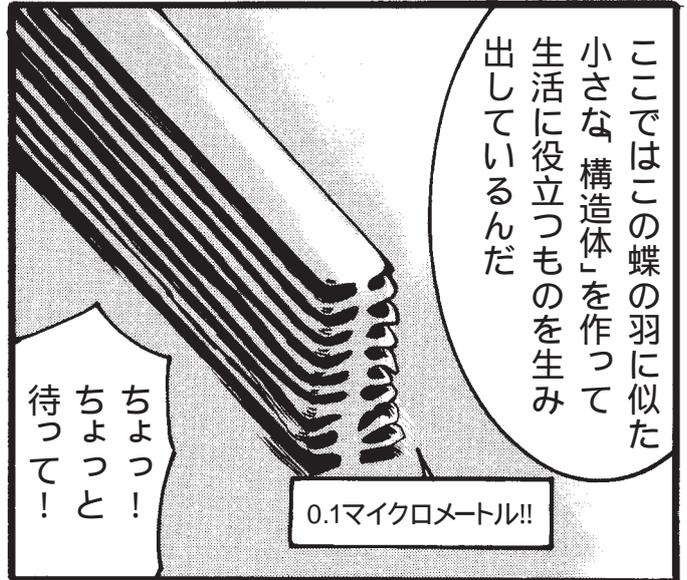
もや?

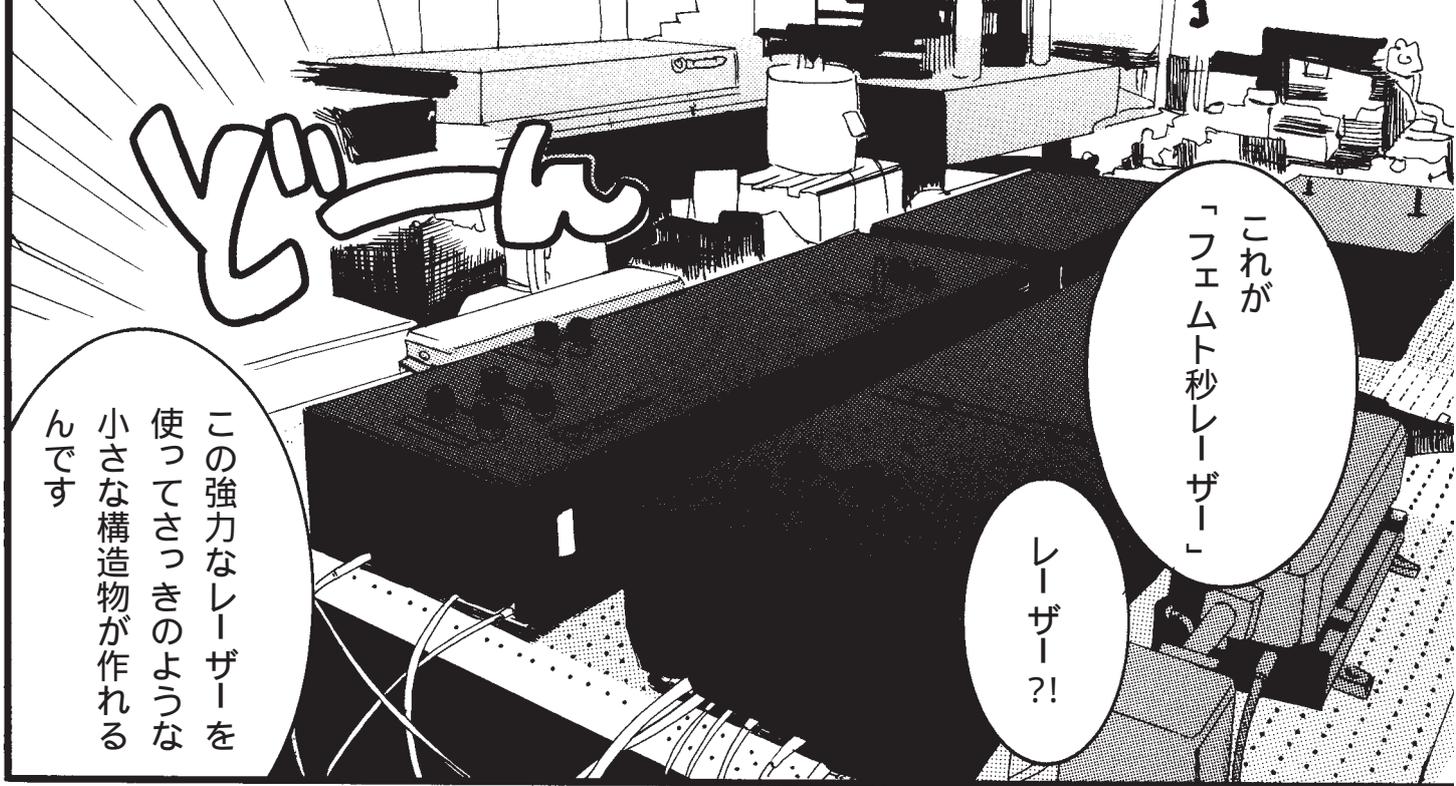
?

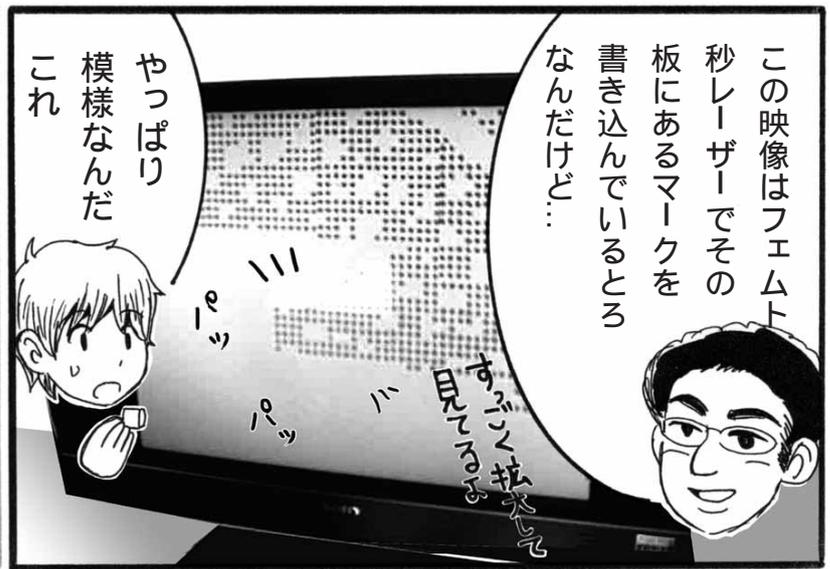
?











立体の絵だって  
描けるんだ

ワインと  
グラスだ

じつはこれも  
その板の横の  
面に刻んである  
んだけど...

!?

電子顕微鏡  
じゃないとよく  
見えないよね

ハハハ  
.....  
!?

小さなものを作るだけでなく  
こんなこともできるぞ!!  
未来のフェムト秒レーザー

フェムト秒レーザーは  
ものを切る時に熱が  
発生しないんだ  
だから切断面を痛めない

ピッ!

大型装置で  
トンネルを掘る!

木こりのように  
ロボットが木を  
切り出す!

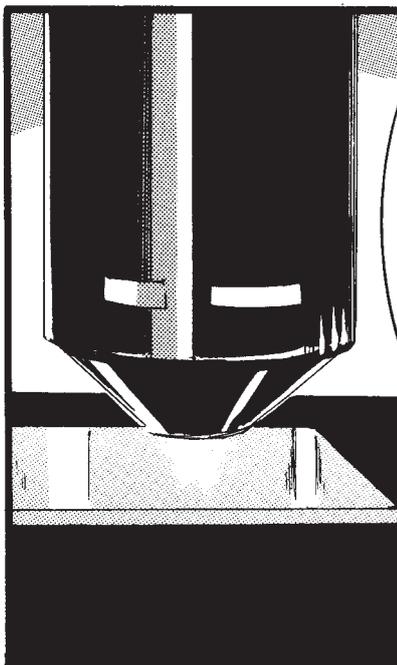
目に見えない構造物から  
大きな工事まで行なえるから  
まさに夢のレーザーなのだ!!

ねえ先生小さいものとか  
おもしろい形を  
作れるのはわかったんですけど

それが一体  
どんな役に立つの?

ん  
そうだね

たとえばあのモルフォ蝶の羽の  
ように規則正しく光を反射する  
ように形を作り込むと...  
このようなものを「周期構造」と  
いいます



どの角度から見ても画面がきれに見える

「反射防止構造」ができます

レンズや液晶画面の光反射をおさえる

反射防止構造を施した画面

メガネもこうなる!

デジカメやDVD・CDプレイヤーやゲーム機など

レンズはあらゆる所に使われているから広く応用できるんです

集積回路って知ってるかい?

知ってる! コンピューターの中にいっぱい入ってるやつでしょう?!

電気信号を出すんだよね?! この前ゲーム機をふんだら中から出てきたんだ!!

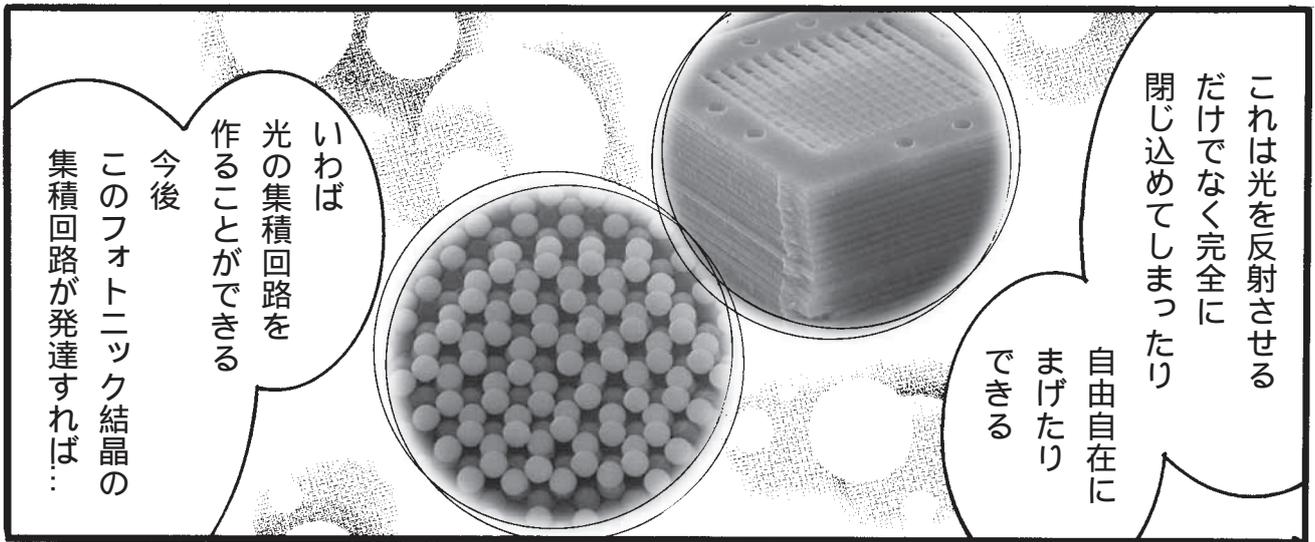
そして周期構造になると

「フォトニック結晶」というものがあります

あれこわしたの おまえだったのか?!

フォトニック結晶はその光バージョンだね

フォトニック結晶はその光バージョンだね



これは光を反射させる  
だけでなく完全に  
閉じ込めてしまったり

自由自在に  
まげたり  
できる

いわば  
光の集積回路を  
作ることができる

今後  
このフォトニック結晶の  
集積回路が発達すれば…



未来の**情報通信技術**は  
こんな風になつてい  
るかもしれないね

立体映像で  
テレビも大迫力!

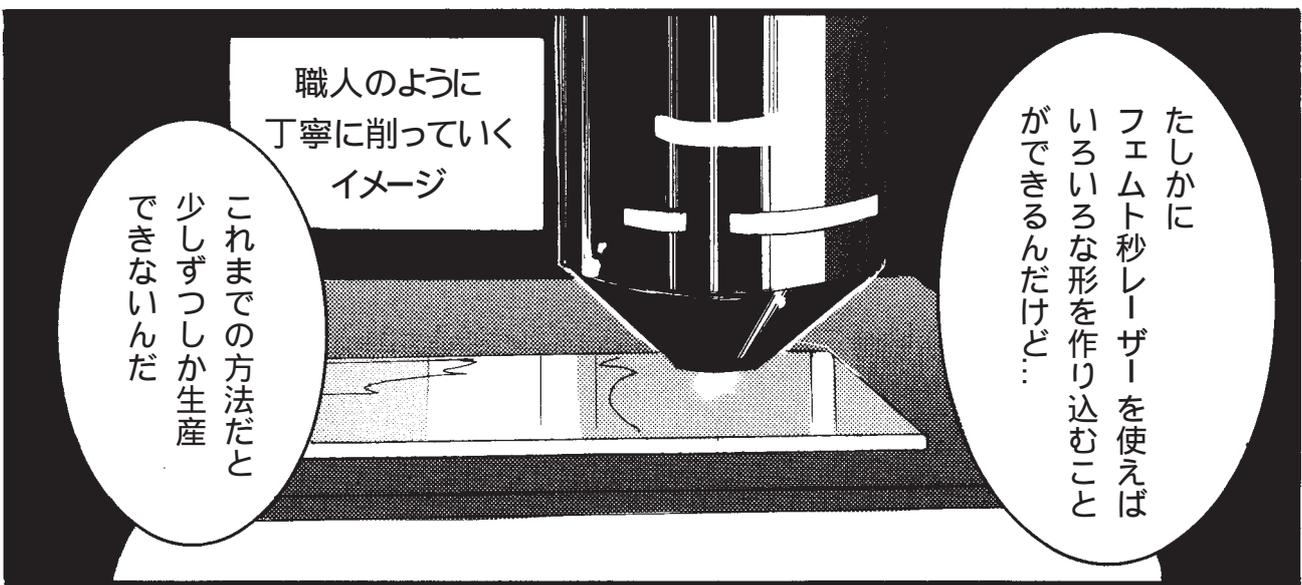
音声だけでなく  
立体映像もやりとり  
できる携帯電話

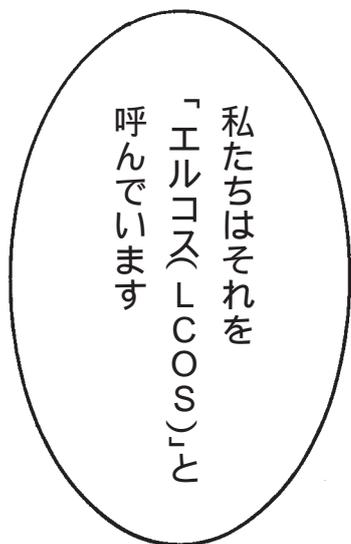
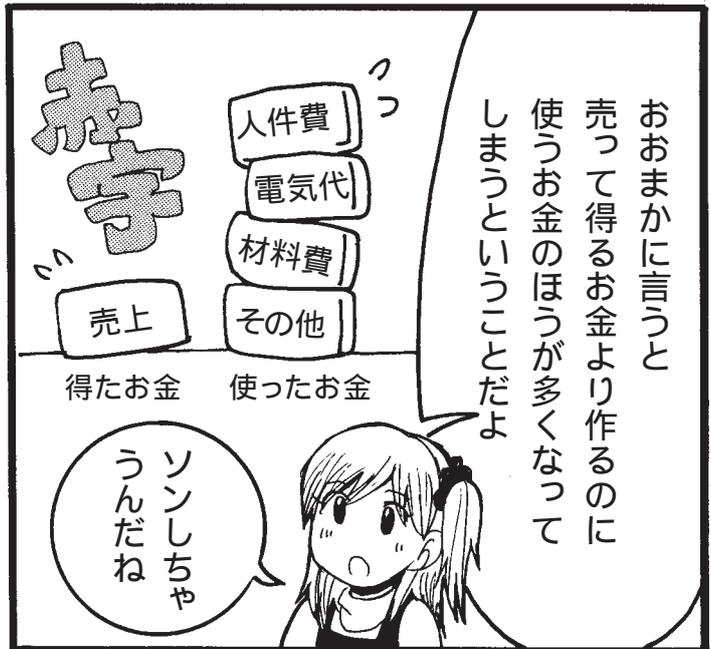
スピーカーから  
香りもただよってくる!

写真が動く  
手のひらサイズの  
百科図鑑!

ほ

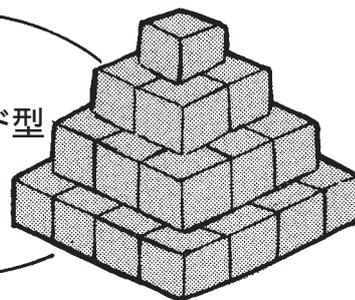
これ  
超ほしい!!





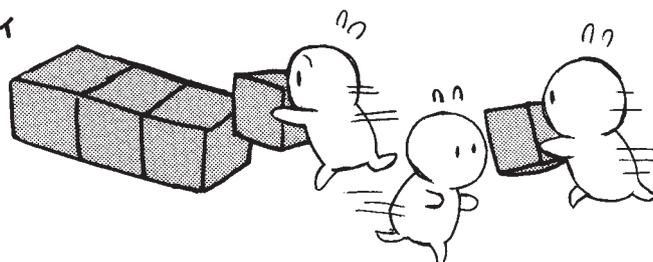
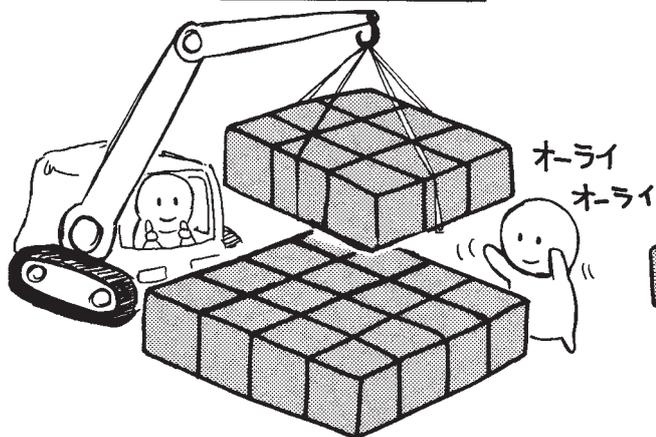
# LCOSの特徴

たとえば  
こんなピラミッド型  
の構造物を作  
る場合!



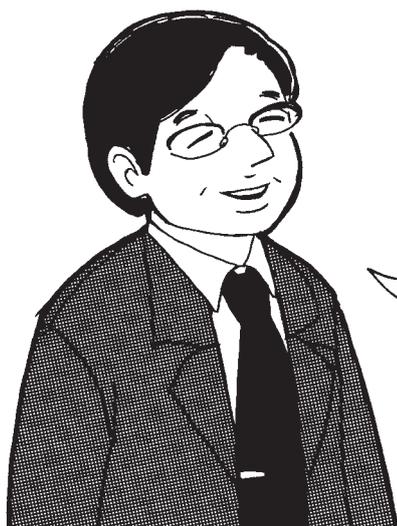
## LCOS

## 今までの方法



1段分ずつ積んでいくイメージ

ブロックをひとつずつ積み上げていくイメージ



こうなると  
何10倍の速さで  
加工ができますね!

一個ずつって  
大変そう!



同じものが同時に  
作れるんだ!!

その  
とおりです!

一本のレーザーを...



他にも  
分波器という道具を使い  
レーザーを分割すれば...  
どういうことができるか  
わかるかな?



前にも言ったように  
ここは大学と企業が共同で  
研究をするところですよ

立ちはだかる  
問題

一人では  
むずかしくても

色々な分野の専門家が  
集まることで新しい  
解決法を探し出すことが  
できるんですよ

問題

こういふ  
方法があります  
こんなのは  
どうでしょう  
どういふのも  
あります  
それが  
それだと

いいね!



ですが自然を手本にして  
作ったような小さな構造物で  
私たちの生活を豊かにして  
いきたいものですね



まあ…  
コスト面をクリア  
しても作るのは  
むずかしいんです

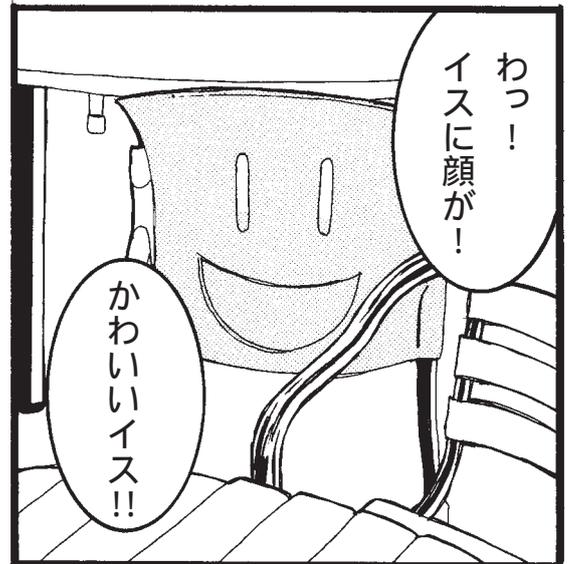
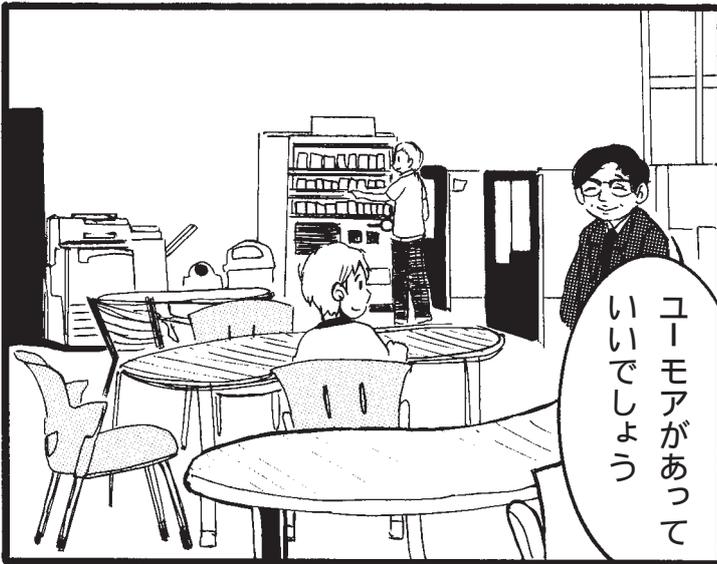
一生懸命マネしても  
なかなかあの羽みたい  
にうまくいかなくて…

まるで  
神様がつくった  
みたいなんですよ

時間も  
キリがよいですね  
ロビーでお茶でも  
飲みましょうか!

わい!

わい!



さっきのレーザーは  
巨大でしたが  
小型化したものも  
開発されています

ええっ?!  
だって  
トンネルとか...  
木も切っちゃ  
うんでしょ?  
危なく  
ないの?!  
きちんと  
力の大きさを  
加減しますよ

あんまり体に  
負担かかんない  
んだ!  
そっか!  
レーザーって切断面  
を痛めないのよね  
フェムト秒レーザーは  
光が集中している  
ところだけを  
焼くことができる

おなかを切って  
取りのぞく  
いままで

たとえば:  
おなかに  
がん細胞が  
見つかった!!  
レーザー  
治療

がん細胞に反応して  
光る薬を飲む  
ミュー!

医療や  
情報処理や...  
とても  
おもしろいでしょう?!

他には歯をけずらず  
虫歯の所だけをけずったり  
これまでの治療法を大きく  
変えられるのではないかと  
思っているんですよ  
近視の治療  
細胞を加工  
ステントを作る  
(血管などを内側から  
広げられる小さな医療機器)

電子を情報処理に使った  
「エレクトロニクス」がでて  
きてから30年…急速な発展  
をとげてきました

先ほどの  
光の集積回路ができれば  
「フォトリソ」はもっと急速に  
発展するのでしょうか？

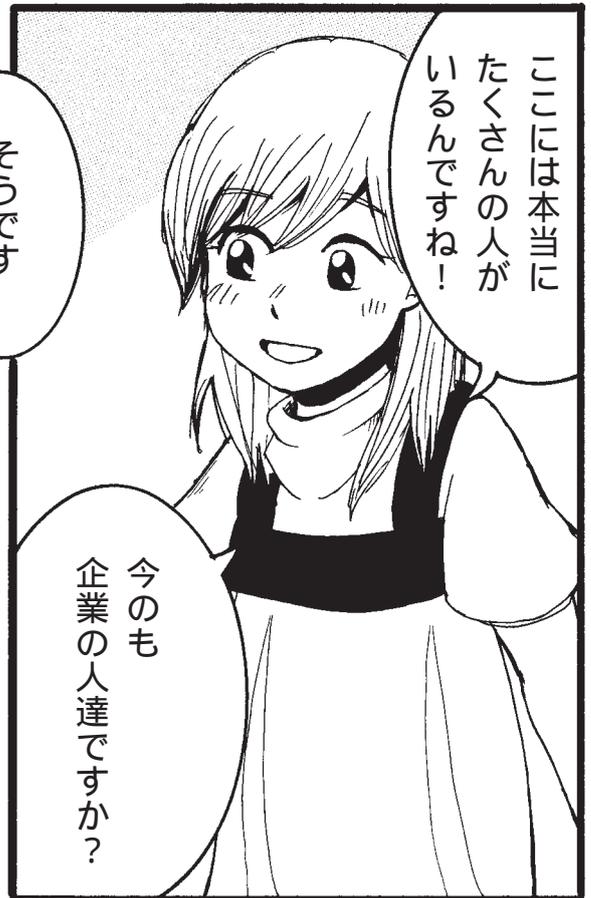
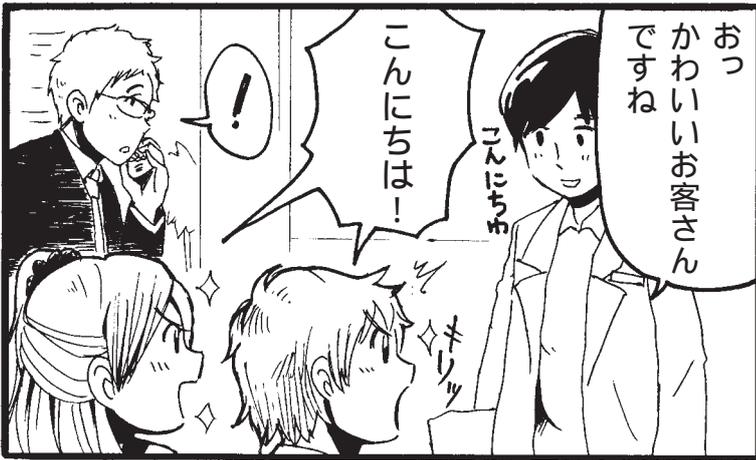
もちろん病院同士の  
情報のやりとりにも  
ナノテクノロジーが  
必要不可欠ですね

フォトリソ結晶を  
はじめ「かたち」を  
作り込むということ…

それは私は機能を  
作り込むことだと  
思っています

新しい「かたち」を  
作り込めば新しい機能が  
生まれるでしょう

なんだか…  
楽しみだね！



# 大学側のメリット

共存共栄 II 2つ以上のものが、争うことなく、ともに生き、ともに栄えること。



# 企業側のメリット



ノウハウ II 製品開発・製造などに必要な技術や知識などの情報。



どっちかだけで  
研究するよりたくさん  
研究できそうですよね

そのとおりです

大学はつねに  
新しいおもしろい  
研究開発を  
行なっています

フェムト秒レーザーも  
そのひとつですね



そしてそれらの技術を  
産業界にとつても価値が  
あると思えるレベルまで  
高めることができました

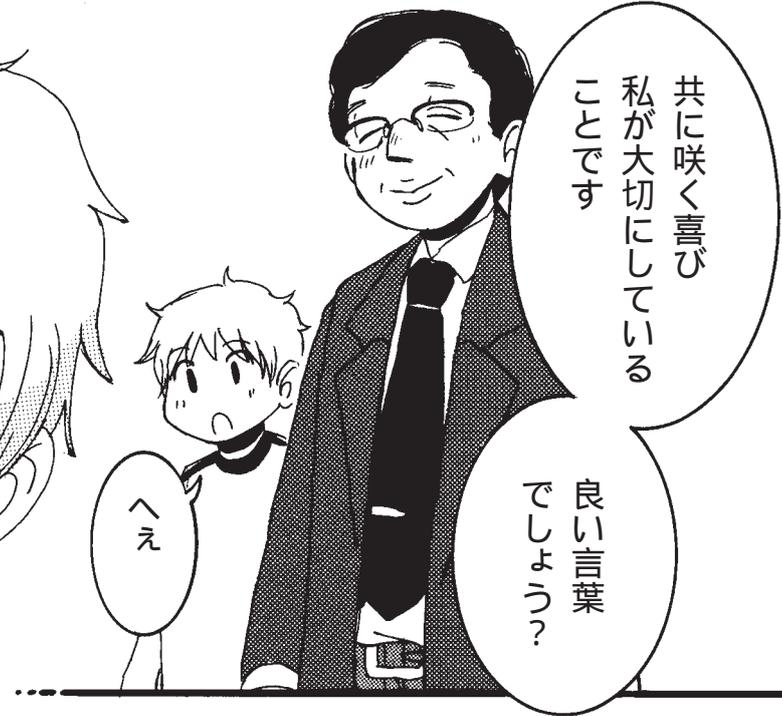
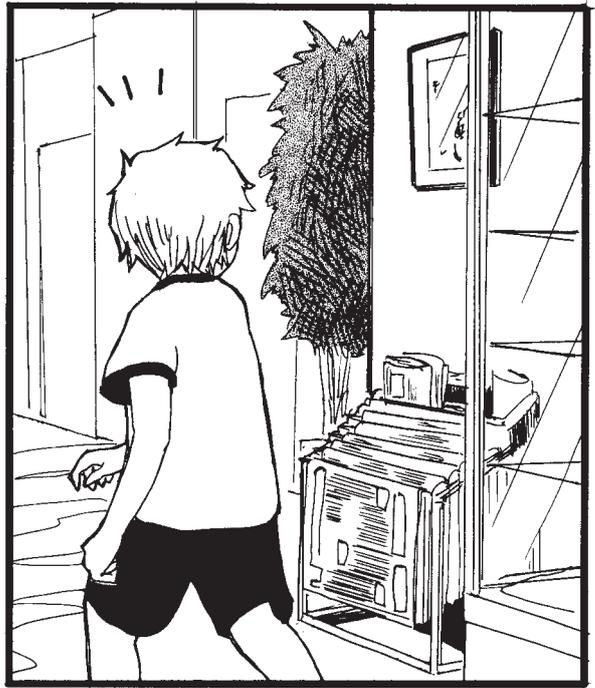
それを実現させるためには  
大学だけでなく企業の力も  
必要なのです



私は  
この桂イノベーションパークが  
企業と大学が交流する場  
になれば...と思っています



ともに...?  
何だろう?  
むずかしくて読めない



共に咲く喜び  
私が大切にしている  
ことです

良い言葉  
でしょう?

へえ

共に

大学と  
企業が



どうした?  
タロウ  
だまっちゃって

?

...



今日は  
楽しかった  
ね!

すごい  
勉強に  
なった!

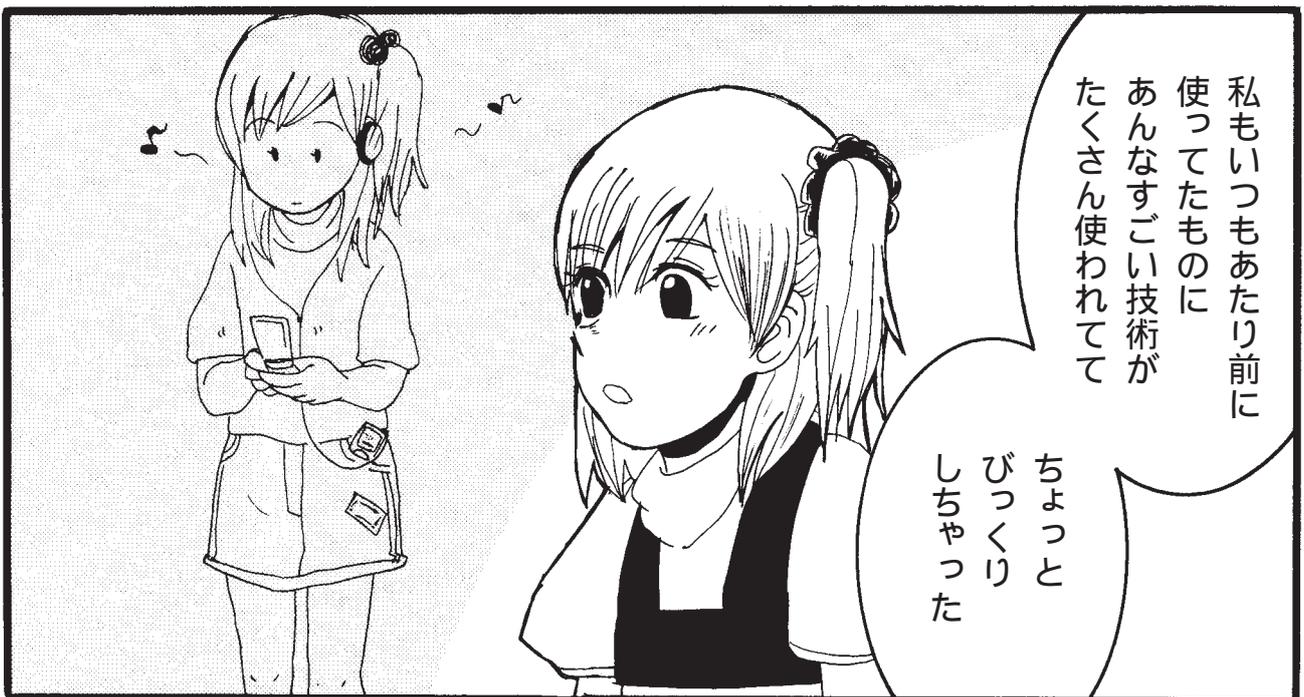
#



でも同じ虫を見て  
先生たちみたいに  
すごいこと考える人が  
いるんだ... と思って

今までオレたくさん  
虫見てたけど  
きれいだな とか  
カッコイイな としか  
思ってたかった!

ん



私もいつもあたり前に  
使ってたものに  
あんなすごい技術が  
たくさん使われてて

ちょっと  
びっくり  
しちゃった





タケ兄ちゃんオレ  
今から勉強したら  
先生みたいに  
なれるかな!

おう  
がんばれよ!

じゃあもう  
夏休みの宿題一人で  
やってもらわないと  
いけないな!

えっ  
手伝ってよ!

え?!  
タロウ君まだ宿題  
終わってないの?!

や!  
それはその

おわり...!



またね!

後日の  
ひかりちゃん



んでさこれが  
ヘラクレス  
オオカブト!

超  
カッコ  
よくない?

ウン! ウン  
そっだね!

私すっかり  
虫好きだと  
思われている...

仲良く  
なつたのは  
うれしいけど!

# 知的クラスター創成事業とは？

「知的クラスター」とは、地域において、大学や研究機関が持つ新しい技術を企業の製品化に応用するなど、画期的な技術開発とそれに伴う新産業が次々と生み出されるシステムをいいます。

文部科学省では、このような「知的クラスター」を全国に生み出し、地域経済の活性化を図ることを目的に「知的クラスター創成事業」を実施しています。

京都地域では、「京都環境ナノクラスター」として、京都市、京都府と大学、産業界が一体となって最先端の研究を進めています。

## 具体的な研究開発テーマは？

京都には優れた研究を行う大学が集積し、ノーベル賞受賞者を多数輩出しています。また、家電製品や自動車などに使われる部品や材料で世界トップクラスのユニークな企業群が集積しています。

これらの強みを生かし、京都環境ナノクラスターでは、社会的関心の高い地球環境問題をナノテクノロジーの技術で解決するため、省資源や省エネルギーを実現する部品や材料の研究開発に取り組んでいます。

## 知的クラスター創成事業「京都環境ナノクラスター」

体制…………… 本部長——<sup>ほりばまさお</sup>堀場雅夫(株式会社堀場製作所最高顧問)  
事業総括——<sup>いちほらたつろう</sup>市原達朗(オムロン株式会社元副社長)  
研究統括——<sup>にしもとせいいち</sup>西本清一(京都大学大学院工学研究科教授)

中核機関……………財団法人京都高度技術研究所

参画機関……………12大学、3機関、49企業(平成21年度)

事業期間……………平成20年9月～平成25年3月31日

研究テーマ…………… 省エネルギー分野(省電力デバイスの開発、超高効率光技術の開発)  
新エネルギー分野(燃料電池触媒開発、脱化石燃料開発)  
産業資源分野(省資源・代替材料の創成、新磁性材料の創成)  
生活資源分野(生活環境浄化技術の開発、機能性高分子材料の創成)  
スマートセンサ分野(ポータブルモニタリングセンサの開発、環境評価センサの開発)

くわしくは、<http://www.astem.or.jp/kyo-nano/>

京都市マンガを活用した科学技術理解増進事業

マンガで知る! 京都の最先端科学技術

## フェムト秒レーザー

平成22年3月 第1版発行

発行者……………京都市

企画制作……………京都市

財団法人京都高度技術研究所

京都精華大学 京都国際マンガミュージアム 事業推進室

監修……………平尾一之(京都大学大学院 工学研究科 材料化学専攻 無機材料化学講座 教授)

坂倉政明(京都大学 産官学連携本部 産官学連携センター 産学官連携助教)

編集……………京都精華大学 京都国際マンガミュージアム 事業推進室

作画……………瓜生夏貴

脚本……………サイエンス・グラフィックス株式会社



夢のマシン! 未来をつくる

# フェムト秒 レーザー

京都市マンガを活用した科学技術理解増進事業  
京都市産業観光局産業振興室