

医療に革命を!

● 先進がん診断・治療技術 ●

ムノガで知る!
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ロジーシティア構想」を、平成18年10月にはスーパーテクノロジーシティア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、独立行政法人科学技術振興機構の支援を受けて実施した地域結集型共同研究事業（*）で取り組んだ研究テーマを紹介します。

小中学生の皆様をはじめ、広く市民の皆様にも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。

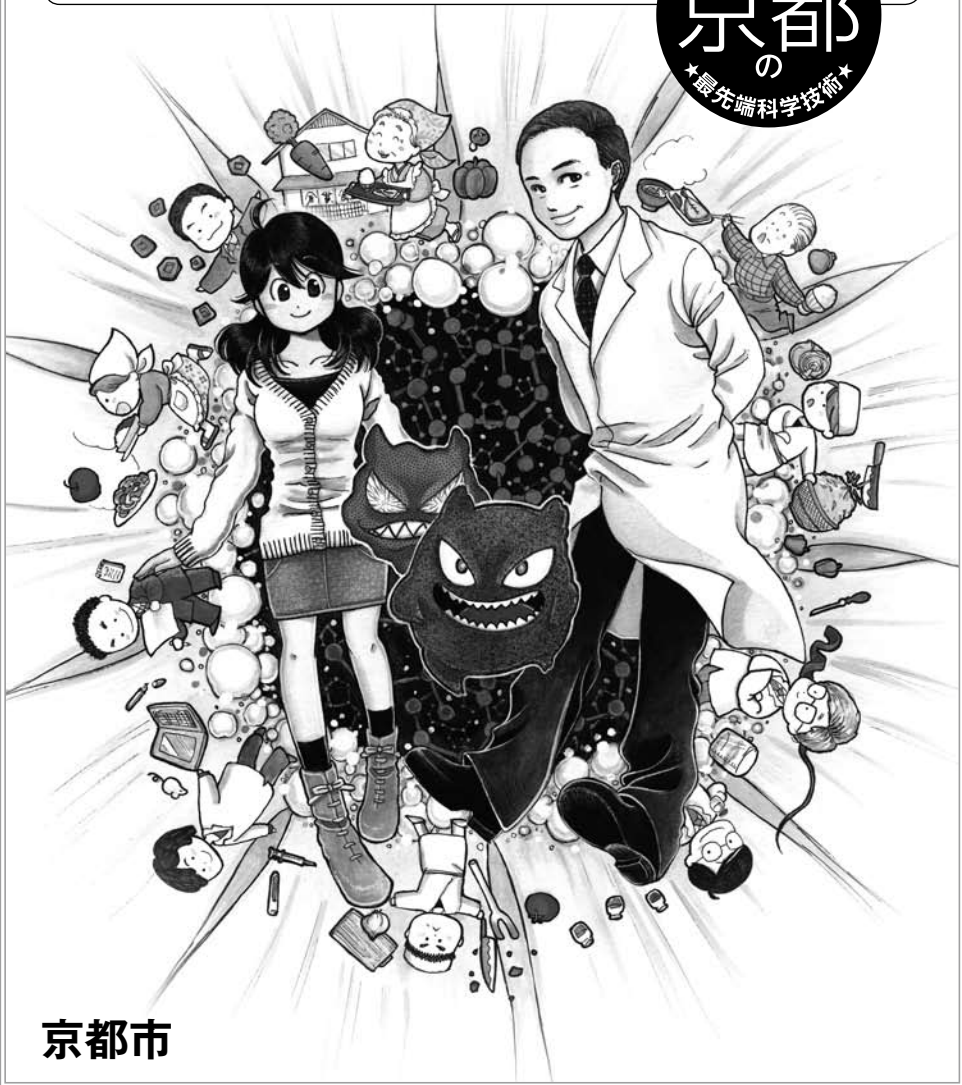
平成22年3月

京都市産業観光局産業振興室

医療に革命を!

● 先進がん診断・治療技術 ●

マンガで知る!
京都
の
最先端科学技術*



京都市

* 地域結集型共同研究事業については、34ページをご参照ください。

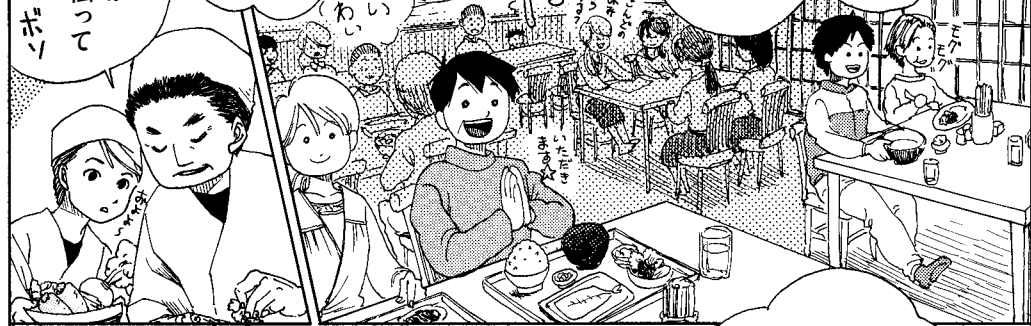


おばあちゃんが
いなくて
ひとときわ
店が忙しくてねえ...

「おばあちゃん
のせいで
店が忙しい...」
「おばあちゃん...」

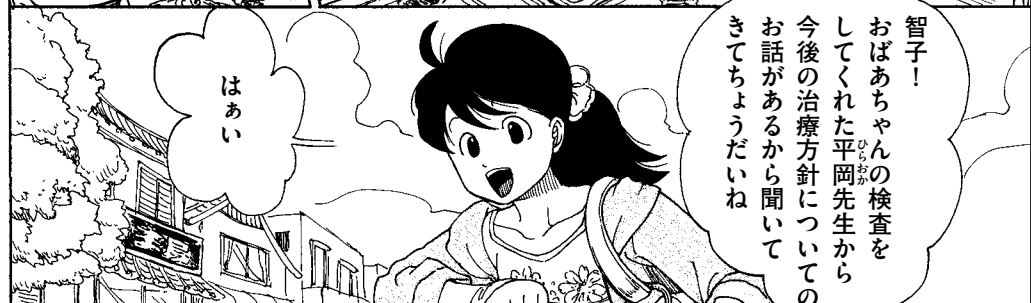
わかったわ
行ってくる！

勉強も大事だが
少しは店を手伝って
くれたらな...



智子！
おばあちゃんの検査を
してくれた平岡先生から
今後の治療方針について
お話があるから聞いて
きてちょうだいね

はい



受験勉強もいけど
たまには急抜きも
必要

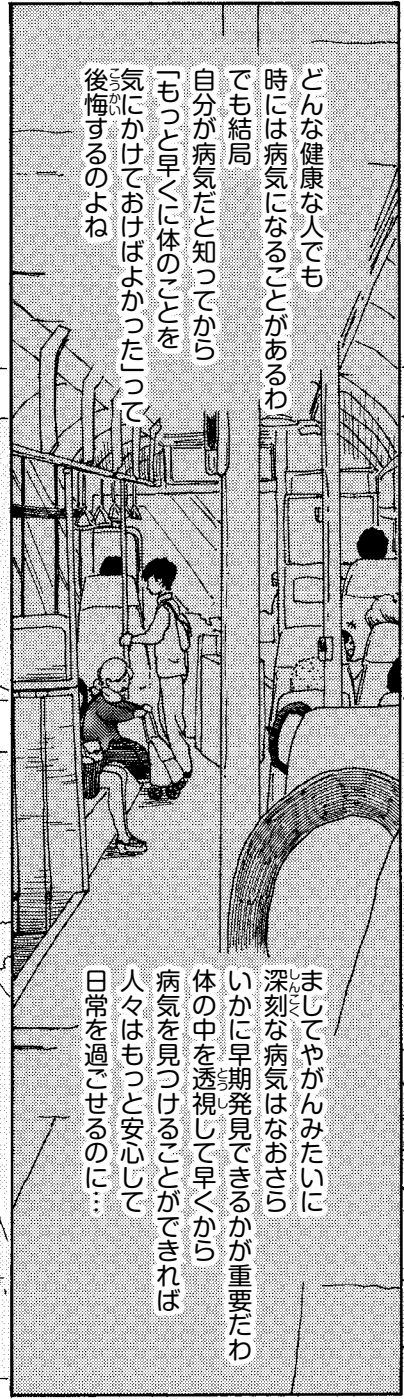


はあ



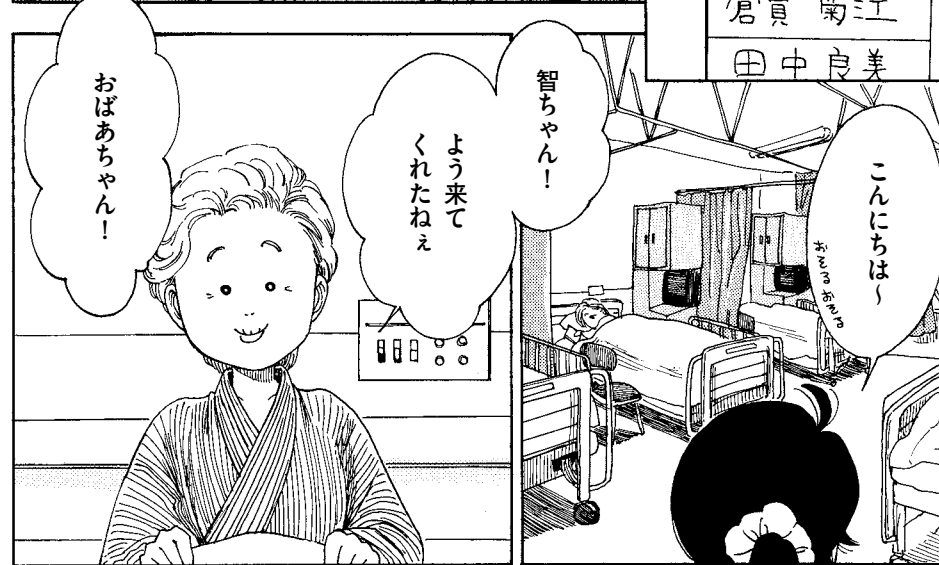
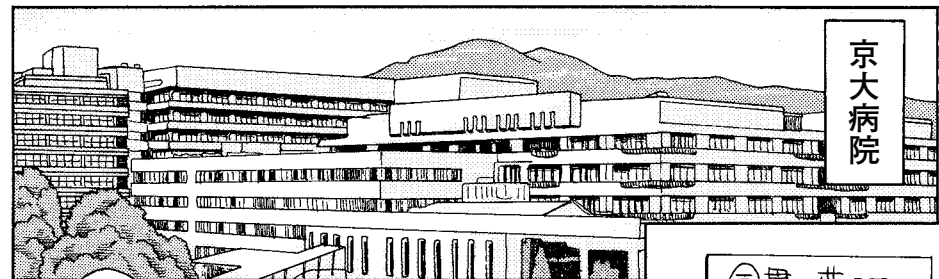
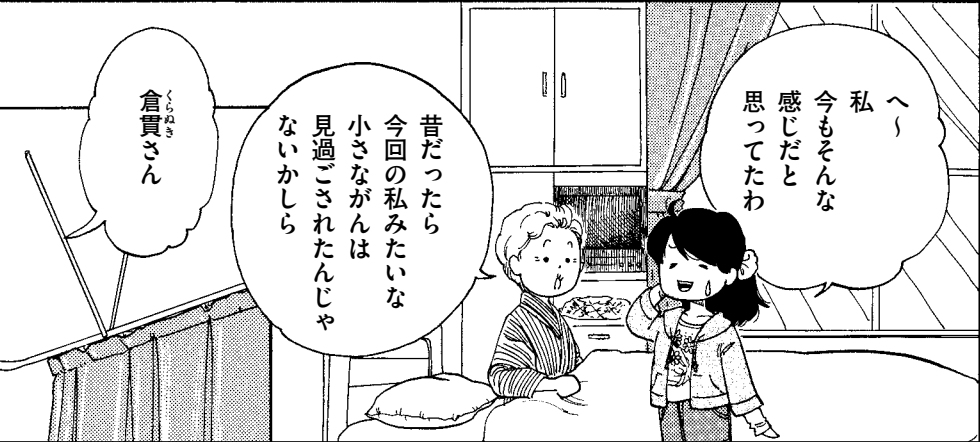
おばあちゃん
いつも
家族でひとりだけ
風邪引かないくらい
元気だったから
今回たまたま体調くずして
入院したから
がんを見つけたけれど...

そっぴやなきや
手遅れに
なっていたかも
しれないわ



どんな健康な人でも
時には病気になることがあるわ
でも結局
自分が病気だと知ってから
「もっと早くに体のいづかを
気にかけておけばよかった」って
後悔するのはよね

ましてやがんみたいに
深刻な病気はなおさら
いかに早期発見できるかが重要なわ
体の中を透視して早くから
病気を見つけることができれば
人々はもっと安心して
日常を過ごせるの...





大学で
がんの診断技術を
紹介する講義をするから
よければ見において

だったら
ちようど明日



しっかりした
お孫さんですね

智子は
来年から京大に
通うんですよ!

おばあ
ちゃん!



は
はい

がんについてかあ
私が目指しているのは
工学部だからあんまり
関係なさそう...



翌日

智ちゃん
行つてらっしゃいな

ま
いっか!

うん



こんにちは
倉貴さん
今後の治療計画について
お話ししましょう

平岡先生
どうもお世話に
なっております
こっちは孫の
智子です

こんにちは

こんにちは



あのこと
祖母のこと
ありがとうございます
放射線治療で
治るそうで家族も
ホッとしています

今
祖母から進んだ
診断技術について
聞いていたところで
驚きました!

がん(悪性腫瘍)

がんは
早期発見が
とても大切な
病気です

悪性新生物とも呼ばれます。
体の様々なところで増殖して
生命をおびやかす腫瘍です。
栄養をどんどん使って増殖し
人体を消耗させたり、他の臓器に広がって
機能不全に陥れたりします。全身に転移すると
多数の臓器を機能不全に陥れます。

検査を受けて
もらうことはもちろん
新しい検査技術の
開発も大切なのです

※腫瘍 組織・細胞の活動は全体の調整のもと行われているが、それ反して勝手に増殖を繰り返すようになった組織・細胞のこと。特に体に悪影響を及ぼすものを悪性腫瘍という。
※機能不全 肺や胃などの臓器が本来の働きをしなくなり、体全体に悪影響を与える状態。
※転移 がんがもともと発現した箇所とは別に、血管などを移動して、まったく別の場所で増殖すること。一般に転移が始まると治療が難しくなる。



まわりの人
みんなかしくごうごう
緊張するなあ

年上ばっか...

治療の面では
手術に加えて
放射線治療、薬の治療も
近年大きく
進歩しています

放射線治療は
イメージングに
もとづいて
がんの所だけを
狙い打つ技術が
開発されています

早く見つけて
外科的な手術をせずに
治すことも可能になり
治療の選択肢が
増えてきました



イメージング...
画像化・視覚化
したものかあ

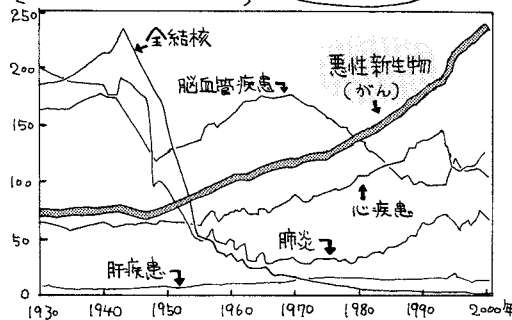
私って何も
知らないのね

もともと
がんの画像診断は
一八九五年に発見された
エックス線に始まります

まず
そもそも、なぜ
がんの画像診断が
大切かという
ことですが...

グラフを見ても
わかるように
日本人のがんによる
死亡率は
増加しています

【人口10万人あたり死亡率】

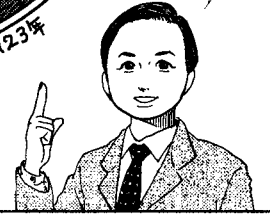


エックス線写真は
エックス線の
発見者である
レントゲンの名に
ちなんで広く
知られていますね



ヴィルヘルム・レントゲン

1845年～1923年



そういえば

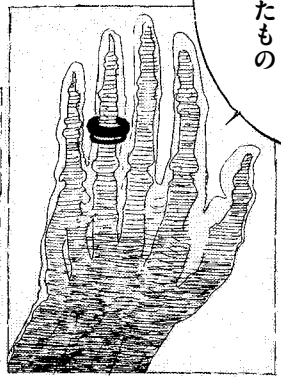
身近なものと言えば
歯医者で撮る
エックス線写真も
がん治療に使われて
いるものと同じです



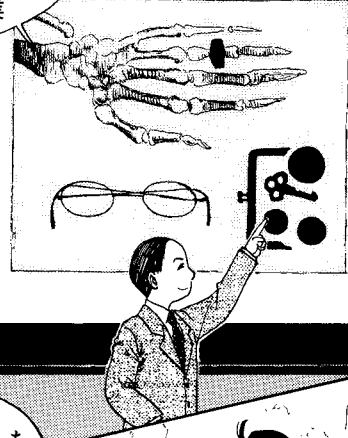
私も撮った
ことがあるわ

※感光板 — 光があたると化学的に変化する薬品が塗られた材料。

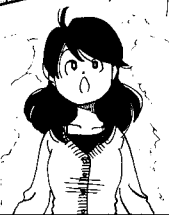
この右の
エックス線写真は
世界で初めて
撮影されたもの



そして左は
一八九六年に京都の企業
島津製作所で作られた
装置で撮影した
エックス線写真です



たった
半年の差ですが
格段に鮮明に
写っているでしょ

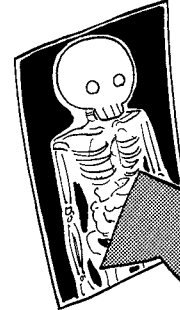


ちなみに
腫瘍部分はエックス線が
通りにくく白くなります
今とは逆の写り方だっ
たんですよ

エックス線とい
うのは可視光線や
マイクロ波など同じ
「電磁波」のひとつで

とくに可視光線と
比べると物体を
通りぬけやすいので
人体を通りぬけた
エックス線を撮影する
ことで体の内部が
見えるのです

エックス線は
感光板を黒く
変色させます

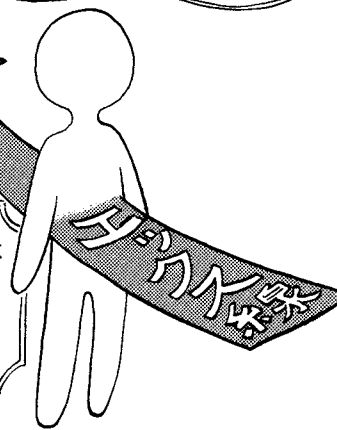


黒い部分

エックス線が
体を通じた
部分

白い部分

エックス線が
体を通過
しなかった部分



腫瘍のあるところは
エックス線が
通りぬけにくく
白く写ります

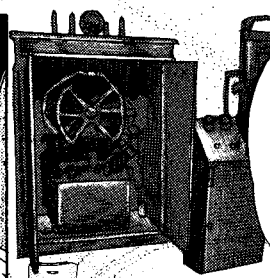
【電磁波】種類 (利用例など)

- 電波 (携帯電話)
- マイクロ波 (電子レンジ・レーダー)
- 赤外線 (赤外線通信・サーモグラフィ)
- 可視光線 (人間の目に見える電磁波のこと「光」)
- 紫外線 (蛍光灯・ブラックライト)
- エックス線 (放射線治療・X線CT)
- ガンマ線 (PET検査)
- ラジオ波 (温熱治療)

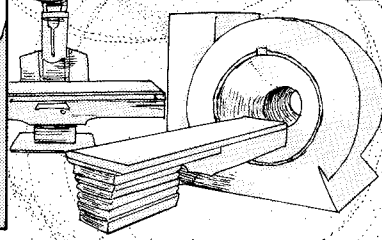
※社会的要請 — 広く社会が求めていること。例えば、がん治療については、精神的・身体的な苦痛を減らし、短い時間で済むような治療方法が求められてきた。

これ以降
多くの社会的
要請があり

画像診断技術は
絶え間なく
進歩してきました



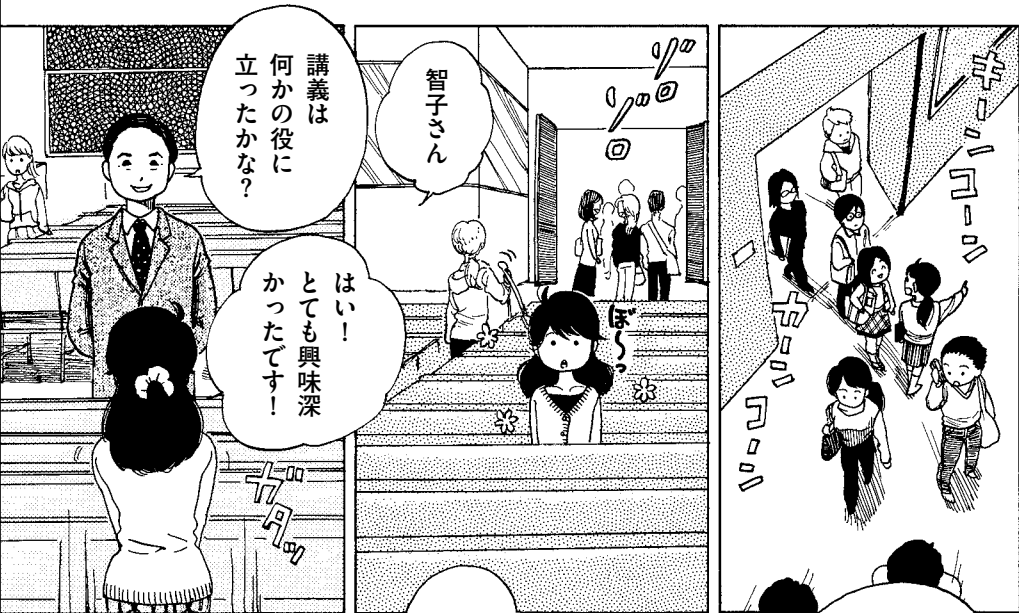
そしてこれは
私たちが最近
撮影した：





エックス線撮影も
できないんだわ

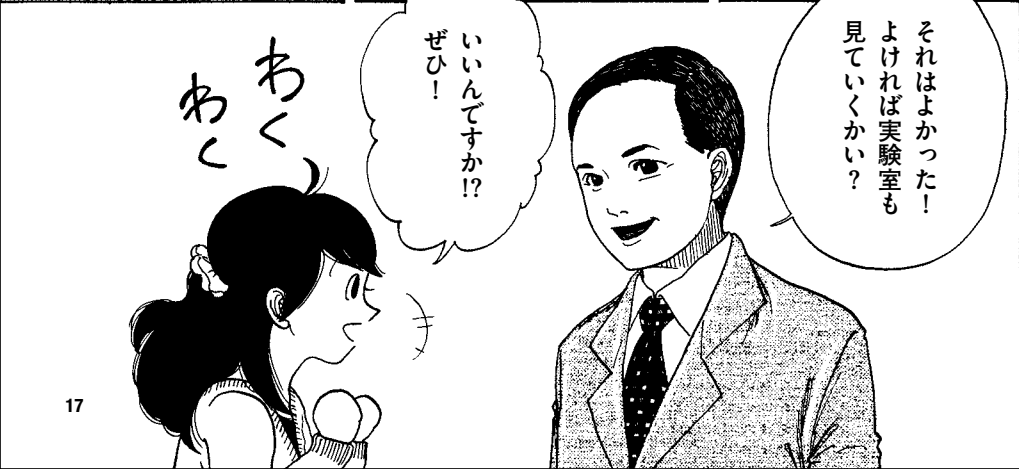
考えてみたら
検査機を作る
工学系の人か
いなければ



智子さん

講義は
何かの役に
立ったかな?

はい!
とても興味深
かったです!



それはよかった!
よければ実験室も
見ていくかい?

いいんですか!?
ぜひ!

あく
あく

※冠動脈——心臓を取り巻くように走っている血管



心臓の
三次元映像です

直径数ミリの
冠動脈もきれいに
見えています

立体的だ〜!!
作の外から
こんな撮れる
なんて!

技術の進歩って
すごい!

すごい
驚いて
くれているなあ

それに医学の話は
工学には関係ないって
思いこんでいただけ...



あんなすごい
三次元映像が
撮れるなんて
私なんだか安心して
しまいました

...

たしかに：

現在
血管の一本一本まで
わかるように
なりはしたが：

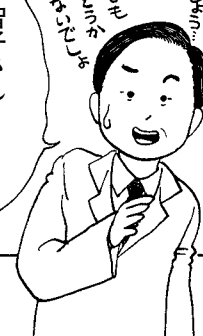
しかし
初期段階の
2ミリくらいのがんを
見つけることは
今の技術では
むずかしいんだ

とはいえ
がん治療は
早期発見が
とても大切な

だから
技術が進歩した今でも
小さいがんを見つけられる
技術の開発が
待たれているんだよ

もつともっと
細密な
エックス線写真を
撮って
虫メガネで
目をこらして
探すとか...？

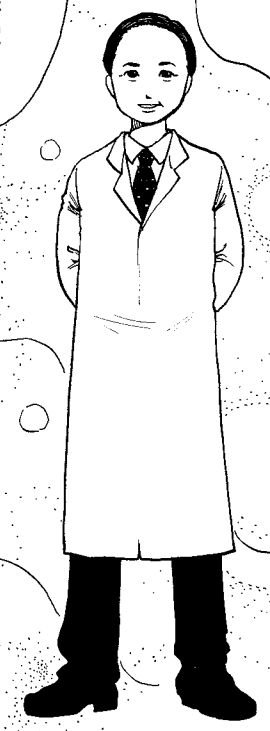
智子さん
着眼点を
変えてみるのも
大切なことだよ



※コンセプト―研究方針や研究内容を考える上で、最も基本となる考え方、着眼点。 ※CT―コンピュータ断層撮影。放射線を使って体の内部を観察する方法の一つ。
※MRI―核磁気共鳴画像法。物質に由来するある種の磁気情報を計測することで、体の内部を観察する方法の一つ。CTとは動作原理が大きく異なるために、互いに補い合うような情報が得られる。

形態イメージングから
分子イメージングへ

これが私の研究の
コンセプトなんです



形態イメージングとは
形そのものを写し出す
方法

エックス線撮影
※CT
MRIなどだね



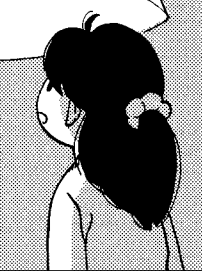
それに対して
分子イメージングは

がん細胞の活動の
特徴に注目して
がんを見つけていく
ものなんだ

がん細胞の
特徴：ですか

ガン細胞

その通り！





まずはこちらの
佐治先生との
共同研究だ

こんにちは

じつは
がん細胞の表面には
特徴的な突起が
あるんだが…



たとえば
がん細胞は他の正常な
細胞と比べて急激に
増殖をしているために

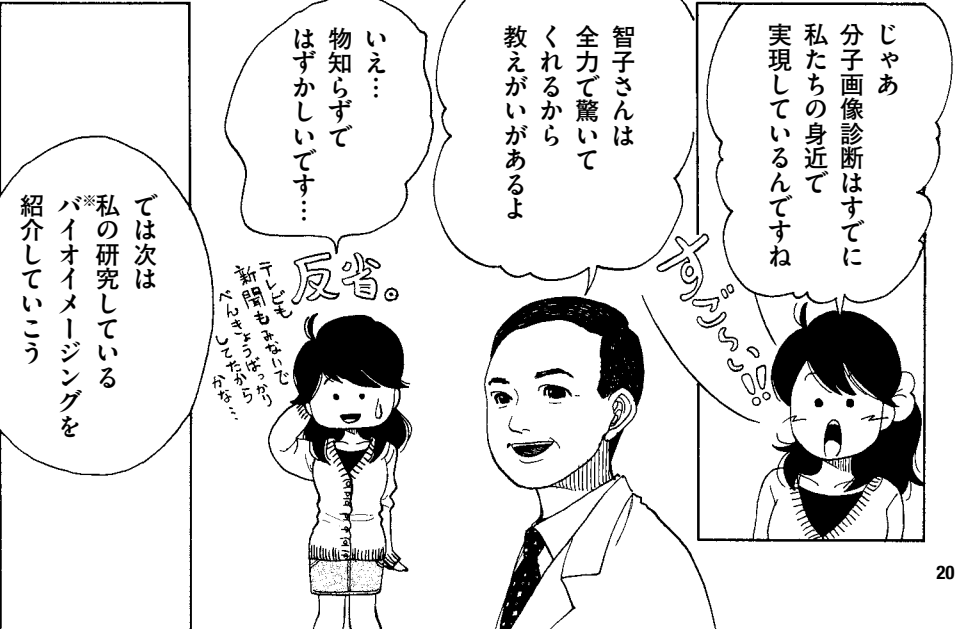
※ブドウ糖などの
栄養分をやたらに
消費するという
特徴があるんだ

モグ
モグ
モグ



これを逆^{さか}に取って
ブドウ糖^{ぶどうとう}に似た物質に
放射性物質のラベルをつけて
がんをマークしてやるのが

智子さんの
おばあさんの検査に
適用したPET検査だよ



じゃあ
分子画像診断はすでに
私たちの身近で
実現しているんですね

智子さんは
全力で驚いて
くれるから
教えがいがあるよ

いえ…
物知らずで
はずかしいです…

反省。
アッ!!
アッ!!
アッ!!

では次は
私の研究している
※バイオイメージングを
紹介していこう



この突起に
くっつく薬を
使うと

より正確に
がん細胞にしるしを
つけてやることで
できる

今度は
なんだ!

そんな薬の
研究をして
いるんだよ



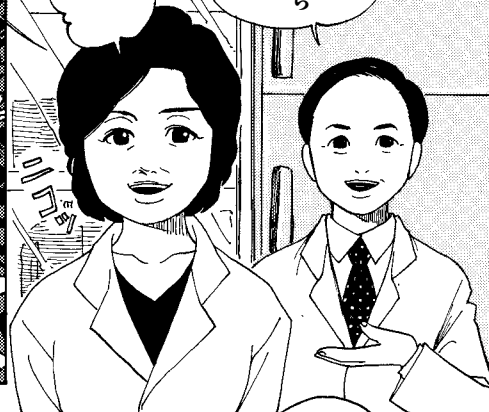
次は悪性度の高い
がん細胞を見つけ出して
やっつけるための
研究についてだ

悪性度の高い
がん細胞!?

※ブドウ糖 代表的で最小単位となる糖の一つ。グルコースとも呼ばれる。これらが組み合わせると様々な糖ができていく。
※ラベル 特定の分子や細胞に注目して、光などで判定できる薬品を取り付けること。 ※バイオイメージング 細胞の活動を理解したうえで、組織や細胞内での分子の動きを可視化していく手法。
※PET検査 ポジトロン断層法。体内に弱い放射性物質を入れることで、体内の様子を観測する方法。CTやMRIとは異なった情報が得られる。

それについては、
こちらの近藤先生から
話を聞こう

こんにちは



まずなぜ
悪性度の高い
がん細胞が生まれるか
についてだけ

がん細胞は
栄養や酸素の消費が
激しいのに対して
がんの中の血管は
いいかげんで

がん細胞の内部に
酸素や栄養が十分に
行きわたらない部分が
できてしまうの



※リンパ腺 — 体の組織にとって必要な栄養や不要な排出物を運ぶ一連の管。

死んでしまう
がん細胞も
いるんだけど

省エネモードで
生き残ったものは
ゲリラ化(悪性化)
して

彼らは酸素や栄養素が
足りないので省エネモード!

悪性度の高い
がん細胞に
なってしまうの



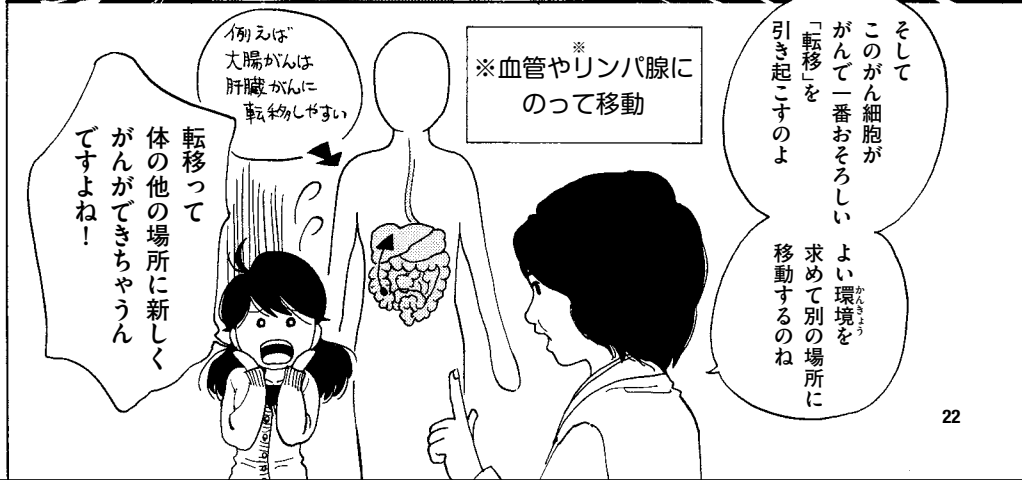
そして
このがん細胞が
がんが一番おそろしい
「転移」を
引き起こすのよ

よい環境を
求めて別の場所に
移動するのね

※血管やリンパ腺に
のって移動

例えば
大腸がんは
肝臓がん
に転移しやすい

転移って
体の他の場所に新しく
がんができてしまう
んですね!



そう
そして転移されると
治療がむずかしく
なってしまいます

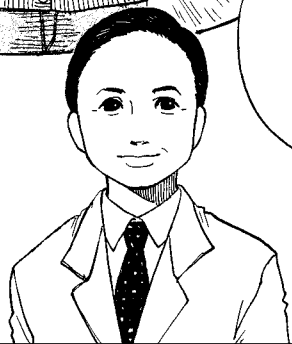
しかも

このゲリラ化した
がん細胞は放射線治療では
やっつけにくく
再発の原因にもなるんだ

まだ効果的な
治療法もできていないから
普通のがん細胞以上に
おそろしい存在なんだ



この追求が
いずれみんなの
健康を守ることに
つながるんだ



でも私たちは
*このがん細胞が
低酸素状態である
ことを手がかりに
低酸素状態の部分に
たまりやすい薬を作ることで
悪性度の高いがんを
見つけたり治療したりする
方法を開発しているのよ

新しい技術の
追求に終わりは
ないんですね



ただ
ひとつ忘れては
いけないことが
あるんだ

※低酸素状態 — 細胞が正常な活動を行うのに必要な酸素が足りない状態。軽度な場合は、細胞はすぐには死なず、低酸素に耐えられるように変化する。



ここで
病院関係者
大学関係者
企業の人が集まって
話し合っているんだ

いろんな
方面の人が集まって
いるんですね！

そう
新しい検査方法を
確立するためには
様々な専門家の協力が
必要なんだ



医学系の力だけでは
研究をみんなの生活に
活かすことはできない
ということだ

この京都市では
「地域結集型共同研究事業」
という取り組みで
医学と工学のたがいの
知識を合わせることによって

今までにない
高度な医療技術の開発を
目指しているんだ

工学！



協力すること

さっき紹介した
近藤先生との研究も
そのひとつなんだよ

ここは……？

それが
大切なんだよ

その事業本部が
ここにあるんだ

みんなが集まって
会議しているところだよ

ガタヤ

たとえば

工学系の研究者が
新しい検査薬の
測定原理を開発し

しかし実際には
新しい検査薬があれば
その効果を最大限に
引き出す検査装置が
必要となり

このように
がんの診断方法を
実際に患者さんの
もとに届けるには

医師・工学者・大学や
企業が手を取り合って
研究開発を進めていく
必要があるんだ

検査薬が実際に
使われるようになれば

安定して高品質な
検査薬を大量に生産する
企業が必要になる

病院の関係者が
動物実験や
臨床試験を行なう

※測定原理 画像診断において、どのような科学的な現象に注目して、それを画像化させるかという仕組みのこと。
※臨床試験 新しい医薬品や治療方法が実用化される前に、安全性や有効性を確認するための試験で、一定の数の患者に対して、実際に医薬品や治療方法を適用する。

具体的には

乳がん早期発見が可能な
PET検査のできる
マンモPETの開発には
先にエックス線で登場した
島津製作所と
共同で研究している

※ペプトソーム ペプチドという分子を工夫して集合させることで、カプセル状にしたもの。
※ラクトソーム 乳酸という分子を工夫して集合させることで、カプセル状にしたもの。

他にも
薬をカプセル化して
的確に患部に届かせる
研究をしている

木村先生の
ペプトソーム
ラクトソーム

より正確に
MRIでの診断が
できる手がかかりとなる
試験を開発している
中條先生など

そして
がんの画像診断に使う
PTD・ODDという
検査薬を安定して
生産してくれているのは
東京の試薬会社だ

※PTD タンパク質の一種。細胞の中に物質を運びやすくする働きをもつ。
※ODD タンパク質の一種。細胞内の酸素濃度が高いと分解する。

そう
高度な医療技術の
開発や普及には
さまざまな方面の
協力が必要だ

そしてこの京都には
世界トップレベルの
工学(化学・機械系などの)
研究と最先端医学・医療技術の
研究を誇る京都大学や

高度な技術を持つ
研究開発型の企業が
たくさんある

協力して活かしあえる
環境にあるんだよ

そんな
京都という地域の持つ
可能性を活かして

誰もが健康に暮らせる
未来のために
最先端の研究と技術を
結集しているんだよ

京都ってじつは
最先端技術の町だったんだ!

そんな
専門家の人たちが
得意分野を活かして
協力したら...

すっごくいいことが
できちゃう!!

ははは☆

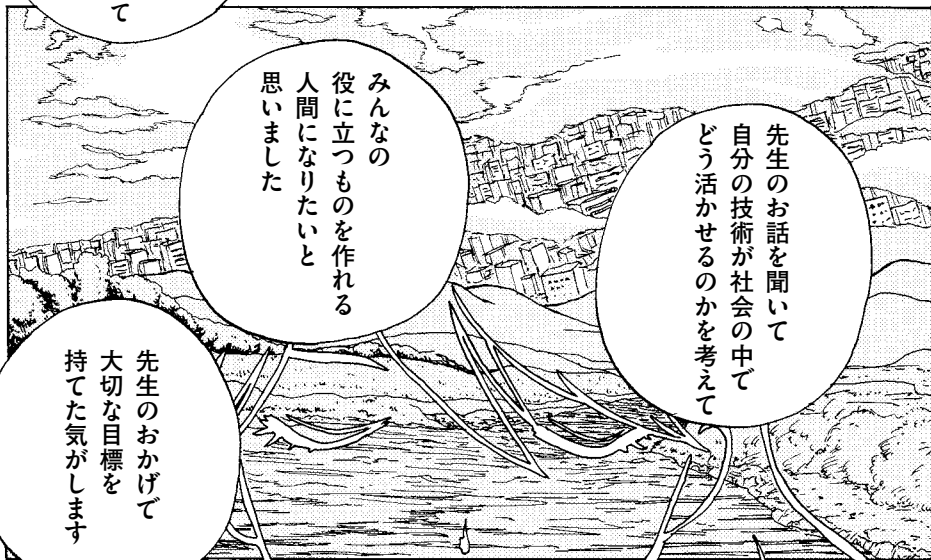


大きな手術や
放射線治療は
負担も大きいが今は
負担の小さい技術が
進歩してきているんだ

それも
各方面の方たちの
協力のたまもの
なんですよね

平岡先生
じつは私の志望は
工学部なんです

私
工学部に受かることしか
考えていなくて
医学と工学のかわりなんて
想像もしていませんでした
でも…



先生のお話を聞いて
自分の技術が社会の中で
どう活かせるのかを考えて

みんなの
役に立つものを作れる
人間になりたいと
思いました

先生のおかげで
大切な目標を
持てた気がします



そうなるかも
しれないね



高度な科学技術で
今まで治せなかった
がんが治せるよう
なった





せっ
せっ

7

フ

食
貴

智ちゃん
そろそろ
店の方は
いいよ

ありがとう
助かったわ

はーっ

よし!

勉強がんばるぞー!!



ありがとう
ございました!!

それはうれしいよ

肩の力をぬいて
受験勉強
がんばってください

人も技術も
支え合っている

おばあちゃんを
いたわってあげてね

はい!

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

医療に革命を! —— 先進がん診断・治療技術

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 —— 平岡真寛(京都大学大学院医学研究科 教授)

佐治英郎(京都大学大学院薬学研究科 教授)

中條善樹(京都大学大学院工学研究科 教授)

木村俊作(京都大学大学院工学研究科 教授)

近藤科江(京都大学大学院医学研究科 教授)

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 —— 濱田麻衣子

脚本 —— サイエンス・グラフィックス株式会社

地域結集型 共同研究事業 とは?

「地域結集型共同研究事業」は、独立行政法人科学技術振興機構が実施する事業で、地域が目指す特定の研究開発目標に向け、地域の産業界、大学、公的機関が結集して共同研究開発を行うことにより、新産業の創出を目指す事業です。

京都市では「ナノメディシン拠点形成の基盤技術開発」として、京都大学などが持つ医学と工学の最先端の研究を融合して、革新的な高度医療技術の開発に取り組み、多くの成果を生み出しています。

具体的な研究開発テーマは?

二つのテーマからなっています。

一つ目は、病気の早期発見や予防のために広く利用される血液検査をより簡便なものにするための技術開発で、わずかな血液で病気が判定できるポータブルな検査機器の開発です。

二つ目は、これまでの医療技術では難しかった診断と治療を可能にするもので、例えば、がん細胞にだけ集まる非常に小さな粒子を体内に入れ、病気の箇所を的確に写し出し、薬を運び、効果的な治療に結びつける技術の開発です。

京都市地域結集型共同研究事業 「ナノメディシン拠点形成の基盤技術開発」

体制 ● 事業総括 —— かわべ やすつぐ 川辺泰嗣(株式会社島津製作所顧問)

● 研究統括 —— たかはし たかし 高橋 隆(京都医療科学大学学長、京都大学名誉教授)

中核機関 財団法人京都高度技術研究所

参画機関 9大学、2機関、10企業(平成21年度)

事業期間 平成17年1月～平成21年12月

研究テーマ ● ナノデバイスによる医療用検査システムデバイスの開発

● ナノテク材料による医療用イメージングとターゲティング技術の開発

※くわしくは、<http://www.astem.or.jp/kyotokesshu/index.html>



医療に革命を!

● 先進がん診断・治療技術 ●

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

京都市中京区寺町通御池上る上本能寺前町 488 番地 TEL 075-222-3324 京都市印刷物 第213132号