

まだ生まれていない世代の脅威となる原発排気筒からの放射性物質

茨城大学名誉教授 小林 正典

1. まえがき

いままで発表してきた研究をもとにして、原発排気筒から放出されている放射性物質が、地球のあらゆる形の生命の存続にとって致命的な危険因子であることを述べています。

原発排気筒から放出された放射性物質が呼吸や食べものを介して、体内に取り込まれて内部被ばくを起こしますが、そのような微量な放射線量でも内部被ばくを起こす理由について学問的な説明の一つであるベトカワ効果を分かりやすく述べています。

人工放射性核種と自然放射性核種についても分かりやすく説明し、内部被ばくにとっては自然放射性核種は心配しなくてもよいこと、人工放射性核種が危険であることを述べています。

放射性核種が放射性崩壊して、安定な原子核になるときに放出される放射線が内部被ばくを起こすアルファ線、ベータ線、ガンマ線であることを、ストロンチウム 90 の放射性崩壊、ヨウ素 131 の放射性崩壊、セシウム 137 の放射性崩壊を、それぞれ説明しています。

2. 人類存続にとって致命的な危険因子の放射性物質

被爆医師として被爆の実相を語りつつ、核兵器廃絶を訴えている、肥田舜太郎先生(98 歳)はつぎのように述べています。原発の平常の運転中に排気筒と排水溝から出される安全許容量の放射性物質が、実は人類存続にとって致命的な危険因子であることを、少なくない専門学者が警鐘を鳴らし始めています。放射線の内部被ばくによって殺されるのは、核兵器だけではなく、原発などのすべての核施設でも同じなのです。

そのことばの中に、簡単には理解できないメッセージがあります。

「原発の排気筒から放出されている放射性物質が、人類存続の致命的な危険因子である。」と断定しているメッセージのことです。

実は原発が運転していなくても放射性物質は放出されています。これは私たち一人一人に直接降りかかっている禍であるばかりではなくこれから生まれてくる子供たちにとっても悪い影響を及ぼし、それだけではなくて人類が存続していくうえで危険なものであり、それも致命的であるといっています。

原発の排気筒から放出されている放射性物質が、どんな悪さをしているのか確かめてみたいと思ひ、約 10 年前に営業運転した原発がありましたので、調査してみました。

すると、青森県民のすい臓がんによる死亡者は、東北電力の東通原発が平成 17 年(2005 年)12 月 8 日に営業運転を開始した約 1 年後の平成 19 年ころから急増し、1 年間で 34 人に相当する増大となっているとの実体が明らかとなりました。公開している国立がんセンターなどの統計データから、どなたでもそれを確認できます。

3. 地球のあらゆる形の生命に最大の脅威—放射能汚染と化学汚染の相乗効果

レイチェル・カーソンは「沈黙の春」(1962年)で指摘しています。地球のあらゆる形の生命に最大の脅威となるものは、放射能汚染と化学汚染の相乗効果であると。

さらにレイチェル・カーソンはそれを分かりやすく述べています。遺伝学者の H.J.マラー博士が算出した予測値の結論をおおまかにまとめれば、現在まき散らされている放射線が今の世代の人々に与える肉体的な被害よりも、今の世代がそれを体内に取り込んで、次世代へ伝えることによって、将来の子孫が被る被害の方がはるかに大きい、ということです。当然ながら、私たちは今現在生きている人々の肉体的被害について考えます。ですが、まだ生まれていない世代にとっての脅威は、さらにはかりしれないほど大きいのです。彼らは現代の私たちがくだす決断にまったく意見をさしはさめないのですから、私たちに課せられた責任はきわめて重大です。(レイチェル・カーソン著「失われた森」集英社、2000年、より抜粋)。

肥田舜太郎先生が言っていた、「放射性物質が人類存続の致命的な危険因子である。」ことがどういうことかよくわかったように思います。

4. 原発は存在するだけで危険だということを一言で示さなければならない

肥田舜太郎先生ははっきりと主張しています。

核兵器廃絶の最大の敵である核抑止論に対抗するためには、核兵器は持っていても危険だということを一言で示さなければなりません。そのたびに大論文や演説するようでは間に合わないのです。それには、

「核兵器は作る、運ぶ、貯蔵するたびに周辺に放射線の内部被ばく者をたくさん作って殺す。」ということを伝えなければならないのです。

原料のウランの採掘、濃縮、精製、核爆弾の製造、核廃棄物再処理、核兵器の運搬、貯蔵など爆弾を製造し、保有するすべての過程で、常時、放出される低線量放射線の内部被ばくで被ばく者を作り、病気にし、殺していることを意味しています。そういう重大な事実を、どこの国民も全く知らされていません。

このことは、核兵器を原発に置き換えても同じようなことが言えます。

すべての原子炉を廃炉にする市民運動を広げてゆき、まだ生まれていない世代にとっての脅威となり得る放射性物質を作り出す元を絶つことが、私たちに課せられたきわめて重大な責任なのです。

5. 放射性物質が微量でも脅威となる学問的な理由の一つであるペトカワ効果

ではこのように危険因子といわれる放射性物質が微量でも脅威となる学問的な理由の一つであるペトカワ効果について考えてみます。

1972年にマニトバにあるカナダ原子力公社のホワイトシェル研究所で、アブラハム・ペトカワは、まったくの偶然からノーベル賞に値するともいえる発見をしました。それはペトカワ効果と呼ばれ、つぎのような発見でした。

「生きている細胞の細胞膜に似たリン酸質の人工膜に水中で放射線を当てたところ、放射線照

射を長時間続けると、X線フィルムに対するような瞬間的な短時間照射の時よりもはるかに低い放射線量の吸収で、細胞膜が破れることを発見した。」

生きている細胞は、細胞核のまわりを細胞質が囲みその外側を細胞膜が包み込むような構造であります。その細胞膜は水を含んだ細胞原形質(細胞質+細胞核)を内部に保持するためだけ存在するのではなく、それ自身が生物学的プロセスにおける重要な機能を果たしています。

ペトカワ効果を分かりやすく説明するとつぎのようになります。細胞膜を破壊するにはX線の大型装置から毎分260ミリシーベルトで、全量35シーベルトの高線量率照射が必要だと言われていました。しかし、水に溶かした放射性食卓塩(塩化ナトリウム 22)から毎分0.01ミリシーベルトという低線量率を長時間照射すると、全量でわずか7ミリシーベルトの長時間照射で細胞膜は破壊されたのです。このように、低レベルの長期にわたる照射の場合、細胞膜を破壊するのに5000倍も小さい線量しか必要ないことを明らかとしたこととなります。このことはまさに信じられない発見であり、ノーベル賞に値するとも言われています。

アーネスト・スターングラスはこのペトカワ効果を応用することにより、1974年につぎのことに気付いた最初の学者であると言われています。

酸素が溶け込んだ細胞液の中で、放射線は酸素分子に衝突して、毒性の強い不安定な酸素を作る作用をします。活性酸素(フリーラジカル)と呼ばれるこの酸素は、細胞膜に引き寄せられ、細胞膜を次々に酸化する連鎖反応を起こし、細胞膜を弱らせて破壊さえしてしまいます。細胞の原形質内にあるフリーラジカルの数は、少なければ少ないほど損傷を起こす効率は高くなります。これはフリーラジカルが多いと衝突し合ってお互いを非活性化し、普通の酸素分子に戻ってしまうからであります。一度により高い線量であるほど、放射線の作るフリーラジカルが多くなり、細胞膜に到達する前にお互いに衝突して非活性化されてしまいます。さらに、異なる影響があります。細胞膜は細胞原形質の中に電場を作り、毒性の高いフリーラジカルのような、マイナスに帯電した分子をひきつけます。コンピューターの計算によりますと、フリーラジカルの濃度が高いほど電場からのけん引力は弱まります。したがって、活性酸素の濃度が高いと、低いときよりもフリーラジカルは細胞の壁に到達し難くなります。

死の灰や原発から放出される放射性物質からの微量で長期にわたる被ばく線量は、高線量における何千回もの動物実験で経験される被害より、100倍も1000倍も危険であることを、アーネスト・スターングラスは指摘したのです。(1)(2)

6. 人工放射性核種が大きな内部被ばくを起こす理由

放射線には人工放射線と自然放射線があります。人工放射線を放射しているものを人工放射性核種と呼び、自然放射線を放射しているものを自然放射性核種と呼んでいます。

ヨウ素131、セシウム134、セシウム137、ストロンチウム90などの人工放射性核種も、カリウム40やラドンなどの自然放射性核種も、生物や人体に対する影響は、それらが放射する放射線がその種類も含めて同じならば外部被ばくについてはまったく同じであります。内部被ばくという観点からはまったく異なるものであることが、ムラサキツユクサを用いた実験から埼玉大学名誉教

授市川定夫先生によって証明されています。

人工放射性核種には、生体内で著しく濃縮され、蓄積や沈着を起こすものが多く、それゆえ大きな内部被ばくをもたらします。それに対して、自然放射性核種は生命誕生から自然界に常に存在していたことから、生物がその被ばくを避けるために、その進化の過程でその体内濃度を一定に保つ機能を獲得し、余分なものはすみやかに排出してしまいます。

原発の敷地内に煙突のような、高い排気筒が存在するのを不思議に思ったことはありませんか。その排気筒からは、原発の稼働に関係なく常時、気体放射性廃棄物が大気に放出されています。その気体放射性廃棄物の中の人工放射性核種は、原発周辺に降下してそこに生きている生きものの中に取り込まれ、濃縮され、蓄積や沈着による内部被ばくを引き起こします。ムラサキツユクサには青色の花のおしべに付いているたくさんの毛がありますが、その細胞の中の遺伝子が被ばくとすると突然変異を起こして、その色が青からピンクに変色して、人工放射性核種の存在を教えてくださいました。その突然変異頻度は、原発が稼働中では多くなり停止中では少なくなり、原発の風下では多くなりそれ以外では少なくなりました。それらの結果は統計的に有意差があることがわかりました。

自然放射線のうち、体内被ばくと、地殻からの体外被ばくは、自然放射性核種からのものではありますが、その大部分がカリウム 40 によるものであります。カリウム 40 は、天然に存在するカリウムのうちの 1 万分の 1 強を占めており、この元素が環境中に多量存在し、生物にとって重要な元素でありますから、カリウム 40 が否応なしに体内に入ってきます。しかし、カリウムの代謝は早く、どんな生物もカリウム濃度をほぼ一定に保つ機能をもっているため、カリウム 40 が体内に蓄積することはありません。

カリウムを早く代謝し、その体内濃度を一定に保つこうした生物の機能は、自然放射性核種カリウム 40 が常に存在していたこの地球上で、生物がその被ばくを避けるために、その進化の過程で獲得してきた適応の結果と考えられます。

カリウム 40 に次ぐ被ばくをもたらしている自然放射性核種は、ラドンの核種であります。ラドンは、いわゆるラジウム温泉が出る地域に多く存在し、こうした温泉に入ると、湯気とともに出てくるラドンが肺内まで入りますが、ラドンが希ガスであるため、体内に取り込まれたり濃縮されたりすることではなく、すぐ肺内から出て行きます。ラドンは、通常の地域でもわずかながら地中から出ており、とくに降雨のあと多く出ます。ラドンの内部被ばくは心配ありません。(3)(4)

7. 放射性崩壊(壊変)と放射線

ヨウ素 131、セシウム 134、セシウム 137、ストロンチウム 90 などの人工放射性核種も、カリウム 40 やラドンなどの自然放射性核種は安定したものではありません。その構成の不安定な原子核が、放射線(α 線、 β 線、 γ 線など)を出すことにより他の安定な原子核に変化する現象の事を放射性崩壊(radioactive decay)または放射性壊変と言います。

放射線の原子が安定した原子に変化するためにとる崩壊で最もよく見られるのはベータ崩壊であります。しかしながら、ベータ崩壊は原子核の核子の数を変化させないため、核子の数が多す

ざるために原子核が不安定となっている場合はベータ崩壊だけでは安定にはならず、2 個の陽子と 2 個の中性子からなるヘリウム原子核 4He (アルファ粒子) を放出する崩壊であるアルファ崩壊で安定になろうとします。

アルファ崩壊とは原子核がヘリウム原子核を放出する放射性崩壊を言います。放出されるヘリウム原子核をアルファ線 (α 線) と呼びます。ヘリウム原子核は陽子 2 個と中性子 2 個からなるため、放出を行った原子は、もともとの陽子の数と中性子の数がそれぞれ 2 個減った原子に変化します。

原子核の核子(陽子または中性子)が他の核子に変化する放射性崩壊の総称をベータ崩壊と言います。主に、原子核の中性子が陽子に変化する崩壊 (β -崩壊) を指します。この β -崩壊においては電子が放出されまうが、この放出される電子のことをベータ線 (β 線) と呼びます。

原子核の持つ余剰なエネルギーを電磁波として放出することで、原子核のエネルギー状態を安定化させる変化をガンマ崩壊と呼ぶことがあります。放出される非常に波長の短い電磁波をガンマ線 (γ 線) と呼びます。ガンマ崩壊はアルファ崩壊・ベータ崩壊とは異なり陽子や中性子の数はその前後で変化しません。

放射性物質の原子は一定の確率で放射性崩壊を起こして別の物質に変化します。N 個の放射性原子の半分が他の原子に変化するのにかかった時間を半減期と呼びます。半減期はその放射性原子の核種ごとに異なります。

このように、放射性物質の放つ放射線は、ヘリウム原子核であるアルファ線 (α 線)、電子であるベータ線 (β 線)、波長の非常に短い電磁波であるガンマ線 (γ 線) の三種類に分類できます。

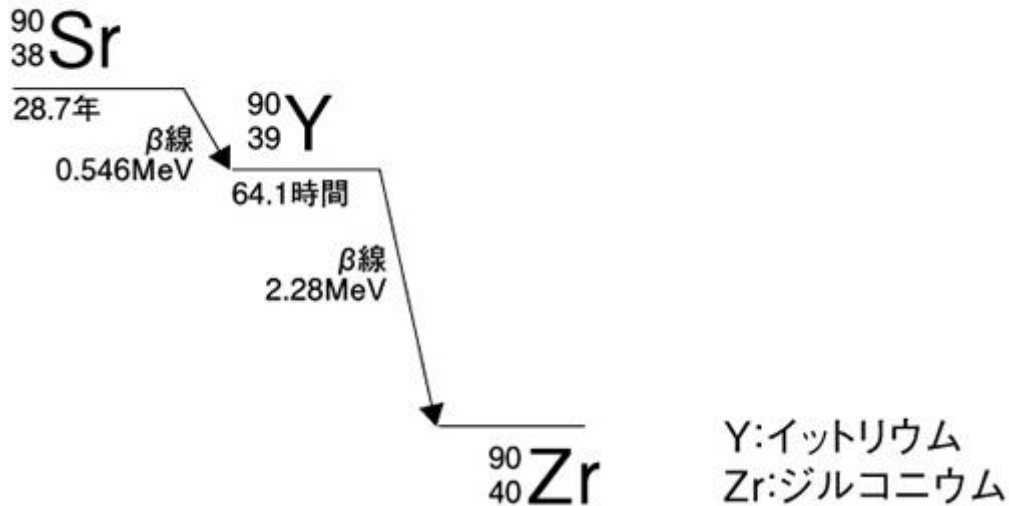
つぎに、文部科学省教師用解説書などを参考に、人工放射性核種の中からストロンチウム 90 ヨウ素、 $^{131}\text{セシウム}$ 137 の放射性崩壊についてそれぞれ詳しく述べます。放射性崩壊図において、放射性核種の左上は質量数で原子核内の陽子と中性子の数の和であり、左下は原子番号で原子核内の陽子の数を表し、下に半減期が示されています。MeV は放射線のエネルギーを表します。 β 線は電子なので、 β 線を放出するときに中性子が陽子に変化し原子番号は 1 増えますが質量数は変化しません。 γ 線は電磁波なので原子番号も質量数も変化しません。

7.1 ストロンチウム 90 の放射性崩壊

ストロンチウム 90 は中性子過剰であるため β 崩壊により ^{90}Y (イットリウム) を生成し、これはさらに β 崩壊して安定な ^{90}Zr (ジルコニウム) となります。純粋な ^{90}Sr は初期には ^{90}Y をほとんど含みませんが、次第に増加し 1 ヶ月程度で放射平衡に達し、約 3900 分の 1 の ^{90}Y を定常的に含むようになります。

半減期は 28.79 年であり、1 グラムのストロンチウム 90 の放射能強度は 5.11×10^{12} ベクレルとなりますが、続いて半減期の短い(64 時間)娘核種の ^{90}Y の崩壊を伴うため最終的にはこの 2 倍となります。 ^{90}Y の β 崩壊エネルギーは 2279.783 ± 1.619 keV と、 ^{90}Sr の 545.908 ± 1.406 keV よりもかなり高く、より透過性の高い β 線を放射し危険性も高く、その透過力は 1cm 厚さの水を通すほどであり、体内に取り込まれると細胞を損傷し得るほどになります。

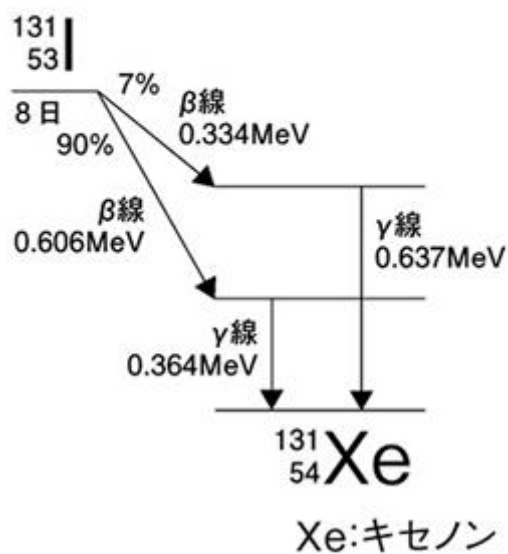
◆ストロンチウム (Sr) 90の壊変 (崩壊)



7.2 ヨウ素 131 の放射性崩壊

放射性同位体のヨウ素 131 は 78 個の中性子を含みます。ヨウ素 131 の半減期は 8.02 日で、大部分(89%)がベータ崩壊およびガンマ崩壊が起こり、キセノン 131(安定同位体)へと推移します。第一段階はベータ崩壊によって準安定状態のキセノン 131 に変化し、これが直ちにガンマ崩壊を起こして安定状態のキセノン 131 となります。

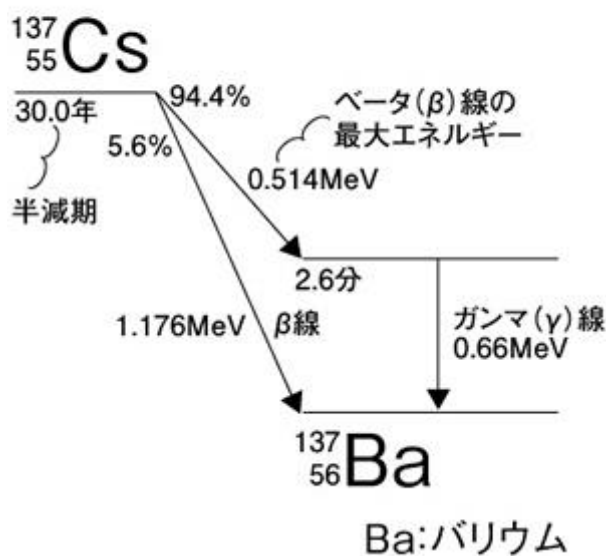
◆ヨウ素 (I) 131の壊変 (崩壊)



7.3 セシウム 137 の放射性崩壊

30.1 年の半減期を持ち、ベータ崩壊によりバリウム 137 の準安定同位体、すなわちバリウム 137m (^{137m}Ba , Ba-137m) になります (95 %の崩壊がこの同位体を作り、残りの 5 %が基底状態の同位体を作ります。)。バリウム 137m の半減期は約 2.55 分で、これはすべて核異性体転移によるものであります。1 g のセシウム 137 の放射能の量は 3.215 TBq であります。

◆セシウム (Cs) 137 の 壊変 (崩壊)



8. あとがき

レイチェル・カーソンが

「現在まき散らされている放射線が今の世代の人々に与える肉体的な被害よりも、今の世代がそれを体内に取り込んで、次世代へ伝えることによって、将来の子孫が被る被害の方がはるかに大きい、ということです。」と言っていることを、

肥田舜太郎先生は「原発の平常の運転中に排気筒と排水溝から出される安全許容量の放射性物質が、実は人類存続にとって致命的な危険因子である。」と言っていることがわかりました。

そのような放射性物質が危険因子となる学問的な理由は、「酸素が溶け込んだ細胞液の中で、放射線は酸素分子に衝突して、毒性の強い不安定な活性酸素(フリーラジカル)を作りだし、そのフリーラジカルは細胞膜に引き寄せられ、細胞膜を次々に酸化する連鎖反応を起こし、細胞膜を弱らせて破壊してしまいます。」というペトカワ効果によることがわかりました。

体内で、このペトカワ効果を起こす放射線は人工放射性核種から放射されたものであります。生物はその進化の過程で、自然放射性核種の内部被ばくを避けるための機能を獲得しています。

一方、人工放射性核種は呼吸するときや食べものの中に混ざって体内に取り込まれ濃縮蓄積され、細胞膜を体内の近距離から、微弱な放射線量でも長期間かけて破壊してまいります。

レイチェル・カーソンは50年前から警鐘をならしていました。「まだ生まれていない世代の彼らは現代の私たちがくだす決断にまったく意見をさしはさめないのですから、私たちに課せられた責任はきわめて重大です。」

その課せられた責任を果たすための一つが、世界中のすべての原発を廃炉にすることです。60年前に主婦のみなさんが、核実験反対の3000万の署名を1年4か月ほどで集め、第一回原水爆禁止世界大会を広島で開催したように、みなさんがその気になって市民運動を展開すればそれは必ず実現します。(18)

そのためには、原発から放出されている放射性物質の内部被ばくのほんとうの怖さを国民の一人一人に訴えて賛同者を増やしてゆくことです。

そのときに、青森県民のすい臓がんによる死亡者は、東北電力の東通原発が営業運転を開始した約1年後の平成19年ころから急増し、1年間で34人に相当する増大となっているとの実体が役立つものと確信します。(16)(17)

参考文献

- (1)ラルフ・グロイア、アーネスト・スターングラス(肥田舜太郎、竹野内真理共訳)、人間と環境への低レベル放射能の脅威—福島原発放射能汚染を考えるために、あけび書房、2011年
 - (2)琉球大学名誉教授 矢ヶ崎克馬先生が在職時に公表していた「内部被曝についての考察」
(www.cadu-jp.org/data/yagasaki-file01.pdf)
 - (3)市川定夫著「新・環境学 現代の科学技術批判I、II、III」藤原書店、2008年
 - (4)「低線量被ばくの影響と JCO 事故健康被害」講師:市川定夫・埼玉大学名誉教授 講演録
2003.8.25 臨界事故被害者の裁判を支援する会
 - (5)国立がんセンター統計データ http://gdb.ganjocho.jp/graph_db/
- わたしがいままでにまとめた主な研究をつぎに示しておきます。
- (6)小林正典、市民のあなた、だからできる脱原発 その1
(住んでいたところに帰れなくなるのはいやだ、原発再稼働ストップ)、2015年
 - (7)小林正典、市民のあなた、だからできる脱原発 その2
(奇跡の水、東日本壊滅の危機を救う)、2015年
 - (8)小林正典、ムラサキツユクサが教えてくれた内部被ばくの脅威、2015年
 - (9)小林正典、核実験を禁止させた何か、変身ミニ原爆の原発をも禁止に、2015年
 - (10)小林正典、原発排気筒からの放射能による内部被ばくのこわさ、2015年
 - (11)小林正典、ムラサキツユクサが教えた原発排気筒からの放射性物質のこわさ、2015年
 - (12)小林正典、原発の周辺での放射能健康影響の調査結果、2015年
 - (13)小林正典、原発の営業運転開始前後の放射能健康影響の調査結果、2015年
 - (14)小林正典、東通原発と玄海原発立地県のすい臓がんと白血病の合計死亡率の調査結果、

2015 年

- (15) 小林正典、玄海原子力発電所周辺住民の健康影響の調査結果、2015 年
 - (16) 小林正典、東通原発営業運転開始前後の青森県民の健康影響の実体、2015 年
 - (17) 小林正典、東通原発営業運転開始前後の青森県民の健康影響の実体—地域版、2015 年
 - (18) 小林正典、原発再稼働の流れを止め廃炉を目指す市民運動を展開しましょう、2015 年
- (6)～(17)は東海第二原発ストップ日立市民の会 ホームページ内の投稿記事欄参照
(<http://www.net1.jway.ne.jp/arakawa.teru/index.html>)

(2015 年 8 月 22 日)(連絡先 masanori.kobayashi.kuutenki@vc.ibaraki.ac.jp)