

# パストゥール通信

2019年 新春号



## 巻頭のことば

理事長 吉川 敏一

ルイ・パストゥールの業績は非常に幅広く、その初期には化学、その後は生物学や医学の分野に変遷しつつ、偉大な発見を数多く残しています。これは知識の幅の広さや非常に深い洞察力の賜物と思います。現代の科学の進歩は早く、また分野を超えた知識の集大成が求められ、今まさに、彼の発想を引き継いだ研究が求められています。

今年は、私がルイ・パストゥール医学研究センターの理事長を拝命してから早くも3年が過ぎ、一つの節目を迎えたと感じております。そこで、研究センターとして何をなすべきであるかを考えたとき、ルイ・パストゥールの思考内容を再現するような研究所にするべきだと考えました。また、そこでは従来の研究部門をさらに拡大し、研究者同士が自由に活発な意見交換や情報交換、ときにはバトルも覚悟で、切磋琢磨できる場を提供したいと考えました。



医学に関わらず他部門の専門家、科学者に共同研究を呼びかけたところ、気がつけば全部で22の研究室を持つに至り、驚いております。従来に加えて、新しく設けた研究室は下記の通りです。

BNCT開発研究室、医療国際連携研究室、耐性菌研究室、機能水研究室、医農食情報連携研究室、情報基盤研究室、AIデバイス研究室、文理融合型先端医学研究室、創薬研究室。

何れも世界最先端の研究であり、取り組んでいる研究者も新進気鋭のつわものが集まっています。近いうちに得られた研究内容が論文紙面や記者会見を通して広く世間に知られることになるでしょう。

本誌では、その中からBNCT開発研究室と機能水研究室のこれから活動について紹介しておりますので、ぜひともお読みいただければと存じます。BNCT開発研究室では大阪大学との共同研究にて、全く新しい型のBNCT装置を開発中であり、がんの新しい画期的な治療法として、近いうちにその全容を公表予定です。

また、機能水研究室客員研究員として就任くださった堀田国元先生(一般財団法人機能水研究振興財団理事長)からは、科学者ルイ・パストゥールとの深い縁を感じさせる、大変興味深い原稿をいただきました。機能水研究振興財団とは共同研究を開始し、またホームページで自由に意見が交換できるように、交互のアクセスを可能にいたしました。

新年を迎え、新しい旅立ちを担うに相応しい顔ぶれが揃いました。これらの研究室の飛躍的発展と、研究者同士の交流を通した画期的なアイデアの創生を祈念しています。

最後になりましたが、研究員一同が少しでも人類や社会に貢献できるように邁進する所存でございます。皆様の暖かいご支援をお願いいたします。

本年も心から皆様の健康と平穏な日々を祈願いたします。

# もう一つの パストゥール会



機能水研究室客員研究員  
一般財団法人機能水研究振興財団理事長  
**堀田 国元**

パス研のパストゥール会は、パス研の前身である(財)京都パストゥール研究所時代の1987年4月に発足しているが、それよりも40年早く発足(1946年)し、現在も活動している‘もう一つのパストゥール会’(以下、北大パストゥール会)がある。それは筆者の出身校である北海道大学農学部農芸化学科応用菌学講座の同窓会である。1966年からその会員となった筆者は30年近く世話役を務めていた時期がある。昨年、機能水が取り持つ縁でパス研理事長の吉川敏一先生から新しく発足した機能水研究室の客員研究員として迎えていただいた。そして、パストゥール通信をみせていただいたときパス研に同じ名前の会があることを知って小さな驚きと喜びを感じた次第であった。パストゥール通信の編集を担当しておられる津久井さんに北大パストゥール会のことを少し話したところ、紹介文を書く機会を与えてくださった。以下に、北大パス

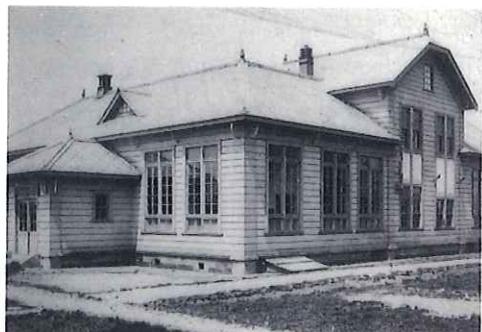
トゥール会の概要と、パリのパストゥール研究所に留学した最初の日本人留学生で上記講座の初代教授である半澤洵(はんざわじゅん)博士について紹介したい。

北大パストゥール会は、第二次大戦後の荒廃した社会環境の中で上記講座の学生・卒業生が生き抜いていくために佐々木酉二(ささき ゆうじ)第二代教授が呼びかけて1946年(昭和21年)に設立された。会の名称は、初代教授の半澤先生がパストゥール研究所に留学した最初の日本人研究者であること、およびパストゥールが醸酵学の祖でもあることに因んでつけられた。北大ではパストゥールの誕生日(1822年12月27日)に因んで毎月27日に卒業生による講演を企画・実施し、終了後学生を交えて情報交換と懇談をするのが慣わしあつた。佐々木先生が定年退官した1972年(昭和47年)まで特別の事情を除いて年12回開催さ

れトータル300回以上に及んだ。この活動に感化され、東京や関西方面に就職した卒業生らは北大に倣って東京パストゥール会と関西パストゥール会をつくり、不定期であるが会合を開き活動している。さらに、米国パストゥール会もある。

パストゥール会などを通じて、佐々木先生は折に触れてパストゥールについて教えてくださった。自然発生説の否定、医学や結晶学における偉大な業績はもちろん、アルコール醸酵が酵母によることの解明や牛乳、ワイン、ビールの腐敗防止のために低温殺菌技術(パステリゼーション:pasteurization)を開発したことにより醸酵学、すなわち応用微生物学の祖として世に知られていること、有名な言葉の数々、そして逝去したときには国葬が行われたことなどをわれわれ門下生は教わった。

パストゥールに関する佐々木先生の知識は、恩師の半澤洵先生からの直伝であった。半澤先生は札幌で生まれ1878年(明治11年)育ち、著名な作家となった有島武郎らと同期(第19期生)に札幌農学校に入学した(1892年)。卒業後、世界的な植物学者であった宮部金吾教授(内村鑑三や新渡戸稻造と同期で親友;1930年日本学士院会員、1946年文化勲章受章)の植物学研究室で研究生となり、1904年(明治37年)から助教授を務めた。1907年(明治40年)に札幌農学校が東北帝国大学札幌農科大学となったときに応用菌学の講義を担当することになった。植物病理学、植物分類学に関する多くの研究発表をされているが、中でも1910年(明治43年)に著した「雑草学(明治43年)」は名著として斯界において有名である。1911年から3年ほど欧州留学し、ド



応用菌学教室(1915年)

イツにおいてヴェーマー(Wehmer)教授ならびにレーニス(Löhnis)教授の下で応用菌学の研鑽を積んだ後、日本人研究者として初めてフランスのパストゥール研究所に移り、還元糖の定量法の確立などで著名なベルトラン(Bertrand)教授(当時所長)に師事して微生物化学を修めた。因みに、半澤先生は1922年(大正11年)に「ルイ・パストール」を著している。1914年に帰国後、半澤先生のために新設された応用菌学講座(わが国最初の応用微生物学の講座)の初代教授に就任された(大正4年;1915年)。講座の研究室は新築された建物で、それはパストゥール研究所の建物を一部模したものであった(写真参照)。

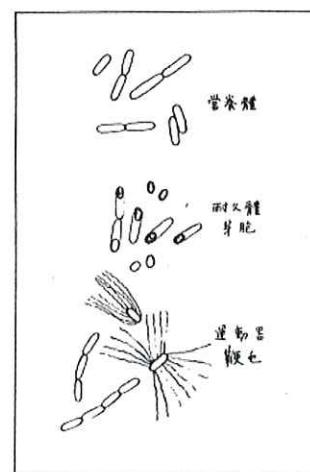
以来、1941年(昭和16年)に佐々木西二教授に引継ぐまでの四半世紀に亘って応用菌学の発展に献身された。その間に、根粒

菌などの土壤肥料菌学、納豆菌の研究に代表される食品菌学、牛乳やバター・チーズ、サイレージなどの畜産菌学、鰹節黴などの水産菌学、石炭の自然発火などの工業菌学など多様な研究業績を挙げているが、一般的に最も有名なのは納豆製造法に関する研究である。

今では栄養価が高い食品として国際的にも受入れられている納豆(糸引き納豆)は、大昔から明治時代まで、大豆を煮て稲藁苞に入れて保温し、稲藁の付着菌による自然醸酵に依存するという不衛生で不安定な方法でつくられていた。この方法に代わる近代的製造法が確立され、世に普及したのは、明治時代に澤村眞博士(東大農芸化学)が納豆の生成は一菌種(*Bacillus natto*と命名)の働きによることを解明したことと大正時代に半澤先生が行った実学的研究と普及



パストゥール研究所

Bacillus Natto SAWAMURA  
納豆菌

活動によるところが大きい。半澤先生は、納豆菌の純粋培養と衛生的な容器を使用することが納豆の安定製造のキーポイントと見抜き、経木を容器に用いる半澤式改良納豆製造法を確立した。そして、納豆容器改良会を組織し、また雑誌「納豆」を刊行して納豆製造業者を直接・間接に指導し、納豆博士と綽名された。さらに、半澤先生の指導を受けた三浦二郎氏(仙台市)が醸酵温度調節のために通気孔付きの納豆室(文化室と呼ばれた)を考案したことによって安定した大量納豆製造の道が拓かれた。

納豆の研究を始めた動機は、講座の運営経費の財源獲得のためという意外な事であった。ともあれ、1918年(大正7年)に納豆菌の分離とその純粋培養による納豆製造法を確立し、翌年、培養した納豆菌を札幌市の相澤商会を通じて頒布し始めた。大学納豆菌は評判がよく、収益によって研究予算や実験室環境(北大で最初の電燈)を改善でき、余裕も出てきたので、社会還元として本格的に衛生的納豆製造法の研究と普及に取り組み始めた。やがて、半澤式改良納豆製造法が全国に広まることになった。その結果、不衛生という納豆の悪評は拭い去られ、滋養豊かで衛生的な食品として世の中に受け入れられた。大正時代に一地方都市から全国に広まる納豆製造法を完成したことは見事な業績である。これら一連の過程は実学的応用研究のあり方の好例であろう。半澤先生の後任となった佐々木先生は、

納豆研究事業を継続するとともに家庭用応用菌学ポケットブック1「納豆と納豆菌(北海道大学応用菌学教室編)」を1948年(昭和23年)に北方出版社より刊行している。

わが国の醸酵学の最高権威であった坂口謹一郎先生(東京大学農学部農芸化学醸酵学講座教授)は、半澤先生の業績を高く評価され、1970年(昭和45年)11月に学士院会員に推举された。翌年、半澤先生は学士院会館において昭和天皇陛下に納豆についてご進講された。1972年(昭和47年)、半澤先生は94歳で永眠されたが、葬儀には全国納豆協同組合の代表が出席し、弔辞を述べられた。

専門研究・教育の一方で、半澤先生は特筆すべき福祉教育活動を行った。それは、貧しいがために学校教育を受けられない子女を教育する目的で新渡戸稻造夫妻が1894年に開設した「遠友夜学校」において半澤先生は学生の頃から子女の教育・指導を担ったことである。1921年からは実質的な校長として新渡戸稻造の高い理想を受継ぎ、軍国主義が闊歩した昭和の暗澹たる時代にあって力尽きて閉校する1944年(昭和19年)まで務めを果たされた。遠友夜学校での活動を続けられた背景には、新渡戸稻造の同期で親友であった宮部金吾教授の強力なサポートの他、多くの学生(佐々木酉二先生も含まれる)の無償奉仕があった。



遠友夜学校(1931年:昭和6年) 新渡戸校長(2列目中央;その左は宮部先生、右は半澤先生)を迎えて

2018年新春号のパストゥール通信の「巻頭のことば」に吉川先生はパストゥールの言葉をいくつか引用し、解説されている。その中に、「日本人諸氏よ、あなたがたは世界の人を驚かした素晴らしい社会的、政治的変革に於いて、科学的教養があなたがたの主たる関心事の一つであってほしいと思うのです。」という1876年9月にミラノで開催された国際養蚕研究会の閉会のあいさつでパストゥールが述べた言葉を紹介されている。明治維新(1868年)以後、欧米諸国から招いた数多くの御雇い外国人によって近代化の道が開かれ、明治中期からは多くの日本人が先進科学を学びに欧米に留学した。そうした中にあって、半澤先生がパストゥール研究所へ留学したことは上記のパストゥールの言葉を具現した証の一つと筆者は感じている。パストゥール研究所において

先進科学とともに理念を学んだ半澤先生は、「縁の下の力持ち精神」を講座の伝統として植付け実践された。その精神をベースに主として応用微生物分野(微生物菌株保存、抗生物質探索・醣酵やアミノ酸醣酵など)で活躍している多くの人物が輩出している。それは‘もう一つのパストゥール会’の誇りである。

堀田国元  
(ほった・くにもと)  
北海道大学大学院農学研究科博了('72)、(財)微生物化学研究所('72~'85)、米国ロシュ分子生物学研究所('83~'85)、国立予防衛生研究所('85~'98)、国立感染症研究所('98~'04)、機能水研究振興財団('04~現在)。専門:抗生物質耐性、機能水。

# 機能水ってなんだ?



ルイ・パストゥール医学研究センター  
基礎研究部 機能水研究室  
主席研究員

菊地 憲次



あけましておめでとうございます。本年もよろしくお願ひ申し上げます。

2018年4月に機能水研究室が設置されました。機能水? 得体のしれない水、魔法の水、インチキな水など不審に思う方が多いことも事実です。逆に機能水の効能を心底信じている方も多いのです。

例えばルールドの泉のようにこの水を飲んだだけで歩けなかった夫人が元気に歩いて帰っていった例や病気が治った例が報告されてこの水を研究した科学者がいました。この水には金属イオンがごくわずか含

まれている特徴があることが分かりましたが、病気やケガへの効能効果は認められませんでした。また、ある山中から湧く水がダイエットに良いとされましたが、水の組成を分析してみるとマグネシウムイオン濃度が高く、このイオンによる下剤効果ではないのかと疑われました。さらに、一時ブームになったマイナスイオンを含む水の飲料は健康を増進するという根拠のない宣伝がされるなど怪しいことが多いのです。また、出版されている機能水に関する書籍の内容も科学的な見地から評価すると首をかしげることが多いのも事実です。

この様に怪しい科学が横行する中で機能水を研究することになったのは、アルカリイオン水の再評価の委員会に参加したことがきっかけでした。アルカリイオン整水器は1966年医療用物質生成器として厚生省に認可されました。このときアルカリイオン水の効能効果も厚生省で認められました。ところが平成4年に日本テレビで「驚異の水」として取り上げられたことをきっかけとしてアルカリイオン整水器ブームが起きました。このことが国会で取り上げられたことから、関連業界は厚生省から「品質・有効性・安全性」の再検討を求められました。そして、そのための第三者検討委員会（以下、検討委員会）に筆者は参加することになりました。当時の出版物の調査からアルカリイオン水は似非化学の産物と理解していましたので二の足を踏みましたが、業界に不利なことの公表については何の制約もしないとの約束の基で研究調査に参加しました。結果は、当初の見込みに反して安全性と効能効果が確認され<sup>1)</sup>、驚きました。このことから厚生省はアルカリイオン整水器の有効性を再確認することに留まりました。このように、飲用の機能水を作製する機械が認可されているのは、平成30年現在でもアルカリイオン整水器だけです。

ところが、検討委員会の報告後でもアルカリイオン水の期待からか報告以外の様々

な効能効果をうたった本が出版されたため似非科学の一つだという批判を完全に拭うこととはできませんでした。

一方、1980年代後半に食塩の希薄水溶液を電気分解して得られた陽極水（強酸性電解水）が薬剤耐性菌のMRSAを数秒で殺菌できること、90年代前半に殺菌要因が次亜塩素酸であることがわかり、消毒剤として期待されました。実際、強酸性電解水生成装置は、1996年手指、1997年内視鏡の殺菌洗浄を用途として医療用具に認可されました。さらに2002年には、微酸性電解水（希塩酸を電解）とともに食品添加物指定を受け、食材や調理加工器具等の洗浄殺菌に使用されるようになりました。認可の際に次亜塩素酸水と命名されました。さらに、塩化カリウム水溶液を電解して生成する酸性電解水が電解次亜塩素酸水という名称で特定農薬として認められました。このように陽極水の名称が国の認可・指定を受けるたびに異なってしまったことや、食品加工や医療の現場での使用方法が十分に理解されていないことによる混乱が認められました。そこで筆者は、2010年滋賀県大津市で開催された第9回日本機能水学会学術大会で大会長を務めた際に次亜塩素酸水生成装置のJIS規格化を提案しました。時間はかかりましたが、（一財）機能水研究振興財団や生成

# 機能水ってなんだ?

装置メーカーとの協働により、2017年10月にJIS B 8701として公示されました。<sup>2)</sup>

機能水としての電解水(陰極水および陽極水)が市場に登場してから20年以上経過したのに現場での理解は、依然として十分に進んでいないように思います。そこで、日本機能水学会の機能水としての定義:「人為的な処理によって再現性のある有用な機能を付与された水溶液中、処理と機能に関して科学的根拠を明らかにされたもの、及びされようとしているもの」に基づいて、新規機能水の機能の解明や機能水の正しい理解と普及を目指して機能水研究室を設置させていただきました。以下に、当面の活動目標を挙げさせていただきます。

- 1.機能水の評価と信頼性を高める:このために試験管内の機能水研究および生体に与える影響の研究。機能水の作製法と機能水の物理化学的特性の評価。
- 2.生物安全講習会:次亜塩素酸水の使用法と殺菌消毒効果ばかりではなく、生物安全管理に広げて講習会を行う。2019年度からの開催を検討する。

まだ、機能水研究室を立ち上げたばかりなのでご支援をよろしくお願い申し上げます。

1)糸川嘉則, “電解水ガイド2001”, p.33, 機能水研究振興財団(2001)

2)中藤誉子他, “次亜塩素酸水生成装置の標準化: JIS B 8701の制定”, 機能水研究13, 19-26 (2018)

菊地 憲次  
(きくち・けんじ)

静岡大学大学院工学研究科修士課程修了。理学博士。滋賀県立大学工学部教授を経て、2018年4月より当研究センター主席研究員。

専門:工業電気化学、水電解、分析化学、高分子化学。

# 次世代の がん治療法



基礎研究部BNCT開発研究室

主席研究員

高橋 成人

## プロローグ

私が放射性同位元素Radioisotope (RI)によるがんの診断・治療に初めて出会ったのが今からおよそ30年前のことでした。ヨーロッパの学会/ワークショップに招かれBudapestでハロゲンの最も重い元素アスタチン(At)の化学的性質について講演した時のことでした。そのときすでにヨーロッパではAt-211が出す $\alpha$ 線によるがん治療の研究が始まっていました。化学者、薬学者の方がいろんなAt標識化合物の合成方法について検討していたのを覚えています。

そのとき日本におけるアスタチンの核医学利用の研究開発状況を尋ねられましたが、その当時の私にはがんの治療に $\alpha$ 線放出核種をどのように用いればよいか、実際日本の医者の先生がたは $\alpha$ 線放出核種の使用を検討されておられるのか全く知識がありませんでした。もちろんRI・放射線に関する知識としては細胞、生体への影響は理解

していましたが、私の研究がこの先がんの治療にかかわってくるとは思ってもみませんでした。その原因の一つは一般的な教育・知識のせいではなかったかと今振り返っているところです。

その当時は $\alpha$ 線を放射するRIが皮膚についたら除染のために皮膚をはがしてしまわなければならぬとまで公言する研究者もいたり、ある研究所では $\alpha$ 線放出核種を加速器で製造してはならないと決めている所もあるような状況でした。このような日本独特のRIに対する偏見は今からは想像しようもありません。いや、福島の事故後の人々のふるまいを見ていると今でも変わらないと私は思います。

## がんの診断

がんの治療法としては外科治療(手術)、薬物療法(抗がん剤治療、ホルモン療法など)、放射線治療やその他(免疫療法、温熱

療法など)があります。ここではRI・放射線を利用した治療と診断について述べます。

がんを発見するにはいくつかの方法がありますが、一般的には複数の方法を組み合わせて診断をします。がん検査を受けるとまず血液検査で腫瘍マーカーを調べます。がんに特定の化学物質が正常な場合と比べて増加していないか検査します。またX線検査、CT検査、Magnetic Resonance Imaging (MRI検査)、PET検査、超音波検査などの画像診断が一般的行われています。さらには内視鏡検査、がん組織を採取して細胞の性質を調べる病理検査が行われます。

さてこの中で放射線を利用する検査はX線検査、CT、PETですが、最も古くからおこなわれているX線検査はよく知られているので省きます。CTの中でもRIから出るγ線を利用して検査するSingle Photon Emission Computed Tomography

(SPECT検査)とPET検査について解説します。よく知られているようにRIは壊変に伴いγ線を放出します。このγ線を出すRIで標識された薬剤(放射性薬剤)を体の中へ注射などにより導入すると体内の特定部分に集積していきます。一定時間が経過してRI標識薬剤が出すγ線を体の近くに置いた放射線測定器で測ることにより薬剤の分布、すなはち、ある臓器部分の画像が得られ、その機能やがんの診断ができます。具体例としてTc-99mを利用した骨シンチグラムの撮影で解説します。Tc-99m(半減期6.0時間)はMo-99(半減期66時間)の娘核[親核Mo-99がβ線を放出してその娘となるTc-99mに変わる]でミルキング[牛の乳を絞り出すように一定時間おきにRIを取り出す]により得ることができます。Mo-99は原子炉の中でU-235の核分裂により生成します。日本では核医学検査で使用されている放射性医薬品のおよそ8割(放射能比)がこ

カテゴリ	薬剤
心臓、肺	$^{99m}\text{Tc}$ HAS-DTPA, $^{99m}\text{Tc}$ MAA, $^{99m}\text{Tc}$ MIBI, $^{99m}\text{Tc}$ Tetrofosmin
脳	$^{99m}\text{Tc}$ ECD
肝臓、胆道、脾臓	$^{99m}\text{Tc}$ GSA, $^{99m}\text{Tc}$ PMT, $^{99m}\text{Tc}$ Tin Colloid
腎臓	$^{99m}\text{Tc}$ DMSA, $^{99m}\text{Tc}$ MAG <sub>3</sub>
骨	$^{99m}\text{Tc}$ HMDP, $^{99m}\text{Tc}$ MDP
その他	$^{99m}\text{Tc}$ NaTcO <sub>4</sub>

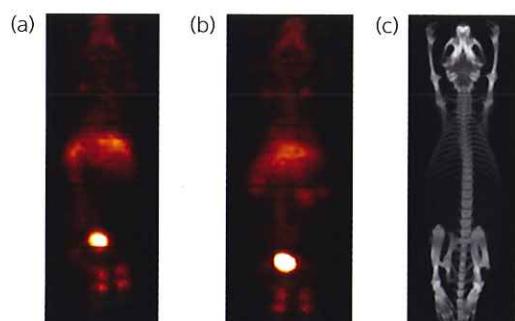
●表1 Tc-99m注射剤の適用例(2016年日本アイソトープ協会統計より)

のTc-99mを用いた薬品という状況であります、そのほとんどを輸入に頼っているのが現状です。Tc-99mを利用した診断薬の一覧を表1に示します。このようにTc-99mは広い範囲の診断に用いられています。ここ数年、海外の原子炉の老朽化や核テロの問題が表面化し、加速器によるMo-99あるいはTc-99mを製造できないか研究が進んでいます。我々が開発した加速器によるMo-99の製造方法を説明します。大阪大学核物理研究センターのリングサイクロトロン[粒子加速器の一種で磁石を数個円周に沿って配置し、AVFサイクロトロンよりも高いエネルギーが得られる]からの400MeVの陽子をタングステンに照射します、そのとき発生する核破碎中性子を利用して $^{100}\text{Mo}(n,2n)$   $^{99}\text{Mo}$ 反応よりMo-99を製造した後、Tc-99mを化学分

離で取り出します。このTc-99mとMethylene Diphosphonate(MDP)を反応させて、骨に集積するTc-99m標識薬剤を合成します。この薬剤を注射してTc-99mから放出される140keVのγ線を検出し、コンピュータで画像化します。我々はさらに進化した電子線直線加速器(LINAC)によりガンマ線を発生させ、このガンマ線を用いて $^{100}\text{Mo}(\gamma,n)$   $^{99}\text{Mo}$ 反応により放射性モリブデンさらにはTc-99mを製造する方法を開発しました。これらの加速器を含むシステムは大変コンパクトでこれまでの原子炉や大型加速器のような大きな建屋を必要とせず、SPECT検査を行う病院内にも設置できます。また何よりも海外に依存していた $^{99}\text{Mo}$ - $^{99\text{m}}\text{Tc}$ を国内で自給できるという大きなメリットがあります。Mo-99を製造する電子LINACの写真を図1に示します。



●図1 直線加速器



Bone scintigram(SPECT) with  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MDP into the rat. a) Purified  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ , b) Commercial  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ , c) CT image

●図2 Tc-99mMDPを用いたネズミの骨シンチグラム

また図2に加速器で製造したTc-99mを使用して我々が撮影したネズミの骨シンチグラムを示します。

### PET検査

ヨーロッパではがんの疑いがもたらすまずPET検査を行うというように、ごく一般的に行われている検査手法です。日本ではF-18 標識のDeoxy Glucose(<sup>18</sup>FDG)を用いた検査が一般的に行われています。サイクロトロンを用い<sup>18</sup>O(p,n)<sup>18</sup>F反応により生成した放射性の<sup>18</sup>F(半減期110分)をDeoxy Glucoseに付加させます。糖の一種であるDeoxy Glucoseは代謝が盛んながん組織に集まり、そこから511keVのγ線を180°方向に2本放出する。これらのγ線を放射線検出器で測定し、コンピュータ処理によりがん組織の画像が得られます。今日、PET診断では数ミリのがん組織が検出可能です。図3にPET装置の写真を示します。患者は<sup>18</sup>FDGを注射した後、ベットに横たわ

り、ベットを取り囲む検出器でγ線を検出します。さらに、大阪大学で行ったI-124(半減期4.2日)のPET診断の一連の流れを説明します。核物理研究センターのAVFサイクロトロン[サイクロトロンの一種で、高いエネルギーまで加速できる]を利用して<sup>124</sup>Te(p,n)<sup>124</sup>I反応により生成したI-124をTeターゲットより化学分離した後生理食塩水に溶かし、ラットに注射します。動物用の小型PET装置を使った撮像中の写真を図4に示します。また得られた断層写真を図5に示します。ヨウ素は甲状腺に集積するため、ラットの一対の甲状腺が鮮明に映っているのが分かります。

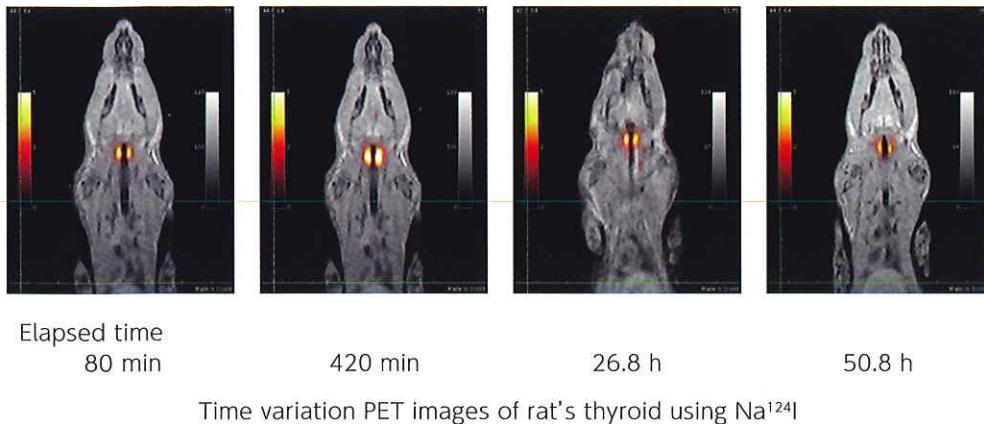
PETで最も多く使用されているF-18は一般には上で述べましたようにサイクロトロンで造りますが、私たちはSPECTで述べたように電子LINACでも造れることを示しました。私たちの方法を使用しますとSPECT核種Tc-99mとPET核種F-18を同一の加速器システムで製造することができます。



●図3 PET装置の写真



●図4 ラットを使用したPET写真



●図5 I-124を用いたネズミのPET画像

Tc-99mは外国に頼らなくて済み、F-18はより効率よく自病院内で製造することができます。私たちはこのシステムをぜひ多くの病院導入していただきたいと思いPRしています。

### 放射線治療

旧来の放射線治療はいわゆるラジウム針などの密封線源を腫瘍部分に挿入し、線源からの放射線で治療を行ったり、あるいはSr-90やY-88などのβ線放出核種を使用した体内治療が大部分を占めていました。近年では加速器からの粒子線を用いたがん治療が盛んになってきています。陽子ビームあるいは重粒子と呼ばれる荷電粒子（例えば炭素イオン）をがん組織部分に照準をあわせ、照射し粒子が持つ大きなエネルギーでがん細胞を破壊する方法が普及してきました。放射線治療をその線源によって分けると①粒子加速器を用いる方法と②RIを用いる方法に大別されます。先のRa-226

やSr-90などを用いるのはRIからのγ線やβ線などの放射線を用いる方法で治療には大きな装置を必要としません。

#### ①加速器を用いた放射線治療

加速器技術の進歩に伴い大きいエネルギーの荷電粒子を安定して取り出せるようになった結果、体の内部のがん組織に正確にエネルギーを集中させがん細胞を破壊することが可能になりました。このとき大事なのはがん細胞は破壊するが、できるだけその周りの正常細胞は壊さないことがあります。荷電粒子は物質中で運動エネルギーを失う際にそのエネルギーの損失のピークが停止する直前付近に現れる、いわゆるブレーキピークと呼ばれる現象がおこります。これがビームが通る途中の細胞損傷を小さく抑え、目的のがん細胞を集中して破壊できる理由であります。参考に放射線医学総合研究所のHeavy Ion Medical Accelerator in Chiba (HIMAC) 施設のレイアウトを図6に示します。線形加速器

(LINAC)を前段加速器として用い主加速器シンクロトロンで荷電粒子を800MeV/核子まで加速することができます。例えば100MeVのエネルギーを持った陽子は体の中へ7cmの距離まで到達できます。また、このような大きなエネルギーを持つ荷電粒子でがん細胞を破壊するためにはあらかじめ正確ながん細胞の位置とサイズを求めておく必要があります。粒子線治療に先立ち、このようなデータをもとにビームのエネルギーや照射時間などが決まります。患者はベットに横たわり、がん組織部に決められたエネルギーの放射線が照射されます。最新の照射プログラムでは人の呼吸に合わせてビームをコントロールし、がん組織部の細動に合わせた位置に荷電粒子を照射することができます。

## ②RIを用いた放射線治療

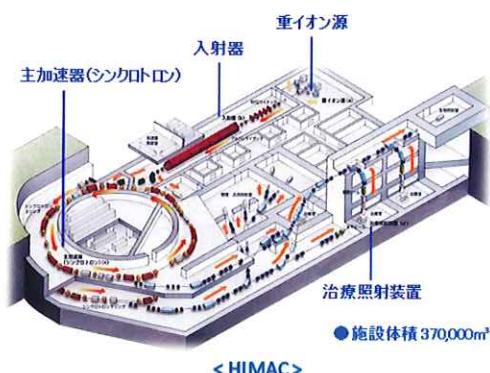
RIを使用した放射線治療は先に述べたよ

うに放射性物質を付けた針をがん組織部に直接刺し、RIが出す放射線でがん細胞を破壊する方法とがん細胞に集積する薬剤にRIを化学的に結合させ、体内のがん組織にRIを運ぶ方法がとられています。今日薬剤開発の目覚ましい動きによりDrug Delivery System(DDS)が開発されがんに特異的に集積する薬剤が開発されています。このようなDDSにRIを結合させ、がん細胞にRIを運ぶことができればより効果的にがん細胞を破壊できます。表2にがん治療に有望な $\alpha$ 線を出す核種を示します。 $\alpha$ 線の持つ高い線エネルギー付与率で効果的にがん細胞を破壊することができます。表2にあるRa-223やAt-211はまさにこれからのがん治療RIといえます。これらのRIを効果的にがん細胞に集積する薬剤に結合させ、がん細胞を効果的に叩くことができます。

## 薬剤と加速器を組合せたBNCT

最近Boron Neutron Capture Therapy (BNCT)が注目を集めています。この手法はこれまで原子炉からの中性子を用いて治療が行われてきましたが、数年前から加速器ビームを利用した中性子源の開発に伴い研究開発が進んでいます。

この方法はがんに集積するホウ素薬剤(ホウ素フェニルアラニン等)を用い、 $^{10}\text{B}$  ( $n,\alpha$ ) $^{7}\text{Li}$ 反応で発生する $\alpha$ 線と $^{7}\text{Li}$ イオンでがん細胞を破壊します。この方法の利点は $\alpha$ 線や $^{7}\text{Li}$ イオンががん細胞内で止まるため正常細胞への影響が小さいことと、ホウ素



●図6 がん治療のための重粒子加速器  
(放射線医学総合研究所)

薬剤が非RIであるために薬剤の調整に特別な施設は必要ありません。さらにホウ素薬剤ががん細胞に十分集積した時期を見計らって外部より中性子を照射することで他の正常組織への影響が低減できます。これまでの原子炉の中性子に代わり、加速器からの陽子をベリリウムやリチウムターゲットに衝撃し、 ${}^9\text{Be}(\text{p},\text{n}){}^9\text{B}$ や ${}^7\text{Li}(\text{p},\text{n}){}^7\text{Be}$ 反応で発生する中性子を用いる方法が用いられています。

これらの加速器としてはサイクロotronや直線加速器が使用されていますが、これらは原子炉よりはコンパクトではありますが、一般の病院で使用するにはまだ大きすぎますし、加速粒子により発生した放射線を遮蔽するのが大変です。私たちは今使用されている加速器と比べてもさらにコンパクトな加速器を開発中で、将来はこの装置が主流になると思います。またBNCTでは中性子発生装置も重要な役割を担っています

Nuclide	Half life	Production	Energy(MeV)	Decay mode	Majur gamma(keV)
${}^{211}\text{At}$	7.21 h	${}^{209}\text{Bi}(\alpha,2n){}^{211}\text{At}$	5.87(41.8%) EC(58.2%)	$\alpha$ (41.8%) $\text{EC}$ (58.2%)	687.0(0.261%)
${}^{212}\text{Bi}$	60.55 m	Natural	6.05(25.23%) 6.09(9.63%)	$\alpha$ (35.9%) $\beta^-$ (64.1%)	727.33(96.58%) 1620.5(1.49%)
${}^{213}\text{Bi}$	45.6 m	Natural	5.55(0.16%) 5.87(2.01%)	$\alpha$ (2.1%) $\beta^-$ (97.9%)	440.46(126.1%), 150.0(10.80%), 188.0(0.54%)
${}^{225}\text{Ac}$	10.0 d	Natural	5.79(18.1%) 5.83(51.6%)	$\alpha$ (100%)	216.9(0.32%)
${}^{255}\text{Fm}$	20.1 h	Reactor	6.96(5.04%) 7.02(93.4%)	$\alpha$ (100%)	81.47(0.81%)
${}^{223}\text{Ra}$	11.4 d	Daughter ${}^{227}\text{Th}$	5.62(24.2%) 5.72(52.5%)	$\alpha$ (100%)	154.21(5.62%), 269.46(13.7%) 323.87(3.93%)
${}^{149}\text{Tb}$	4.12 h	${}^{151}\text{Eu}(\alpha,6n){}^{149}\text{Tb}$	3.97(16.7%) EC(83.3%)	$\alpha$ (16.7%) $\text{EC}$ (83.3%)	165.00(27.8%), 352.21(33.0%) 388.33(20.4%)
${}^{210}\text{At}$	8.14 h	${}^{209}\text{Bi}(\alpha,3n){}^{210}\text{At}$	5.36(0.049%) 5.52(0.053%)	$\alpha$ (0.175%) $\text{EC}$ (99.825%)	245.3(79%), 1181.4(99.3%) 1436.78(29.0%), 1483.35(46.5%)

●表2  $\alpha$ 線治療に用いられるRI

が、より重要なのはがん組織に選択的に集積する薬剤の開発が大変重要なポイントです。ホウ素薬剤ががん細胞に集中せず、正常な細胞にまで入ってしまいますと中性子を当てた時正常細胞も破壊してしまっては本末転倒です。私はがん細胞に狙いを定めてホウ素を運ぶ薬剤の開発こそが大変重要と思っています。

現在大阪大学核物理研究センターの実験室では図7で示す用な非常にコンパクトな中性子発生装置を用い、がん細胞に様々なホウ素薬剤を取り込ませ、BNCTの基礎研究を行っています。いくつか大変興味深い結果が出てきました。

### がん診断と治療の組み合わせ

(Theragnosis:Therapy+Diagnosis)

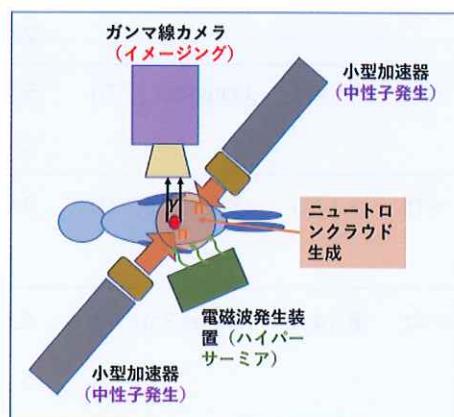
がん治療に先立ち診断を行い、がんの場所、その形状などを確認した後治療を行う

と、診断と治療は分離されていましたが、今日では診断と治療を一時に行う方法が研究されています。例えばPET用の陽電子放出核種と $\alpha$ 線を放出するRIをがんに集積する薬剤に結合させておけば、PETでがんの位置、サイズを見ることができますし、同時にがん細胞を破壊することができます。

BNCTにおいて $^{10}\text{B}(\text{n},\alpha)^7\text{Li}$ 反応で487KeVの $\gamma$ 線が放出されます。この $\gamma$ 線を測定することによりホウ素の集積位置のイメージが観測できます。つまり $\gamma$ 線でがん組織のイメージングと $\alpha$ 線による治療が可能となります。この方法が非常に優れているのは、BNCT治療に先立ちますがん細胞にホウ素薬剤を集積させ、治療に必要な中性子の量よりも少量で上記のガンマ線測定でがんのイメージングを行い、そのまま中性子量を増やし治療に移るという点です。治療後同じ手法でがん組織の状況を観察するこ



●図7 小型中性子発生装置



●図8 次世代BNCTシステム

とができます。あるいはホウ素薬剤ががん組織に集積しているかの判定も行えます。我々が目指す次世代のBNCTシステムを図8に示します。

大変コンパクトでまさに夢のがん治療法ではないでしょうか。

### エピローグ

「一期一会」私はこの千利休の言葉が大好きです。核化学者として放射性元素の研究を行ってきた私が医学の世界に引き込まれたのは正しく吉川先生はじめたくさんの人々にお会いできたからこそです。私のドイツ、マインツ大学時代の恩師トラウトマン博士が最近お会いした時、お前は研究の方向を変えたのかと聞かれました。私は変えたのではなく、私に要求される状況に従って変わっているのではないでどうかと答えました。自分自身が求められる状況に応じて研究対象を変えているのかもしれません。トラウトマン博士に会った折、また変わったのかと言われるかもしれません。一期一会の言葉と同様に大好きなバラの花を最後に飾っておきます(これは真冬に咲いていたもので、冬のバラと呼んでいます。ちなみに冒頭の写真は昨年の早春にパリへ行ったときTGVの車内で撮ったものです)。

### 【参考】

- 1) アイソトープ等流通統計2016、公益社団法人日本アイソトープ協会
- 2) 公益財団法人日本対がん協会ホームページ  
<http://www.jcancer.jp/>
- 3) 国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構 放射線医学総合研究所(放研)ホームページ  
<http://www.nirs.go.jp/index.shtml>

高橋 成人

(たかはし・なると)

大阪大学大学院理学研究科博士課程修了('83)、大阪大学大学院理学研究科助手('86)、ドイツマインツ大学研究員('96)、京都府立大学特任教授、株式会社京都メディカルテクノロジー社長('15~)、大阪大学特任教授('16~)。

専門:核化学





## 2018 in 福島

ルイ・パストゥール医学研究センター

宇野 賀津子



### 福島の若手医師の活動

今年の福島関連の活動は、1月26日の環境省研究班の班会議で(公財)ルイ・パストゥール医学研究センターに来られた坪倉正治先生の「相馬地方の診療から見える福島原発事故の健康被害の本体」の講演にはじまる。坪倉先生は、東日本大震災直後、若手医師派遣の一環で福島入りされたとのこと。ご自身は大丈夫と判断されていたが、家族からは大きな反対を受けたとのこと。派遣先の病院は、福島第一原発から23kmの南相馬市にある南相馬市立病院で、緊急時避難準備地域(20~30km)内の病院であった。

私自身は2014年に彼に会って以降、2016年のパストゥール通信に紹介した仮設検診の際に、一般検査に加えて免疫機能検査をお手伝いしたりして、南相馬市立病院の方々と共同研究を進めてきた。坪倉先生は、まだ30代の若者で、もちろん医師の世界でも若手である。福島の南相馬や相馬

地域でホールボディ検査の立ち上げや住民の健康管理に当たってきた。実際、福島における子ども達、住民、除染作業員の内部被曝の現実を論文にまとめている。幸いにして、子ども達の被曝量は軽微で、身体影響が出る心配すべき放射線量ではないことが坪倉先生らにより明らかにされている。

坪倉先生らが明らかにした、更に重要な知見は、避難に伴うあるいは避難することによるライフスタイルの変化とそれに伴う健康リスクについてである。事故後避難者に増えているのは生活習慣病で有り、それは放射線の影響ではない。福島へ行くと思うのだが、多くの方は事故前には自宅の庭で、季節毎に種々の野菜を作つておられた。たくさんできた時は近所にもおすそ分けするのが当たり前であった。朝早く起きて畑を耕し、美味しいと食べてもらうのが楽しみというお年寄りもたくさんいた。それが、避難ということになって、狭い仮設住まいとなる。あるいは作つても売れない米なら、作らないとなる。子ども達は、遠くへ避難して、



なかなか会えないとなれば、引きこもりがちになる人も多い。がんそのものの増加は無いが、乳がんについては、一部の方にがん診断の遅れが認められるとのこと、これは家族構成の変化による検診の機会の遅れが指摘されている。坪倉先生等は、毎週、近隣の病院に勤める医師たちが集まって、論文作成にあたっているという(通称坪倉ゼミというらしい)。論文を見てみると、色々な人が主著者となり、論文が出されている。誰か一人が突出するのはではなく、内容によって色々な方が関わっている。このような若手の活動を支援する、病院トップの役割も大きい。個人的には、福島の経験を世界に伝えるのは科学者の義務かと。きちんと解析し、できるだけ英語で国際誌に発表してこそ、後々教訓として残るのではないかと。坪倉先生には3月18日に関西大学梅田キャンパスで行われた「放射線の生体影響に関する国際会議市民フォーラム 我々は福島から何を学んだか?~市民と科学者の対話~」でも(公財)ルイ・パストゥール医学研究センターの高垣雅緒研究員とともに、パネリストとして登壇いただいた。詳細は以下に報告されている。

<http://jein.jp/networkofcs/information-list/lecture/lecture-report/1584-report-180318.html>

### 京都・北海道から 科学者達がやって来る!!

今年の福島県内での活動は、5月19、20日に福島県郡山市の安積歴史博物館で、「科学者達がやって来る!!」に始まる。京都か

らはNPO法人あいんしゅたいん理事長の坂東昌子、京大環境安全保健機構、放射線管理部門の角山雄一、私、そして北海道からは北海道大学遺伝子病制御研究所分子生体防御分野教授で免疫学者の高岡晃教授が集まった。今回いつもの京都の仲間に加えて、北大の高岡先生にお出まし願ったのは、北海道で特に幼稚園児を対象に進めておられる「免疫戦隊まもるんジャー」の話をぜひ今の福島の子ども達にと思ったからである。

ということで、1日目は「宇宙・人間・素粒子」坂東、「生き物の多様性」角山、「免疫戦隊まもるんジャーとばっちはらの戦い」高岡が話をして、宇野が「がんと免疫」の話をはさみ、4人のパネルディスカッションとなった。坂東さんが去年の夏にがんの手術をしたこともあり、心の状態や食べ物と免疫が関係しているとは信じない坂東と、関係あるという宇野の掛け合いとなった。今回は、いつも押され気味の私も、もう一人の免疫学者高岡先生に同意を求めたりして、心強い限りであった。この掛け合いをみて、子ども達は科学者の中にも色々な意見があることを知ったという。

2日目の1時間目はおもしろ統計教室で、去年も紹介した、がらがら抽選くじには当たりが8割あるという夜店の大川おねえちゃんのウソをあばくために、川端君を先頭に参加者は本当に8割の当たりくじが入ったがらがら抽選器を回した。10個ずつ球を出すと赤い当たりくじが8個をピークに分布するのに対し、夜店の抽選くじは2個がピーク、このデータを突きつけて夜店のくじのウ



**5/19(土)**

**福島の子ども達に向けたメッセージ**

時間 14:00~16:00  
講師 ティスクッション会  
 \*福島 岳子さん  
 「宇宙の始まりから生物の進化まで」  
 \*角山 雄一さん  
 「やりかごめはははたく…反射線を自分で作ってよう」  
 \*宇野 見津子さん  
 「免疫・脳・健康と食の重要性」  
 \*高岡 光穂さん  
 「福島杞憂もんじゃー」  
 \*JAMB  
 グループディスカッション  
 小学生高学年～中学生との保護者  
 受講料 200円  
 定員 10名  
 時間 14:00~17:00  
 会場 実験室 携帯講堂  
 福島 岳子さん  
 高岡 光穂さん  
 角山 雄一さん  
 宇野 見津子さん  
 会員登録  
 JAMB  
 お申込み  
 リンク  
**5/20(日)**

**京都・北海道から  
科学者達がやって来る!!**

時間 10:00~15:00  
講師 無料!!  
 \*NMB  
 研究セミナー  
 これがいい!受けたよ  
 学生講師による  
 おもしろ統計教室  
 時間 10:00~12:00  
 講師 阪東昌子さん  
 \*NMB  
 大川真澄さん  
 \*NMB  
 田辻慎子さん  
 実験室  
 \*NMB  
 金子洋子さん  
 \*NMB  
 関連情報  
 研究セミナー  
 これがいい!受けたよ  
 学生講師による  
 おもしろ統計教室  
 時間 13:00~15:00  
 講師 ティスクッション会  
 \*高岡光穂さん  
 「福島...だと免疫細胞もんじゃーの隣い」  
 \*宇野見津子さん  
 「心と脳と免疫」  
 \*宇野見津子さん, 高岡光穂さん  
 「福島の飛ひいる細胞」  
 「それと違う免疫細胞をみてよう」  
 時間 14:00~17:00  
 講師 ティスクッション会  
 \*高岡光穂さん  
 「福島...だと免疫細胞もんじゃーの隣い」  
 \*宇野見津子さん  
 「心と脳と免疫」  
 \*宇野見津子さん, 高岡光穂さん  
 「福島の飛ひいる細胞」  
 「それと違う免疫細胞をみてよう」  
 時間 14:00~17:00  
 講師 ティスクッション会  
 \*高岡光穂さん  
 「福島...だと免疫細胞もんじゃーの隣い」  
 \*宇野見津子さん  
 「心と脳と免疫」  
 \*宇野見津子さん, 高岡光穂さん  
 「福島の飛ひいる細胞」  
 「それと違う免疫細胞をみてよう」

**5/19(土) 5/20(日)**

日時	5/19(土)AM 6:00 ~ 5/20(日)AM 10:00	会場	JAMB	会員登録	
講師	福島岳子、高岡光穂、角山雄一、宇野見津子	時間	14:00~17:00	料金	定員
会員登録		会員登録		会員登録	
料金	200円	料金	無料	料金	10名
会員登録		会員登録		会員登録	

ソをあばいた。この企画は、事故後、統計学、疫学的思考が必要と、京都の学生達が練りに練って小・中学生にもわかるよう台本も作った。

2時間目は、免疫の話のあと本当に免疫細胞とばっちーマン（細菌）を顕微鏡で観察。血液の中には色々な免疫細胞がいることを確認した。

郡山市は明治期の安積疏水と安積開拓

によりできた町で興味深い町である。町衆が元気で、2011年の4月には校庭の除染をPTAが先頭にたって行ったという。事故後、私に来た講演要請は、他の福島の場合は市や県、関連組織が間にはいっての要請が多くたが、郡山では地元企業やNPOだった。今回受け入れ窓口となったのは「未来都市郡山を創る会」というNPOで、そこに学振の支援をうけたNPOあいんしゅたい



んの「市民と科学者の放射線コミュニケーションネットワーク」が協力した。京都からのメンバーは、もうそろそろ放射線そのものよりも科学のおもしろさや健康についての話が良かろうとの考えのもとに、内容を考え、前述の企画となった。

1日目2日目共に、目をきらきらさせて子どもだけでなく大人も必死に抽選器をまわし、顕微鏡を覗いている姿に、今後の活動の方向性を見た気がした。

### 高垣先生民族学レポート

9月28-30日には、高垣先生の民族誌の研究のお手伝いで事務局の津久井さんと、福島県南相馬市小高へ。小高地区は平成28年7月に避難解除された場所である。津久井さんと仙台経由で小高駅に着くと、ちょうど小高産業技術高等学校の学生さんが駅にたくさんおられた。当日の宿泊先の双葉屋旅館を高校生に尋ねたら、「?」と。でもしばらくするとまたその高校生がやってきて、携帯で調べた結果を教えてくれた。若い方がたくさんいる町はいいねと、活気とやしさがあると思った。

少し時間があったので、飯館村からこられた方たちと4人で、小高の町を散策、エンガワ商店の外のベンチで「アイスマんじゅう」を食べていると、店に入る人が、皆我々の顔を見て挨拶してくださる。きっと見慣れないメンバーということだろう。町の人は皆知り合い、と強く感じた。2日目の午前中は、小高で障害者が働く作業所、特定非営利活動法人ほっと悠を運営している、理事長村田さんのお話を伺った。ともかく元気な

村田さん。「褒めて育てる!」、障害者それぞれができる事をするという村田さんに圧倒された。

午後は、相馬港によって、飯館村の宿泊体験館「きこり」へ。ゆっくりお風呂に入っていたのだが、ニュースを良く聞くと、台風は明日午後関西に上陸の様子、高垣先生は更に1泊すること。津久井さんと相談し、当日意見交換会終了後、福島市に帰る方の車に乗せていただいて、泊まらないで夜行バスで帰ろうと決めた。夜の意見交換会では菅野クニさんに、事故後の事、ニコニコ菅野農園を立ち上げブルーベリーによく似た「ナツハゼジャム」ができるまでの話を聞きました。後日、ある講演会で福島はおばちゃん力が強いと聞いたが、本当にそう、村田さん、菅野さんと言ったおばちゃんの行動力に脱帽、原発事故、その後の避難については言いたいことは色々あるけど、そんなこと言ってもしかたない、今できることをするという姿勢に、本当に元気をもらった。

10月30日、福島駅から夜行バス、10月1日始発は席が取れず、次発の新幹線に乗つて台風で電車が止まる前に、なんとか自宅に帰ることができた。

### 環境創造センター 2周年記念シンポジウム

12月1日、三春の環境創造センターコミュタンにて行われた2周年記念シンポジウムにNPOあいんしゅたいんのブースを出すと言うことで急遽福島担当の私がひとりでブースを切り盛りすることに。パネルに紹介する事故直後からの活動を整理してみ



て、あるときは学術振興会の支援を受けたNPOあいんしゅたいんの一員として、あるときは(公財)ルイ・パストゥール医学研究センターの研究者として、福島に係わってきた。講演会やホールボディ検査で京大原子炉に行したこと、その後検診車を迎えてのカフェでの議論、福島の各地を回ったこと、世界のこの関係の第一人者達との議論と、良く色々やったねと思った。ブースでは欲張って、食の抗酸化能を実感する実験も、免疫細胞の顕微鏡観察も、がらがら抽選器で統計の話もと用意をした。今回は私一人しか来れない、と聞いた福島の方がずいぶんと助けてくださった。コミュタンへの送り迎えから、ブースでの説明まで。特に2016年に来たときに友達になった安達高校の生徒さんや、同時に開催されていた理科自由研究発表会で発表された小学生が来られて、実験結果やがらがら抽選くじでもサンプリングである程度中身が解ることを、理解いただいた。若手が作った、ベクレル→ミリシーベルト変換シートは特に好評で、専門家は感心くださり、初めての人は確かに今福島でも100ベクレルの食品は1000グラム毎日なんて、食べられませんねと言って

いた。

### 3.11以降の放射線関連のツイッター解析

今年の私の一番の研究の成果は、前述の坪倉先生等とツイッター解析の論文を出したことがある。『何故、ツイッター? ソーシャルメディアが今のように発達した時代に即した研究はないよね。これからの時代、ツイッターも大事だよね』と。日本学術振興会(学振)の研究班からの問題意識に、その後環境省の助成金を得て、学振の委員でこの問題に関心を持つメンバーと、南相馬市でリスクコミュニケーション活動をしていた坪倉正治先生と当時の南相馬市立病院の方々を巻き込んで、研究班を立ち上げた。

更に2016年12月に京大の情報のネットワークの可視化を専門としている尾上洋介氏(現日本大学)に出会い、年末に入手したばかりのデータをわたすと、1ヶ月も立たないうちに、彼は解析結果を持ってきた。データみて、唖然、まさに追い求めていた、結果であった。私達が何故こんなデマに近い内容が信じられているの?と思っていた背景が、見えてきた。その後、坪倉、鳥居(東



大)、尾上を中心にワーキンググループを立ち上げ、毎月集まって論文の内容を固めて行った。

事故前はせいぜい20-30%であったリツイート割合が、事故後は50%前後と大きく増えていた。また上位100件のアカウントがリツイートの30%以上を占めていて、比較的限られた数のインフルエンサーの影響が、ツイッターの世界では大きかった。また、明らかに感情的なツイートも多く、使っている言葉で、グループ化することを試み、最終的に、A:科学的事実に基づいた発信群、B:感情的な表現の多い群、C:メディアに群分けした。

3月は各群が拮抗していたが、3月末からはB群の割合が過半数を占めるようになり、その状態はその後、半年の間変わらなかつた。また初期は別として、各群間を超えたリツイートはほとんどない事も明らかとなった。この結果は、放射線が少しでも危ないと思

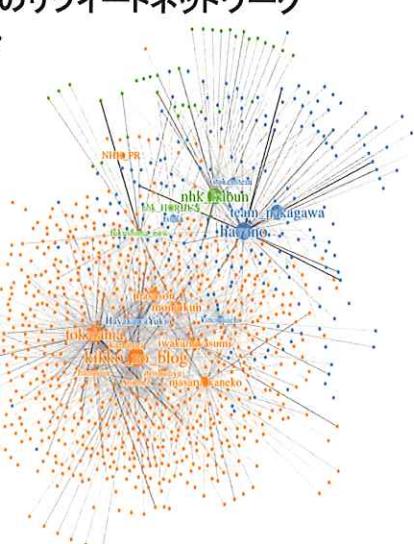
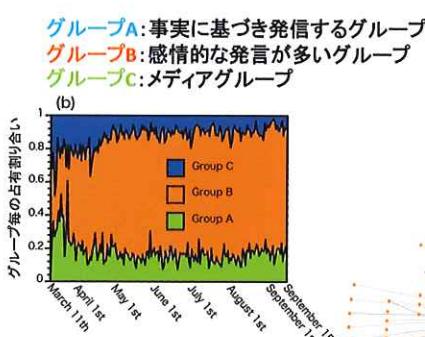
う人は、より危ないという情報を求め、途中から科学的に正しい情報が発信されても、受け入れる余地が無いことを反映していると思った。

ツイッターは情報の即時性という点で、うまく使えば大きな力を発揮する一方、デマ情報も拡散しやすい。その特性を理解し、大規模災害時に科学的事実に基づいた情報をリアルタイムに発信していく方法の研究が今必要とされている。

あわせて、やはりこの解析から見えてきたデマに近い情報の中身の解析も今後の課題と思っている。免疫学の一研究者して、低線量放射線・免疫・ストレス・がんリスクについてもう少し研究をと思う今日この頃である。

この論文の日本語版は  
<http://www.louis-pasteur.or.jp/consultation/document/fukushimareport.pdf>

### 2011/3/11～2011/9/15のリツイートネットワーク



インフルエンサーを中心としたリツイートによる放射線に関する情報拡散ネットワーク

## それでも生きっぺ

圧倒的なパワーを感じた。福島県飯館村。高垣先生の研究“帰村の民族誌”での聞き取り調査の助手として同行させていただいたときのこと。

未曾有の大震災や原発被害を経験し、昨年、震災より6年ぶりにようやく村に帰ることを許された人々にどのように接したらいいのか、正直なところ戸惑いを感じ、行きの新幹線の中で珍しくナーバスになっていた。

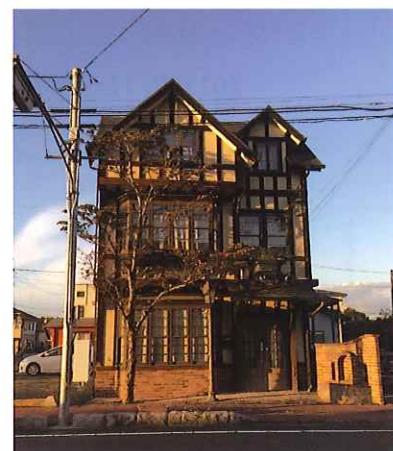
ところが、お会いした途端、ぶつ飛んだ、私の杞憂なんか。ともかくお会いした女性たちは元気で、おしゃべり、女子会に化した調査は会話が弾んだ。もちろん、高垣先生が村にどっぷりと入り込んで、地道に誠実に築き上げた人間関係があってこそではあるが、初対面の私に対しても常に友好的で親切、反対に訪れた私たちがエネルギーをいただいた。

“男の人はいざとなったら、ダメ。震災後、女性はこういう集まりに積極的に出てきて、活発に議論するのに、しょげてばかりで”と語ってくれたお母さんたち。畑得意な花づくりをし、庭でナツハゼ(ブルーベリーよりもアントシアニンが多いということだ)を育て、唯一、イノシシらに荒らされない作物、唐辛子を懸命に育てて商品化、それぞれのお母さんたちは生活の立て直しにアイデアを出し合い、果敢に挑戦していた。

純ちゃんの愛称で親しまれている村田さんが代表の相談支援センターNPO法人ほつと悠のキヤッチフレーズ“それでも生きっぺ”は、まさにそんな女性たちを象徴している。

飯館村へ入る道すがら、津波が来たところを示す看板をいくつも見た。こんなところまで津波は押し寄せてきたのかと、あらためて震災の大きさを感じた。心底、こわいと思った。そして、持ち主が戻っていない家屋もあるちこちで見かける。津波の被害よりも放射能の危険性の高い地域では、破壊されていない家屋が置き去り状態で寂しげだった。かつては美味しい洋菓子屋さんだったというスイスで見かけるような素敵なお館(写真)に、思わずシャッターを押した。

(事務局 津久井 淑子)



福島県南相馬市小高区の元洋菓子屋さん



■活動報告 [2018年1月～12月]

●講演会

2018	1.13	高垣雅緒 同志社大学教育人権論スーパープレゼンテーション
	1.21	早乙女智子『未病女子』(鎌倉保険センター)
	1.22	早乙女智子『性の多様性について』(京都性教育研究会)
	1.27	早乙女智子『性の多様性について』(小児科医会)
	1.30	宇野賀津子『低線量放射線の生体への影響と食の重要性』 (えひめエネルギーの会、松山)
	2.2	高垣雅緒『LGBTの民族誌』(稻盛会館、京都)
	2.8	香川則子『不妊治療技術を用いたがん患者のための妊娠能温存治療 ～卵巣凍結技術から子宮移植まで～』 (がん研究会有明病院 妊孕性温存ワーキンググループ/GCLS研究会)
	2.16	早乙女智子『性の健康』(梅花女子大学、大阪)
	2.18	早乙女智子『性の健康』(子どもシェルターカン葉)
	2.26-27	宇野賀津子『低線量放射線の生体への影響と食の重要性』 (日本原子力文化財団講演会、富山)
	3.3	長谷川武夫『高周波ハイパーサーミアの応用』 (協栄ハイパーサーミア(株)主催、高周波ハイパーサーミア、大阪)
	4.22	早乙女智子『性の権利宣言を読み解く』(SEAN)
	4.24	宇野賀津子『性差:生物学的・歴史的・社会的視点から考える』 (ヒューマン・セクシャリティ論 特別講義京都大学人間健康学科)
	5.8	宇野賀津子『性差医療・ライフサイクルからみた健康支援プログラムの検討』 (ヒューマン・セクシュアリティ論 特別講義京都大学人間健康学科)
	5.19	香川則子『第一回 キャリアと子どもをもつことを考える会』講演
	5.22	早乙女智子『性の権利宣言』(京都教育大学)
	5.25	谷川真理『新人のメンタルヘルス』(新人研修会、精華町役場)
	6.8	早乙女智子『リプロダクティブヘルス』(東京医療保健大学)
	6.21	宇野賀津子『女性のライフサイクルに応じた健康支援』(京大人間科学科講義)
	6.28	宇野賀津子『放射線の影響とクライシスコミュニケーション:福島の経験から』 (特別講座京都大学人間科学科)
	7.5	早乙女智子『女性の健康相談』(鎌倉保健センター)
	7.21	長谷川武夫『水素検出原理と応用』((株)ビーイング主催、水素水の効果、東京)
	7.28	吉川敏一『醸造食とアンチエイジング』(松尾大社醸造文化顕彰会・醸の会、京都)

8.1	谷川真理『アサーションとはー自他を大切にするために-』 (教職員研修会、京都むくのきホール)
8.5	南山幸子『ヘルシーエイジングのための生活習慣』(第9回フリーラジカルスクール、群馬)
8.9	谷川真理『目・肩・腰』(職員研修会、精華町役場)
9.1	吉川敏一『酸化ストレスの基礎』(第1回健康長寿と抗酸化研究サミット、東京大学)
9.6	早乙女智子『女性の健康相談』(鎌倉保健センター)
9.15	香川則子『不妊治療と卵子凍結について』大人の性教育 男子校イベント講演
9.21	吉川敏一『がん予防の生活習慣』 (アンチエイジングフェア2018 in 台場～アシタ・キレイ・ゲンキ～)
9.27	長谷川武夫『放射線とは何か?(被曝と除染)』 (CRN研究会、中部異業種間リサイクルネットワーク協議会、名古屋)
9.27	谷川真理『ロコモ・サルコ・フレイル』(職員研修会、精華町役場)
9.29	早乙女智子『性の多様性』(左京区医師会)
10.20	早乙女智子『性の権利宣言を読み解く』(Umiのいえ、神奈川)
11.14-16	南山幸子『ヘルシーエイジング・アンチエイジングのための生活習慣』 (H30年度 第2回くらしの知つ得講座、四條畷市消費生活センター)
11.17	南山幸子『ヘルシーエイジングのすすめー若い頃の食生活が老後を決める!』(桜楓講座、京都)
11.29	早乙女智子『性感染症の予防と治療』(聖路加国際大学看護学部助産学科、東京) 吉川敏一『がん予防の生活習慣』(宇治鳳凰ロータリークラブ)
12.2	早乙女智子『性の権利宣言を読み解く』 (ゆいねっと北海道 性被害者診療支援看護職養成講座、札幌)
12.14	早乙女智子『お産と性の話』(Umiのいえ、神奈川)

### ● 国内学会・研究会

1.17-18	第29回Vitamin E研究会(京都) 市川寛、南山幸子
1.19-21	福島県飯館村フィールドワーク 高垣雅緒
1.23	大阪大学核物理研究センター 高垣セミナー 意見交換 宇野賀津子
1.26	環境省研究班WG会議 坪倉正治氏講演会 宇野賀津子
1.27-28	第29回ビタミンE研究会(東京)川合ゆかり
2.4	『しあわせになるための「福島差別」論』(京都女子大学)宇野賀津子
2.9	環境省成果発表 宇野賀津子
2.16-18	IISORA、福島県飯館村フィールドワーク 高垣雅緒
3.13-14	The Society for Risk Analysis学会(大阪)宇野賀津子
3.18	放射線の生体影響に関する国際会議市民フォーラム

	「我々は福島から何を学んだか?~市民と科学者の対話~」(関西大学梅田キャンパス) 宇野賀津子、高垣雅緒
3.19-21	放射線の生体影響に関する国際会議(大阪大学中之島センター)宇野賀津子
3.28-30	第123回日本解剖学会総会・全国学術集会(日本医科大学・武藏野学舎)安田佳子
3.27-29	第91回細菌学会総会(福岡)市川寛、南山幸子
3.31-4.1	福島県飯館村フィールドワーク 高垣雅緒
4.5-7	第118回日本外科学会定期学術集会(東京)南山幸子
4.13-15	第115回日本内科学会(京都)谷川真理
4.20	東京大学大澤先生来訪 女性研究者Gとワークショップ 宇野賀津子
4.23	京都大学糖尿病内科 稲垣研究室 宇野賀津子
5.11-13	第72回日本栄養・食糧学会大会(岡山)南山幸子
5.17-18	第71回日本酸化ストレス学会(京都)二木銳雄、市川寛、南山幸子
5.25-27	第18回日本抗加齢医学会総会(大阪) 吉川敏一、宇野賀津子、谷川真理、市川寛、南山幸子、川合ゆかり
5.27	第47回日本性科学会セックスカウンセリング研修会(東京)早乙女智子
6.3	第70回日本人口学会(浦安)早乙女智子
6.14	第54回日本肝臓学会総会(大阪)南山幸子
6.15-16	第60回日本老年医学会総会(京都)谷川真理
6.16	第18回AOB研究会(京都)南山幸子、市川寛
6.21-23	第107回日本病理学会総会(札幌)土橋康成
6.24	黒人研究学会第64回年次大会(東京)神本秀爾
6.26	関西GICネットワーク身体治療判定会議(大阪)高垣雅緒
6.30	第20回関西ハイパーサーミア研究会(大阪)長谷川武夫
7.26-27	日本インターフェロン・サイトカイン学会学術集会(東京)宇野賀津子
8.1-3	第22回日本がん免疫学会総会(岡山)坂元直行
8.19-9.2	京都大学複合原子力科学研究所共同利用研究 高垣雅緒、宇野賀津子
8.30-9.1	第17回日本デジタルパソロジー研究会総会(吳)土橋康成、津久井淑子
9.1-9.2	第37回日本臨床運動療法学会学術集会(東京)川合ゆかり
9.6-7	日本生殖医学会学術講演会(旭川)香川則子
9.7-9.9	第73回日本体力医学会大会(福井)
9.14-17	福島県飯館村フィールドワーク 高垣雅緒
9.18	関西GICネットワーク身体治療判定会議(大阪)高垣雅緒
9.22	第18回日本性科学連合JFS(Japan Federation of Sexology)シンポジウム(名古屋) 早乙女智子

9.28-30	福島フィールドワーク 学振研究帰村の民族誌 高垣雅緒、宇野賀津子、津久井淑子
10.10-13	日本脳神経外科学会第77回学術総会(仙台)高垣雅緒
10.12	「科学哲学・分析哲学分野の若手研究者のキャリア形成を考える」 日本哲学会男女共同参画・若手研究者支援ワーキンググループ・日本科学哲学会共催 ワークショップ(キャンパスプラザ京都)菅原裕輝
10.16-17	国際たまごシンポジウム(京都)吉川敏一
10.24-26	化学物質高感受性集団の高感受性影響要因に関する研究—5年間の追跡調査— 第77回日本公衆衛生学会総会(福島)東賢一、内山巖雄、櫻田直樹
11.9-11	第31回日本リスク研究学会年次大会(福島)宇野賀津子
11.16-18	第17回日本機能水学会学術大会(富山)吉川敏一
11.17	第57回日本臨床細胞学会秋期大会(横浜)土橋康成
11.24	平成30年度「科学技術コミュニケーション推進事業ネットワーク形成型」報告会 (京都大学)宇野賀津子
11.28	RCNP, OSAKA UNIVERSITY NUCLEAR PHYSICS SEMINAR (大阪大学)宇野賀津子
11.30	京都人類学研究会11月例会 神本秀爾
12.1-2	第2回福島県環境創造シンポジウム「コミュタン福島」 NPOあいんしゅたいんとして、ブース展示協力 宇野賀津子
12.8-9	第30回日本生命倫理学会年次大会(京都)早乙女智子
12.7-22	京都大学複合原子力科学研究所共同利用研究 高垣雅緒、宇野賀津子
12.10	日本学術振興会「多様性をイノベーションに繋ぐ要因の研究と新たな評価法の提案」 委員会 宇野賀津子
12.11-12	第47回日本免疫学会学術集会(福岡)宇野賀津子
12.14-16	福島県飯舘村フィールドワーク 高垣雅緒
12.15-16	第16回日本機能性食品医用学会総会(新潟)吉川敏一
12.22	日本学術会議in 京都 第二部分科会 京都市民にとっての科学学術 藤田哲也、宇野賀津子

### ● 国際学会・シンポジウム

4.14-18	AACR (American Association for Cancer Research) Annual Meeting 2018. (米国、シカゴ)坂元直行
4.29-5.4	The 32nd International Congress on Occupational Health (アイルランド、ダブリン)内山巖雄、東賢一
6.4-7	19th Biennial Meeting of Society for Free Radical Research International

	(ポルトガル、リスボン) 南山幸子、市川寛
8.16-21	性の健康世界学会 第15回アジアオセアニア大会 マド拉斯大学セクシュアルヘルス特別講義(インド、ムンバイ)早乙女智子
9.13-16	第13回FIAPAC(International Federation of Professional Abortion and Contraception Associates)(フランス、ナント)早乙女智子
10.26-11.1	Cytokines 2018(米国、ボストン)宇野賀津子
10.28-11.2	国際中性子捕捉療法学会ICNCT18(台湾)高垣雅緒
11.2-6	WPATH国際シンポジウム 25(ブエノスアイレス)高垣雅緒

### ● 科学研究費助成事業

- 平成28年度～30年度 基盤研究(C) 課題番号:16K09116 課題:化学物質に対する非特異的な過敏状態の解明とその改善方法に関する研究 研究代表者:内山巖雄
- 平成28年度～30年度 基盤研究(C) 課題番号:16K09274 課題:進行がんにおけるQOL層別化ツールの確立と新規シップトンマネジメント法の開発 研究代表者:坂元直行
- 平成29年度～31年度 挑戦的萌芽研究 課題番号:17K18536 課題:帰村の民族誌  
研究代表者:高垣雅緒
- 平成29年度～31年度 基盤研究(C) 課題番号:17K09179 課題:化学物質過敏症の病態を免疫機能から解明する基礎研究 研究代表者:谷川真理

### ● センター活動

1.8	仕事始め
2.20-28	バイオ・ソサエティー入門セミナー
2.27-3.6	内山研究班治験(微量な化学物質による健康影響)実施
3.19	第80回理事会
6.12	第81回理事会
6.27	第59回評議員会
9.13	科学研究費補助金説明会(関西学院大学)
10.9	フィーリングアーツ説明会
10.16	法人税関係法令の改正の概要説明会(みやこメッセ)
11.8	Yuliya Lyamzina さん(福島県立医大、ウクライナ)インタビュー 宇野賀津子
11.9	福島第一原発および中間貯蔵施設視察(日本リスク研究学会主催)宇野賀津子
11.14	消費税の軽減税率とインボイスへの対応セミナー(グランビア京都)
11.27	所得税・年末調整説明会(京都教育文化会館)
12.28	仕事納め

## 熊本市長より感謝状をいただきました

2018年4月16日、熊本市長より2016年の熊本地震に際し支援活動を行ったことへの感謝状が当財団に届きました。これは、土橋康成医師が日本医師会災害医療チームの京都第4次派遣隊隊長として被災地に出向き、医療支援された功績によるものです。なお、このときの報告は、2017年新春号で詳しく掲載しております。



### 2018年度 ご寄附者 (50音順、敬称略)

秋田次郎、秋田恭子、東賢一、麻生川知幸、安藤貴志、石川剛、井関康子、伊藤秀源、伊藤良治、猪原登志子、臼井光郎、宇野奎子、大江敏夫、大庭健次、小笠原幸、小笠原美香、岡田孝司、岡田英樹、小野咲子、岸田恭子、國枝ゆみこ、久保昭子、小西悟、小林純一、小林宣之、米田絢一、金剛育子、金剛永謹、斎藤伊武貴、酒見康史、杉村雅子、杉山栄一、世古一子、田崎和江、田代啓、谷川真理、谷川楽、谷川瑠衣、田村磨聖、津久井太一、出口紅、利倉敬子、中井浩二、中野淑夫、中野雄介、中村清一、竜川千鶴江、並河富有野、成井香苗、西尾善博、畑正高、八田重秋、羽野博貴、平井照二、平井誠一、平井達雄、平井啓理、平井義久、藤田敬、藤田祝子、藤中るり子、古谷直樹、朴義男、堀田忠弘、森勝史、森田敏宏、森田照子、山田秀和、山本俊子、湯村和子、吉田幸雄、渡邊敬治、近建ビル管理(株)、一般社団法人日本介護美容セラピスト協会、(株)ファーマーズ、奥田総合行政書士事務所、(株)矢田太一商店ほか

ご協力ありがとうございました。