

# Yamaguchi University Research Activities

山口大学研究広報誌

Yamaguchi University Research Activities 2015 Vol.3



# 2015 Vol.3



山口大学長  
岡 正朗

本学では、第3期中期目標・計画における基本的な目標の1つに研究を掲げ、研究力の継続的な向上を目指して優れた若手研究者や女性研究者への支援を行っています。2014年には、女性研究者の研究力向上や研究環境の整備に関する本学の取組みが認められ文部科学省科学技術人材育成費補助事業「女性研究者研究活動支援事業（一般型）」に採択されました。

そこで、本学で魅力ある研究活動に取り組む研究者の中から女性研究者を特集し「山口大学研究広報誌 Research Activities Vol.3」を発行することとなりました。本誌を通じて本学の女性研究者の活動を国内外の方々に紹介し、研究者・地域社会・学生間の交流が深化することを期待しています。

## Contents

---

[インタビュー]

### ジェンダーの視点から見た 日本と諸外国の非正規労働の比較調査研究 — 01

経済学部 教授 横田伸子先生

### 高齢者でも、働きながらも受けられる 「優しいがん治療法」に向けた開発 — 04

大学院医学系研究科(医学) 教授 澁谷景子先生

### 光化学でエネルギー・環境問題に挑む — 06

大学院理工学研究科(理学) 教授 山崎鈴子先生

### 膜分離の可能性を探る — 08

大学院理工学研究科(工学) 准教授 熊切 泉先生

### 女性の活躍によるイノベーション創出を展望する — 10

大学院技術経営研究科 教授(特命) 林 裕子先生



## 【インタビュー】

経済学部 教授

### 横田 伸子 先生

1993年 ソウル大学校社会科学大学経済学研究科  
後期課程単位取得（経済学博士）

1990年 津田塾大学国際関係学研究科  
前期課程修了（国際学修士）

著書に「韓国の都市下層と労働者—労働の非正規化を中心に—」（ミネルヴァ書房、2012年度社会政策学会奨励賞受賞）。「グローバル化とアジアの女性—労働と生活」（チャンジヨンと共編著、ハンウル、2007年、2008年大韓民国学術院優秀学術図書選定）など。

# ジェンダーの視点から見た 日本と諸外国の非正規労働の 比較調査研究

大学卒業生の就職状況は昨年くらいから回復基調にあるようです。

しかし、その実態は大学卒業生でも契約社員等の非正規労働者としての就職が増えています。

この分野の研究者である横田先生に、URAがインタビュー形式で、先生の研究内容を分かり易く紹介して頂きました。

**URA** 横田先生のご研究は、「ジェンダーの視点から見た日本と諸外国の非正規労働の比較調査研究」ということですが、今回は、特に韓国についての御研究の一端をお聞かせ頂きたいと思います。最初にお聞きしたいことですが、国ごとに体制的な違いや法的違いはあったとしても、資本主義が発達してグローバル化や市場のオープン化など、労働者を取り巻く状況や外的な圧力は日本でも韓国でも中国でも同じように思えます。先生の研究では、それぞれの国の国民経済の歴史や社会的規範などによって、労働者の置かれた様相が異なるという、比較文化論的なコメントが書かれていますが、労働弱者を支える方法など、具体的にどのような状況なのか、お話し頂きたいと思います。

**横田** そこが私の研究の眼目で、その国固有の経済発展の仕方や社会規

範の違いを念頭に日本と韓国の非正規労働者の状況を比較研究しています。端的にいうと韓国は日本と比べて圧縮的に工業化経済発展した国なので、歪が出て来ているのですね。経済発展の歴史を見ると、日本は明治維新以来急速な工業化・産業化・近代化を図った。韓国は自立的に進めたのは1960年後半からです。先進国が100年かけて行ったことを50年足らずで達成してきた。「ギョット」圧縮的に経済成長をしたわけですね。経済成長というのは競争原理の注入でもありますから。競争に勝てなかった人々への制度的なセーフティネットなどが不十分になることがあります。産業革命以来、欧米諸国（先進国）では100年以上も、働く人や社会的弱者、競争から零れ落ちてしまった人を救済するための社会政策が取られて来たわけですね。そこで日本はどうかと言えば、大戦終結の1945年以前に、

既に自力で資本主義化した国で、それ以前に工場法もできているので、韓国に比べれば社会政策的意識は高いと言えます。しかし、韓国のような1960年代以降に圧縮的に工業化・近代化した国々(NICs: Newly Industrializing Countries (新興工業諸国))では、開発・経済発展にすべての価値が集中させているときに、社会政策に気持ちが回るだろうか?といたら回らなかったはず。日本に追いつけ追い越せという、経営方式・生産体制・生産システムについてのキャッチアップは1998年まではおこなってきました。反面、制度の上では(社会政策は)ものすごく遅れていたと思います。韓国では社会保険制度の整備自体が遅れていました。1998年のアジア経済危機の際に、IMFから緊急融資を受けなくてはならなくて、その時、IMFのコンディショナリティを受け入れることによって、国民に対して大変な痛みを強いることになりました。競争から零れ落ちた人たちが益々増え、実際に失業率も上がり、もともと完全雇用水準(2~3%)だったのが、1年足らずで9%(MAXで9.8%)に上がりました。大宇などの第3位の財閥がこの時期倒産したりしました。こうした経済混乱の中で、国民年金などの各種社会保険制度が整えられることになりました。例えば、雇用保険ですが、それまでは一定規模以上でないと適用されなかったのが、最終的には1人以上の雇用者がいる事業所までカバーするという流れも98年以降に生まれてくるのです。しかし、一旦経済が安定して失業問題がひと段落すると、結果的に非正規労働者がものすごく増えてきたのです。高度成長の中で男性稼ぎ主となった人たちが、大企業の相次ぐ倒産によって、正規労働者から非正規労働者に置き換えられていったわけです。そういった非正規労働者の保護のために、非正規労働者保護法をはじめとする社会政策が2000年代に展開されました。このように韓国の社会保障政策は、その圧縮成長のなかで、全て後手ごてに回わりながら1998年以降に急速に整備されたという経緯があり、制度的にも運用にも穴も多いわけです。このような社会保障政策にカバーされない人たちが日本に比べて韓国は圧倒的に多いのです。



韓国の障がい者就業支援センター(関係者了承後横田先生提供)

**URA** 社会保障制度やその運用に日本と韓国には違いが多いということですか?

**横田** 韓国と日本の社会政策を較べると、労働基準法ひとつとっても、解雇規制もきちんと明記されているし、制度的には韓国はすぐれているのです。とくに、整理解雇に関する規定などは日本では判例であるのに対して、韓国は労働基準法に明記されています。しかし、韓国は運用や適用に関して法令や規定のカバーする部分が少なすぎて問題が多いのです。例えば解雇規制についても、本来は労働者の雇用を守る基準ですが、今以て

5人未満の事業所には解雇規制が定められていないのです。つまり、韓国は5人未満の企業は多いので労働基準法(韓国では勤労基準法)が多くの企業で適用されていないわけです。先進国では期限の定めのない雇用と言えば長期安定雇用であるが、韓国の場合、かなりの企業で期限の定めのない雇用であり、ある日「明日から来なくて良いよ」といわれたらクビということなのです。言わば、統計上同一視されている正規雇用でも、企業規模で解雇規制がすべての人に適用されるわけではなく、適用除外の場合が多々あるのです。したがって、良い法律や制度があっても、その運用の仕方を実体的に見ていかなければならないというのが私の主張の1つです。運用の仕方と同時にどれだけの人がカバーされているのかを、歴史構造的に見て行かなきゃならないと思います。

**URA** 韓国と日本を比較することで、逆に日本の問題点をクローズアップしていくという研究方法と思いますが、研究の中で日本の問題点が鮮明なるものでしょうか?

**横田** 特に最近思うのは、韓国の方が進んでいると思う部分が多いのです。それは社会的な地域コミュニティの中で助け合う。そういう社会的起業みたいなのが韓国の方が日本以上に圧倒的に発達しているのです。例としては、ワーカーズコレクティブ運動、あるいは介護や家事労働者たちの組織化です。今、私は介護労働者と家事労働者(=いわゆる家政婦、派出婦)に注目しているのですが、それまではものすごく虐げられてきた人々を組織して、例えば家政婦という言葉を使わず、家庭管理士という呼び方に変えて、その仕事の専門性を強調し、社会的に尊重されるようにする。そして、労働組合ではなく協同組合のようなものとしての家庭管理士協会というものを作って、それまでのピンハネが横行した仲介業者に代わって、協同組合が職業斡旋をおこなっています。ピンハネも無いし、さらに家庭管理士の技術をアップするための教育訓練も施していく。だから雇う側も安心ですよ。こうした管理士の組織化は、従来の家政婦では雇用が不安定であったのが、協同組合による組織化が進むことで、従来、多々あった不明瞭な就労斡旋や劣悪な労働条件を改善し、セクシャルハラスメントなどを防止することもできています。

**URA** 先生の研究の本質に近づいて来たと思うのですが、このような下からのセーフティネット作りが、日本では出来にくいのに、文化的・歴史的背景から何故韓国では出来たのでしょうか?

**横田** 一番大きいのは1970年代からの民主化運動が背景にあると思います。約20年にもわたって軍事独裁者として韓国を統治した朴正熙大統領(パク・チョンヒ:現大統領 朴槿恵の父)が1979年に暗殺された後に出てきた全斗煥(チョンドファン)政権というのは、以前にもまして強権的な反動政権だったのですが、これに対して抗い、民主化を要求する民主化運動が燎原の火のごとく韓国全国に拡がりました。特にその当時の大学生を中心に(その世代は後に386世代と呼ばれようになる=1960年代生まれで80年代に大学入学した世代にあたる。90年代以降は民主化過程といわれ、1990年代に30歳代としてそれを牽引した)、労働者、農民、都市貧民、都市中間層が一緒になって民主化運動を展開しました。韓国の場合、現在、国会議員など政治家や、大学の教授になっていたり、各種研究機関の研究者になっている人々の中には、80~90年代に学生として民主化運動に参加し、労働現場に入って労働組合の組織化などをした人がすごく多い。つまり、日本の戦後民主主義のように与えられた民主化ではなく、自ら軍事独裁政権を倒して民主主義を自分の手で勝ち取ったという点では、韓国人の記憶には勝利の歴史が深く刻まれており、それが自信となって、社会運動の発展に生かされていると言えます。

**URA** キリスト教の普及やその他の精神風土も影響しているのでしょうか？

**横田** おっしゃるとおりです、ラテンアメリカでも、独裁政権から民衆を解放するのに大きな役割を果たした「解放の神学」というのがありますが、韓国でも70年代には、「解放の神学」と同じように都市産業宣教会や、クリスチャンアカデミー、カトリック農民会といったような宗教団体が深く民衆の中に入って行って、民衆の「解放」と組織化を主導するのです。70～80年代の韓国では、牧師さんや神父さんたちが自分の身分を隠して労働現場に入って労働者を組織化し、労働者も資本家も神の前では平等だと説いたわけです。労働者は「なぜ自分ばかりこんな酷い扱いを受けなければならないのか。」と思うのです。そうして、「人間らしい待遇」というのが87年の民主化宣言の後に広がった労働者大闘争の大きなスローガンになっていったわけです。キリストが説いた神の前の平等は、労働者達の民主的な平等意識の自覚につながりました。

もう1つ、資本主義的な精神風土の醸成という視点も大事です。その端緒は、農地改革ができたことにあると思います。農地改革ができたのは、東アジアの国々、日本、韓国、北朝鮮、台湾と中国だけなのですが、農民が自分自身の土地を持ち自らの手で農業経営ができるようになったことが重要です。これを大きな契機として、企業家的精神、資本主義的精神、競争原理を注入されて、いい意味での個人主義的な、近代産業社会の基盤となる精神風土が国民に醸成されたと言えます。(URA マックス・ウェーバーです) ウェーバーの『プロテスタンティズムの倫理と資本主義の精神』をまさに地で行っているようなものです。



横田先生と学生のゼミの様子

**URA** サムスンなどに代表される財閥企業の成長と労働者の状況との関係は如何でしょうか？

**横田** サムスンは1998年までは日本的な経営方式（生産体制）をめざしていましたが、方向転換をしたのです。理由は日本式生産方式では勝てないからということです。つまり日本が誇る「ものづくり」の技術や技能に代わるものとして、今、「第4の産業革命」とか「インダストリー 4.0 (Industry 4.0)」と呼ばれ脚光を浴びている生産システムがありますが、すでにそれにつながる工業のデジタル化に大きく舵を切ったと言えます。「モジュール化」の急速な採用がよい例です。これは、熟練や経験知を基礎に置く技術や技能ではなくて、一握りの技術者がモジュールを相互に組み合わせるインターフェイスを考えるだけで、「ものづくり」の技能などが不要となるようなものです。使用者側からすると、特別な技能や技術を持たず、製品の需給の上下動に合わせて雇用量を容易に調節できる非正規労働者の方が都合良いわけです。(URA つまり、韓国のサムスンなどの企業のビジネスモデルが正規労働者を必要としないものに代わったということも、韓国の非正規労働者を拡大させたということですね) そのとおりです。

**URA** 先生の研究の要点は理解できましたが、先生が目しているのは、現場の労働者なり社会的弱者そのものの、生活の実相にシンパシーを感じて、ドキュメントしていますが、社会への関わりとしては大学の使命としてはあると思いますが、学問的には実相を見ることで何が返って来るのでしょうか？

**横田** 私も、ついこの間までは、抽象的な議論を好んで行っていました。でも気づいたのです。この社会を政策的にも運動論的にもどう変えていくべきかという議論をするときに、抽象的な議論ではなく実態が見えないと難しいこと。もう一つは大学教育においても、抽象的な議論では学生には理解できない。実態が伝わらない。(URA 実態から何故そういうことが起こるのか？ということを考えさせることが大事ということですね) そのとおりです。ソウル大学で大学院生をやっていた、32歳で本学に着任したのですが、元気で若くて着任し、2～3年後にゼミをもちました。そして、その勢いでゼミ生を韓国の大学生と交流させて学生シンポジウムを毎年やってきました。今年も2月にやりますよ。日本と韓国の若者たちが、グローバル化の急展開とそれともなう経済政治構造の変化の中で、どういうところで苦勞しているのか、単に就職活動だけでなく、自己実現をこの社会構造の中で阻まれそうになりながらも、何とかその思いを遂げようとする奮闘とかそういったところでお互いに交流する。これこそ生活の中から知る社会経済学だと思います。

それからもう一つは、韓国の若者の就労や自立支援。官民ともどすごく頑張っているのです。とくにソウルでは、民主化を推進した運動圏出身の弁護士でもあった、ソウル市長のパクウォンソンさんが格差是正を掲げて2期目に入っているのですが、彼が社会的企業をものすごく後押ししている。格差社会の中で、もっともそのしわ寄せを受け犠牲になっている若者の自立支援や就労支援を、主に市民団体が運営する社会的企業の力を借りて積極的に展開しています。現在の韓国の大学進学率は80%以上です。しかしながら、大学を出ても正規労働者になれず、非正規労働者にならざるを得ない若者が急激に増えている。だから、あきらめと絶望の中で生きている若者も多いのです。もともと大学に行かない人もいます。お定まりのコースではなく、自分の持っている特性・得意分野を活かそうという目的で、市民とソウル市が協力して若者の技能教育訓練機関としてのハジャセンターをつくりました(ハジャ=やってみよう!という意味)。今それが若者就労教育の世界的なモデルになって全世界からいろいろな人が見学に見えています。

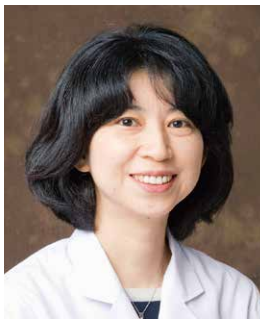
**URA** 韓国と日本では労働者の置かれている状況に違いがあることが良くわかりました。また、韓国から学ぶ点も多いこともわかりました。ありがとうございました。



左から、田丸シニアURA、横田教授、顔泉さん(大学院生)

# 高齢者でも、働きながらも受けられる「優しいがん治療法」に向けた開発

IT技術の発展に伴い、放射線照射技術は目覚ましい進歩を遂げている。澁谷教授は、本学が早期に導入したRTRTシステムを更に進化させ、動体追跡技術と強度変調技術を駆使し、最新型の動体追跡照射システムの研究・開発に取り組んでいる。



大学院医学系研究科(医学) 教授  
**澁谷 景子 先生**

2011年 放射線治療の講座新設に伴い  
山口大学大学院医学系研究科  
放射線治療学分野教授に就任  
2010年 京都大学 大学院・医学研究科 講師  
2002年～2004年  
米国MD Anderson Cancer Center 留学  
2001年 京都大学大学院医学研究科 助教  
1991年 京都大学医学部卒業

放射線治療は近年、根治を目指した初期治療として主に用いられています。手術や化学療法と組み合わせた集学的治療の一環としても、今後ますますの適応拡大が予想されます。また、骨転移に伴う疼痛など、症状を緩和する目的としても有用です。放射線治療はもともと侵襲が少なく、手術の困難な患者さんにも、それに代わる治療法を提供できるよう開発、研究がなされてきました。そして、その進歩は目覚ましく、我々は今、働き盛りの世代にも、ご高齢の患者さんにも、高いQOL(生活の質)を保ちながら「がん」を克服して頂くための、最先端の技術を駆使して、診療に取り組んでいます。

## まずはじめに:放射線治療学とは?

放射線治療学とは、全身諸臓器のほぼすべての悪性腫瘍を対象とし「放射線腫瘍学」の理論的根拠に基づいた「がん治療」を実践し、新規治療法を開発・研究するための学問領域を指します。

放射線治療の歴史は、1895年RoentgenによるX線の発見に始まります。驚くことに、発見の1年後には「がん」に対するX線治療が試みられました。その後、放射線の特性に基づく「放射線生物学: Radiation Biology」と「放射線物理学: Radiation Physics」の二つの分野が独自に発展し、「腫瘍学: Oncology」と統合して「放射線腫瘍学: Radiation Oncology」としてのひとつの学問体系となりました。

現在では、IT技術の発展と相俟って放射線照射技術が目覚ましく進歩し、放射線治療は「がん治療の3本柱」のひとつとして、がん診療における確固たる立場を築いています。また、放射線治療は、それ単独のみならず集学的治療の一環としても、また、根治的治療から対症療法まで幅広くがん診療に関わり、重要な役割を担っています。

放射線治療の新規治療法は、個々の腫瘍の特性と患者さんの病態を正しく判断する能力を保持しつつ、腫瘍に関する基礎・臨床の総合的知識と放射線の特性に精通することで、放射線生物学・物理学の両面から研究開発を行う必要があります。

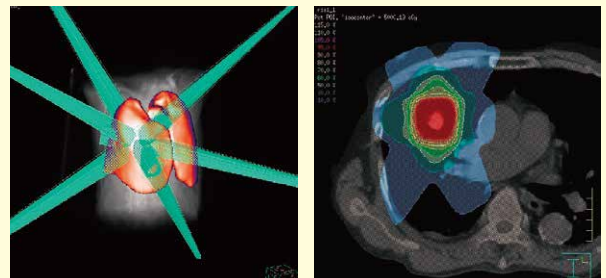
## がんに対する放射線治療

放射線治療では、3次元的に多方向から病変を狙い撃ちできる3次元原体照射技術(3D-CRT)が治療効果の改善と副作用の軽減に大きく寄与してきました。

さらに、定位放射線治療(SBRT) [図1] や強度変調放射線療法(IMRT) [図2] といった高精度放射線治療法の開発・導入により、早期肺癌や前立腺癌、頭頸部癌などで予後の改善と有害事象の軽減が得られてきました。特にIMRTは照射中に照射野の形状を細かく変化させることで、複雑な形状の線量分布を実現させることができ、腫瘍への選択性を確保する上で最も有用な技術のひとつになっています。

■ 図1 体幹部定位放射線治療 (Stereotactic Body Radiation Therapy : SBRT)

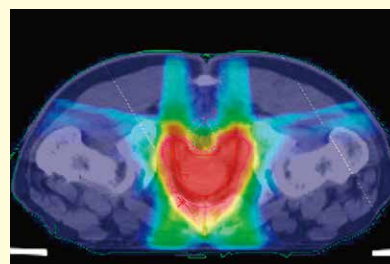
3次元的に多方向から5ミリ以内の精度で病変を狙い撃ちできる方法です。ピンポイント照射とも呼ばれています。



早期肺癌に対するSBRT。1度に大線量の放射線を小さな範囲に集中させて照射することができ、その周囲をメスで切り取ったような高い生物学的効果(抗腫瘍効果)を発揮します。

■ 図2 強度変調放射線治療 (Intensity Modulated Radiation Therapy : IMRT)

強度変調放射線治療(IMRT)では、より複雑な形状の線量分布をつくることができます。隣り合う正常臓器を避けて、有害事象(副作用)を増加させることなく、腫瘍に正確に高い線量の放射線を照射することができます。



前立腺癌に対する放射線治療: 直腸を避けて前立腺にのみ高い線量の放射線を当てることができます。これにより、手術と同等の治療成績が得られるようになりました。手術か放射線治療か、医学的にどちらも可能であれば、原則として患者さんご自身に選んでいただくことができます。

しかし、その複雑さからさらに緻密な精度が求められることとなり、呼吸性移動を伴う照射中に位置が絶えず変化するような腫瘍（肺、肝臓など）に対しては、その線量分布が不確かなものになり得ることを十分に認識し、適切に対策を講じる必要があります。

近年は、呼吸性移動を伴う腫瘍に対応可能な4次元放射線照射システムの研究開発が進められています。

当学附属病院ではRTRT (Real-time Tumor Tracking Radiotherapy) systemを用いた動体追跡照射（腫瘍の動きを3次元的にリアルタイムに監視しながら放射線を照射するシステム）を国内でも早期に導入しSBRTに対して多くの治療実績を有しています。

これまでに、腫瘍の頭尾方向の位置情報を既存の動体ファントムに

応用した4次元放射線治療のQA (Quality Assurance) 手法を開発し、呼吸性移動を伴う3cm以下の小病変については腫瘍追跡誤差が2ミリ以内、かつ放射線量・形状共に呼吸性移動を伴わない場合の治療と同等の高精度な治療が可能であることを確認しました。

さらに2015年には、単位時間あたりに最大10倍程度の速度で放射線を照射できる治療装置 (True Beam) と動体追跡システム (Sync Trax) を使用した世界初の放射線治療 [図3] を開始し、初期報告を学会にておこないました。

ところが一方、IMRTはSBRTより照射法が複雑であるため、呼吸性移動を伴う腫瘍に対しては今なお適用が困難とされています。我々はこれまでに膀胱の動きを解析し呼吸息止めIMRT法を開発、膀胱がんに対する線量増加試験にて高い治療効果を得てきました。さらに現在は、前述の最新型動体追跡システムをIMRTに応用するための研究に取り組んでいます。また、その精度を担保するための検証作業が大変重要となることから、そのためのシステム開発を工学部と共同でおこなっています。

### ■ 図3 動態追跡照射システム : TrueBeam (Varian社製) と SyncTrax (島津製作所製)

体内に留置した金マーカーを2方向のX線透視で確認することで、三次元的な位置を連続的に追跡します。呼吸による腫瘍の動きもリアルタイムに認識し、呼吸のタイミングに合わせて正確に放射線を照射することができます。



### 未来の目指すべき放射線治療

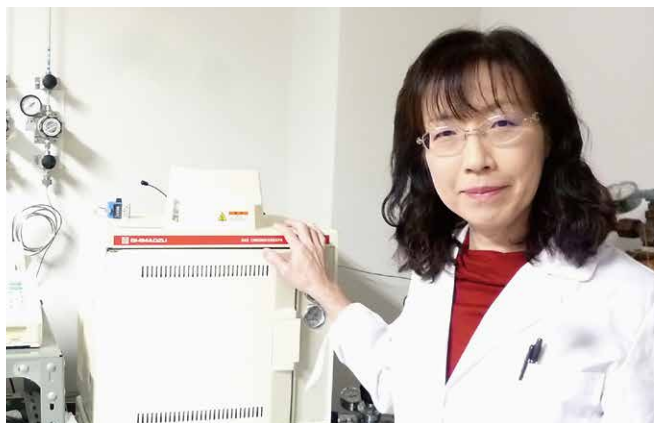
米国では既にかん患者の3分の2が放射線治療を受けており、日本人の2人に1人が「がん」に罹患する現状から、放射線治療に携わる人材の育成は「がん対策」の大きな柱として捉えられています。さらに、少子高齢化社会を迎える日本では「働きながら受けられるがん治療」・「高齢者にも優しいがん治療」を開発・実践していくことは重要な課題であり、外科医、内科医、放射線治療医、緩和医療を専門とする医師、看護師、薬剤師、あらゆる分野の専門家が力を結集させて取り組んでいかなければなりません。今後も先進的な臨床・研究・教育の場を目指し、がん診療における新たな知見をこの山口から発信し続けられますよう、取り組んでいきたいと考えています。



最新の動態追跡照射システム (TrueBeam&SyncTrax) にて世界1例目の治療を無事終了しました。写真は、開発・治療に携ったメンバーです。

# 光化学でエネルギー・環境問題に挑む

光エネルギーを利用した機能性材料を研究。酸化タングステンナノ粒子の光触媒作用を研究している際、同研究室に在籍する大学院生のふとした発見が光照射で発色する透明フィルムの開発に繋がった。



大学院理工学研究科(理学) 教授

## 山崎 鈴子 先生

2010～2011年 光化学協会理事、日本化学会中国四国支部代議員

1999年 日本化学会第14回若い世代の特別講演会採択

1996年 Corning Research Award 1996受賞

1994年 日本化学会「化学のフロンティアX」エネルギー、環境部門採択

1993年 山口大学教養部 講師

1991年 ウィスコンシン大学 博士研究員

1990年 広島大学総合科学部 非常勤講師

1988年 日本学術振興会 特別研究員

1988年 奈良女子大学大学院人間文化研究科修了 学術博士

平成26年8月に本学に設置された女性研究者支援室の室長であり、現在は日本化学会中国四国支部代表正会員及び国際誌(Journal of Photochemistry and Photobiology C:Reviews)のAssociate Editorを務める。

専門は光化学で、光エネルギーを利用した機能性材料の開発を行っています。難分解性の環境汚染物質や化学物質過敏症の原因となる揮発性有機化合物を分解・無害化するための光触媒材料、色素を用いて光エネルギーを電気エネルギーに変換する色素増感型太陽電池、光照射で発色するフィルム材料などを研究しています。

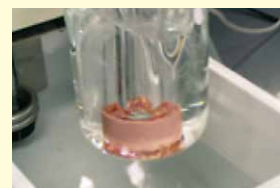
## 環境浄化のための光触媒

アメリカでの博士研究員時代に、エネルギー省から資金を得て、揮発性有機塩素化合物による汚染土壌の浄化プロジェクトのリーダーを務めました。M. A. Anderson教授とともに、当時としては世界最大の比表面積を有する多孔質な酸化チタンペレットを作製し、実験室での分解反応機構の解明、有機塩素化合物無害化のための反応条件の最適化、分解装置の作製、フィールドでの実証試験を行いました。その結果、土壌に滞留する有機塩素化合物を二酸化炭素へ完全分解する装置の開発に成功しました。これ以降、光照射するだけで難分解性物質が分解できるという光触媒の魅力に取りつかれ、光触媒研究がライフワークになりました。

研究室では、代表的な光触媒である酸化チタンだけでなく、酸化タングステン、タングステン酸ビスマス、バナジン酸ビスマスなどを、ゾルゲル法や水熱法を用いて合成しています。これまでに、重金属イオンの捕集・回収に利用できる光触媒コーティングガラス〔図1〕、低温焼成でも硬化し支持体を必要としない光触媒膜、2種以上の半導体光触媒を用いた複合型光触媒などを開発しました。優れた光触媒である酸化チタンは紫外光しか吸収できないので、種々の金属イオンのドーピングにより、可視光で駆動する酸化チタンを合成し、その光触媒活性について研究中です〔図2〕。また、光触媒による水分分解反応の反応速度を制御する因子の解明などの物理化学的研究も行っています。



二酸化チタン(TiO<sub>2</sub>)コーティングガラス(A)



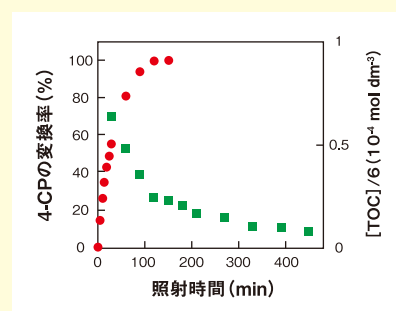
■ 図1 Aを用いた水溶液中の銅イオンの捕集・除去(近紫外線照射により、銅イオンはTiO<sub>2</sub>表面に金属銅として析出)



TiO<sub>2</sub>



白金イオンドープTiO<sub>2</sub>

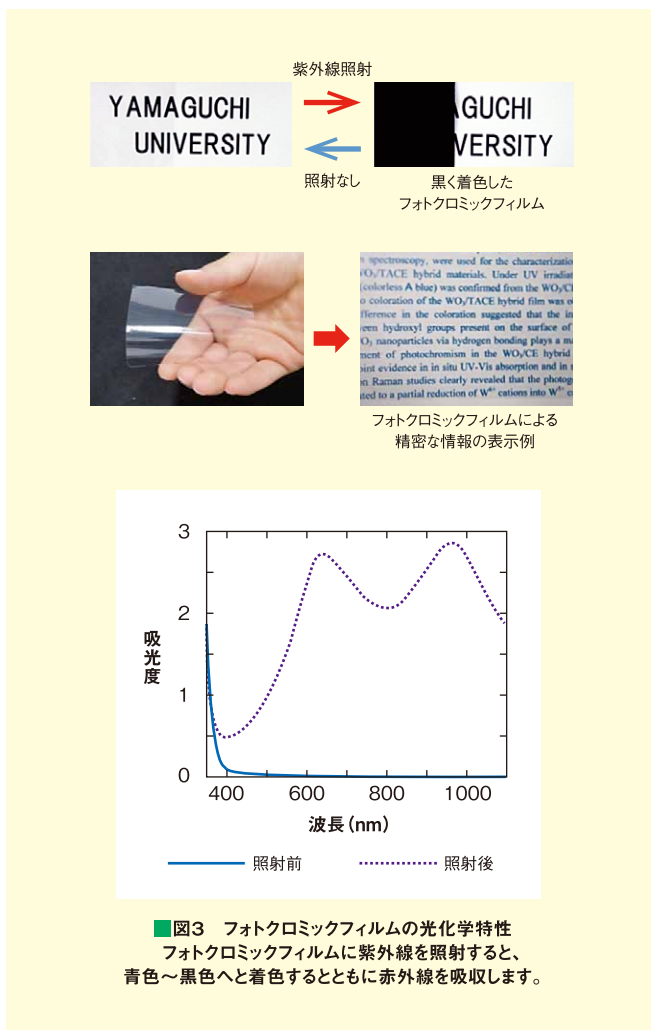


■ 図2 白金イオンドープTiO<sub>2</sub>による4-クロロフェノールの分解・無害化 (●:4-CPの変換率、■:全有機体炭素濃度)



## 太陽光を受けて着色するフィルム

今から10年前、酸化タングステンナノ粒子の光触媒作用を研究していた際に、コロイド水溶液が紫外線照射下で青色発色する現象を見出し、その機構を解明しました。この現象は酸素存在下では発現しないため、応用性は低いと考えていました。ところが当時実験を行っていた大学院生が、コロイド水溶液調製時に用いた透析膜が空气中で真っ青に着色すると報告してくれました。透析膜成分について情報収集を行い、試行錯誤の結果、空气中において近紫外光照射により発色し、光照射を止めると退色する透明フィルムの開発に成功しました[図3]。このフィルムは太陽光下でも青く発色し、着色時には赤外線領域の光を吸収するので、窓ガラスに貼付することで室内に流入する赤外線をカットできます。光エネルギーではなく電気エネルギーを用いて、酸化タングステンを含む導電性ガラスを着色させるスマートウィンドウはアメリカで開発されています。我々のフィルムは、既存の窓ガラスに貼付するだけで、太陽光を受けて着色し、翌日には透明に戻ります。しかも、フィルムの大部分は生分解性高分子からなり、廃棄も容易です。さらに、この現象は、光照射した部分だけを発色できる書き消し可能な表示媒体へ応用できます。照射光エネルギーが強ければ、濃青色を経て黒っぽく着色し、透明に戻るまでの時間すなわち着色保持時間が長くなります。さらに、フィルム作製時に添加する分散剤の種類を変えることで、着色保持時間を制御できることを見出しており、多くの応用製品へ展開できると期待しています。



## 大学教員としての思い

### —出会った人から受けた刺激を、 素直に受け止めることの大切さを伝えたい—

私は大学1年生の時に分析化学の授業の中で、教授が海外での研究経験話してくださるのを聞き、その先生の研究室に入ることを決めました。4年生になって、念願の研究室に配属され、与えられたテーマが金属錯体を用いる光化学でした。研究室では細かい指導はなく、自由な発想で研究させていただき、おかしな方向へ行きかけると軌道修正してくれる、素晴らしい指導教員でした。博士の学位を取りたいのなら、井の中の蛙になるな、無から発想できる研究者になれ、一流の国際誌に掲載できるような論文を書け、と言われ、修士課程の時から積極的に学会へ参加し、他大学で実験させていただいたりしました。海外を意識して、修士、博士課程の5年間、英会話も習いました。当時は大人しい性格だったので、かなり無理しながら、先生の言葉に従って積極的になろうと頑張っていたように思います。錯体化学(当時は錯塩化学)若手の会の夏合宿には毎年参加し、近畿地区若手の会を作りました。その時の友人たちの多くが、大学教授となって活躍しています。

大学で物理化学の指導を受けた女性教授には、「人生は1回きりだから、決断を迫られた時には後悔しない決断をなさい」と言われ、その言葉を座右の銘としてきました。アメリカで所属した研究所には、ヨーロッパやアジアからのポストドクも多く、彼らを含めたスタッフと学生の中の男女比率はほぼ同じでした。夕方5時に帰り、子供の世話をし、夜10時に戻ってくる女性研究者もいました。子育てと研究を両立している多くの女性研究者を目の当たりにできたことが、その後の私の人生に大きく影響しました。日本において、男女が共に活躍できる社会を実現するためには、次世代を担う学生の身近に、ロールモデルになる優秀な女性教職員を増やすことが今、最も効果的であると考えています。

エネルギー省のプロジェクトを成功させるために、Anderson教授からは常に大きなプレッシャーをかけられていましたが、フォローもしてくれる、そのメリハリが素晴らしい先生でした。研究者として育ててもらったと同時に、人を育成するためには厳しさと優しさの両方を備え、使い分けが必要であることを教えていただいたと思います。大学教員となった今は、研究のノウハウや経験を学生達に伝え、彼らを刺激できるロールモデルでありたいと願っています。



# 膜分離の可能性を探る

ナノ多孔質なゼオライト膜やカーボン膜による分離技術が専門。  
環境に優しいエネルギーである水素に対し、化学反応と膜分離法を組み合わせた革新的な技術の開発を目指す。



大学院理工学研究科(工学) 准教授

## 熊切 泉 先生

- 2014年 山口大学大学院理工学研究科 准教授
- 2011年 山口大学大学院理工学研究科 助教
- 2006年 Visiting scientist at Arizona State University, USA
- 2004年 SINTEF, Oslo, Norway, 正規研究員
- 2004年 Visiting scientist at University of Cincinnati, USA
- 2002年 SINTEF, Oslo, Norway, プロジェクト研究員
- 2000年 Centre National de la Recherche Scientifique, Institute de Recherchers sur la Catalyse (CNRS-IRC, 現IRCELyon), Villeurbanne, France, Research fellow
- 2000年 東京大学大学院 工学系研究科 化学システム工学 博士課程 修了
- 1994年 東京大学工学部 化学工学科 卒業
- 宇部市の外部評価委員を務める

化学工学の中でも、分離操作の一つである膜分離技術を研究しています。膜はふるいの役割をするもので、例えば、小さな分子の水素や水を選択的に取り出したり、化学反応と組み合わせることで反応の効率を向上させることが可能となります。様々な種類の膜がありますが、特にナノ多孔質なゼオライト膜やカーボン膜による分離技術を専門としています。

## 環境問題に寄与するゼオライト膜とカーボン膜

近年、我々の研究室が取り組んでいる研究開発プロジェクトに、水素キャリアと人工光合成があります。水素は環境に優しいエネルギー源として注目されていますが、大量の水素を安定的に供給することが課題となっています。水素を発生させる方法の1つに、水の電気分解があります。そのために必要な電気は、オーストラリアでの太陽光発電、チリでの風力発電等、効率良く自然エネルギーを使用できる地域で賄うことが提案されています。しかし、海外で水素を発生させると、日本への運搬方法が問題となります。そこで、炭化水素の中に水素を閉じ込めた化学物質であるメチルシクロヘキサン(常温で液体)の状態です。タンカー等により日本に運搬し、水素ステーションなど水素が必要な場所で、脱水素反応を行って水素を取り出す方法が提案されています。我々の研究室では、装置がシンプルな膜分離法を、水素の取り出しに用いることや、化学反応と膜を組み合わせた革新的な技術の開発に取り組んでいます。

光触媒により水を分解することでも、水素を得ることができます。この際、水素と酸素ができますが、この2種類の気体は混合していると爆発の危険性があります。そこで、光触媒反応に膜を利用すれば、水素を安全・連続的に取り出すことができます。水素社会の実現に向けて、新しい膜技術の実用化に向けた研究に取り組んでいます。

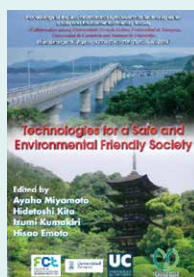
## 農学部研究者との共同研究

山口大学農学部で、ユニークな中高温に耐性を持つ微生物を使った発酵を研究している研究者の一人に山田守教授がおられます。発酵液は、様々な物質が混在した状態なので、必要な物質のみを取り出す工程が必要となります。例えば、発酵液からガソリン添加用のバイオエタノールを得るためには、従来の蒸留法では共沸蒸留を用いる必要があります。多くのエネルギーが必要です。共沸蒸留の代わりに膜による分離技術を用いると、格段に少ないエネルギーで濃縮できます。その他にも、発酵と分離を同時に行えば、効率の向上等が見込まれます。このように、農学部研究者との共同研究により、さらなる発展が期待できます。

### コラム

## サラゴサ大学・新リスボン大学・カンタブリア大学との大学間協定

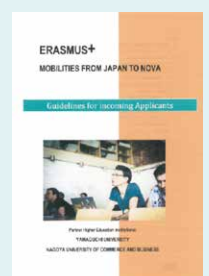
ポルトガルの新リスボン大学、スペインのサラゴサ大学、カンタブリア大学と協定を結び、国際シンポジウムを開催している。2014年は第2回を、山口大学常盤キャンパスのある宇部市で開催した。また、大学間協定により、山口大学の学生は無償で協定校の講義(英語で開設)を受けることができる。



### コラム

## ERASMUS+

EUが進めている学生・教職員の交流プログラム。新リスボン大学と山口大学の間で人材交流プログラムが認定された。修士・博士の学生と教職員が対象であり、渡航費・滞在費等に関してEUから経済補助がある。



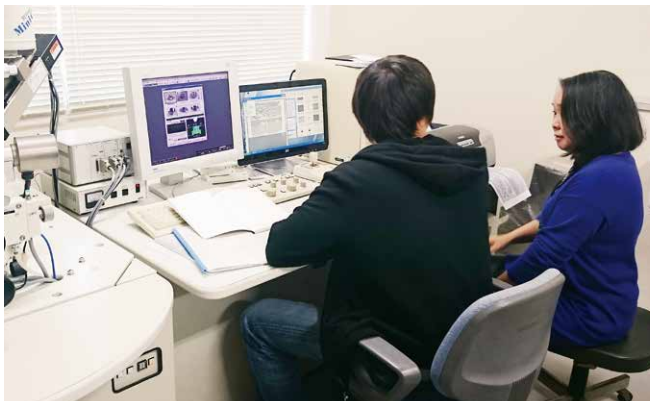
## 膜分離技術による化学反応効率の向上

膜と化学反応を組み合わせた膜反応器は、小型装置で高効率が得られる可能性があり、研究が加速しています。例えば、平衡による制限がある化学反応では、物質の量や温度等の条件によって反応の割合が決定します。そこで、反応した生成物を膜の利用によって取り除くことで、平衡をずらし、さらに転化率を上げることができます。

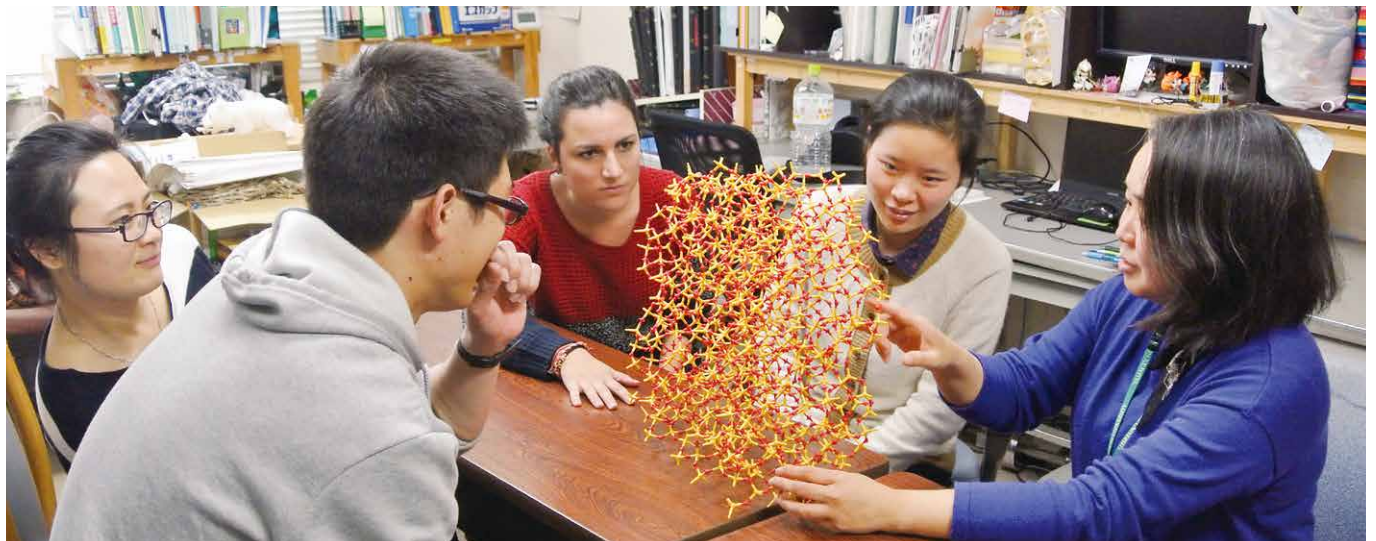
例えば、エステル化反応で生成する水を、ゼオライト膜により除くことで、転化率が向上します。また、高温で二酸化炭素分離できる、吸収材や膜を用いれば、メタン改質反応の低温化や効率向上が期待できます。



管状の無機ナノ多孔質膜と膜モジュール



走査型電子顕微鏡 (FE-SEM, JEOL JSM 6335F) による膜構造の観察



## 大学教員としての思い

化学工学に進んだきっかけは、高校生の頃、化学工学が専門の先生の講演で、環境汚染の解析も、スーパーマーケットの駐車場サイズの解析も、同じ手法でできるといったお話を聞いて面白そうだったことです。大学4年生の時、環境問題に貢献したいとの思いから、海水の淡水化のためのポリマー膜の研究を始めました。修士課程では、当時注目されていたゼオライト膜の開発に従事し、学会発表で山口大学の喜多先生にお会いしました。そのご縁が今の職に繋がりました。博士課程でもゼオライト膜の研究を続けて学位を取得しました。

博士へ進学した理由の1つに、海外で仕事をしながら生活したい思いがありました。修士の頃、海外インターンシップに参加して刺激を受けました。博士を取ってからは、フランスで2年間、ヨーロッパプロジェクト\*に従事しました。(※ EU・企業等が資金を拠出し、大学・企業等の研究機関が共同で取り組む研究プロジェクト。) その後、ノルウェーにパーマネントの職を得て移動し、EUプロジェクトや企業プロジェクトに参加し、大学や研究所・企業との共同研究を行いました。その時には膜分離だけではなくナノ材料やコーティングに関する研究もしていました。所属していた組織はほぼ外部資金で運営しており、常にプロジェクトへの申請書を書きながら、プロジェクトコーディネーションや研究を行う業務に9年間従事しました。その時、ヨーロッパだけでなく、パキスタン、イラン、中国など、様々な国の大学生をインターンシップで受け入れていましたが、日本人の応募はほとんどありませんでした。そこで、日本に戻った際には、日本人の学生を送り込むことに力を入れたいと思いました。

海外の大学と交流するため、前職までで得たネットワークを使って ERASMUS+ への応募や、海外の大学との協定を結びました。日本だと海外は遠く障壁がありますが、ヨーロッパだと海外は電車で行ったり来たりできるように、隣町のようなものです。日本人は英語が出来ないというのは嘘で、パーフェクトに喋ることはできなくても、コミュニケーションしたいという意志があれば、ある程度は通じるはず。使ってみると自分の英語でも通じる、という経験を学生ができるようにお手伝いをしたいと思っています。我々の研究室には留学生もいますし、同じ研究室の先生に費用の面で協力を得て、毎年2~3名の学生を海外に行かせています。海外では、自分が能動的に動かなければなりません。自発的に取り組むことで面白い体験ができることを経験して、モチベーションにして欲しいと思っています。

# 女性の活躍による イノベーション創出を展望する

様々な分野の技術融合が社会を変える時代。女性参画により多様性が生まれ、イノベーション創出のきっかけの一つとなり得る。リケ女を育成する子育て法とは…。



大学院技術経営研究科 教授(特命)

## 林 裕子 先生

東京大学卒業後、日本IBM株式会社に入社。

2006年 東京大学大学院工学系研究科 博士後期課程修了(学術)

1994年 マサチューセッツ工科大学Technology and Policy Program修了(理学修士)

現在、山口大学大学院技術経営研究科の特命教授の他、

内閣府男女共同参画推進連携会議有識者議員、

一般社団法人技術同友会ダイバーシティ推進委員会外部委員なども務める。

これまでは女性の育成というと男女平等や弱者救済でしたが、最近では女性による多様性をどのようにマネージするかに変化しています。MOT(技術経営学)としては、女性が入ることによって多様性が生まれ、そこからイノベーションが起きるという観点があります。例えば女性を多く登用している会社に投資が集まったり、経産省が出している「なでしこ銘柄」の株価はTOPIXに比べて平均が高い等、投資対象になっています。そのため、女性の活躍をMOTの観点からフォーカスすることを研究テーマにしています。

### なぜ、多様性が必要なのか？

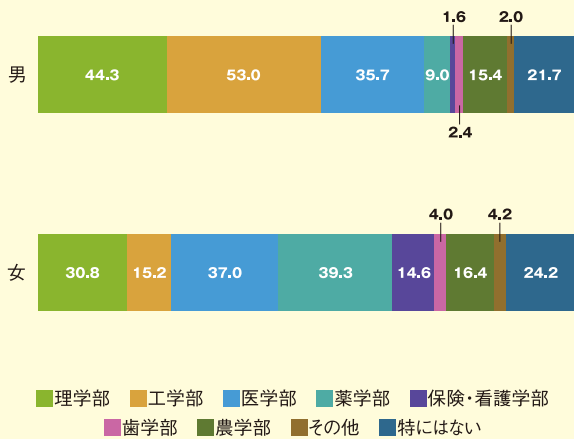
技術の生まれ方の変化が要因の1つです。今までは技術開発が自然に社会の発展に繋がっていました(リニアモデル)。例えば、レーザーや原発、初期のコンピュータなど、技術開発が社会に変革を起こしていました。しかし最近では、色んな分野の技術融合によって社会が変わっています(技術融合型)。日本のイノベーションは技術革新と訳されていましたが、最近では、社会のシステム等の様々な分野でイノベーションが考えられるようになりました。このようにイノベーションの観点は変わってきているので、色んな視点を取り込んで色んな分野を細かく市場開拓するためにも、外国人を上手く使うなどの多様性が非常に必要になってきました。イノベーションが起こっている例をみると、スタートアップが成功した企業では海外経験のある人がそうでない人よりも35%多くいます。日本からみると普通であっても、海外からみると驚かれることがあります。その視点を海外経験から取り入れて、周りが気づかないことに気づいて起業するパターンがあります。そのために、多様な視点をどのようにマネジメントするのが重要になっています。なでしこ銘柄のように、女性を活用している会社には投資が集まる傾向があるので、活用している会社は積極的に情報を開示しているところもあります。日本では工学系の学生の内、女性の割合が12%しかいません。私の研究では、この分野に注目しています。

### なぜ、理系女子が少ないのか？

理系分野に女性が少ない傾向があるので、子供への影響が大きい母親に注目して研究をしました。お茶の水女子大学の卒業生に対してアンケートを取ったところ、子供の性別によって行かせたい学部が異なることが分かりました(図1)。女の子に行かせたい学部の1位は薬学部、男の子は工学部でした。(実際の学部の女性比率は、工学部は12%、薬学部は60%です。)その学部に行かせたい理由を聞いたところ、女性に特徴的なのは資格が取れることでした。(出典:「女性の理系進路選択における親の意識の影響に関する調査・分析 報告書」(2015年3月))1つの大学のみ結果ではありますが、一度辞めても復帰できる等の理由がありそうです。親のアドバイスは子供にとって重要なので、親に正しい情報を伝えて意識が変えていくのが大事だと思います。もちろん、親の中で大事だと思っているのは子供の意志です。子供の中でも理系の将来像がはっきりしているのはお医者さんや薬剤師であり、工学部ははっきりしていません。工学部で面白い仕事をしている人はたくさんいるし、出世してマネジメントをする立場になるなど、様々な働き方があります。そのようなロールモデルを示したり、求人が多いことを子供だけではなく親にも知らせることが重要になると思います。

■ 図1 子供の性別別の母親が進学するとよいと考える学部

### 進学するとよい学部(3つ)

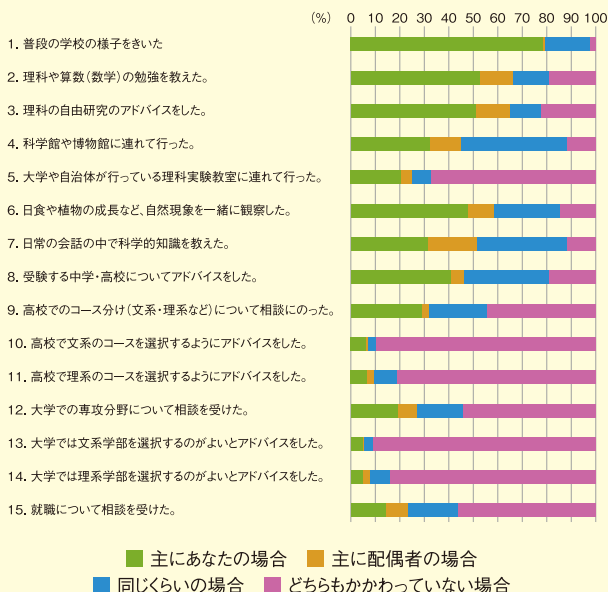


## 子供の文系・理系選択に対する両親の影響

子供の教育に対して、どのように父親と母親が関わっているかを調査しました。私達が設定した項目(例えば学校の様子を聞く、理科や数学を教える、自由研究をする、一緒に日食等を観察する等)の全てにおいて、母親が父親に比べて多く関わっていることが分かりました(図2)。日食のような自然観察を一緒にする等の理系の項目については、理系出身と文系出身の母親でクロス集計を行いました。その結果、理系の母親は理科や数学を教えるが、文系の母親は理系の母親よりも関わりが少ないことが分かりました。また、父親も理系の分野をフォローしていません。そのため、母親が理系でないと、幼い頃から理系に関わる確率が非常に少なくなってしまうと考えられます。

■ 図2 子供への関わりに関するアンケート調査の結果

### 子供へのかかわり



## 母親が文系・理系であることが子供に影響するのか

理系出身と文系出身の母親の子供がどの学部に進学したかを調べると、理系出身の母親の子供は理系に、文系出身の母親の子供は文系に行くことが多いことが分かりました。理系の女性を増やすためには、文系の母親に理系の情報を伝えることや、サイエンスアゴラ等のイベントに参加することで、子供が理系に関わるきっかけになります。さらに、父親に関わってもらうことが良いと思います。そのためには、遅くまで仕事をしないで家族と団欒する時間や、子供の教育を父親がする時間が取れるよう、ワークライフバランスが非常に大切だと考えています。教育熱心な父親であっても、実際に子供と遊んだり博物館に連れていく、学校の様子を聞いたりというのは、データから見ると少ないことが分かります。ワークライフバランスが変わることで、子供の傾向が変わる可能性があると考えています。

## 女性が働くことによって変わる事

女性が社会で活躍することによる変化について、考えていきたいと思っています。1つ目に、女性が働くことによって、家計が安定します。OECDに加盟している国のデータでは、女性の就業率の高い国の方が、出生率が高い傾向にあります。それは、女性が働ける環境は子供を育てやすい環境であるし、子育ての費用についても片方の親が一時的に仕事を離れたとしても子育てをすることができます。このようなリスクマネジメントによって、産むことができるのではないかと考えています。2つ目にワークシェアの観点があります。例えば失業率が高かった時にワークシェアをしたオランダは、女性就業率は日本よりも高く、GDPも高くなっています。Goldman Sacksによる「ウーマノミクス4.0」のレポートでは、男女の雇用格差を解消することでGDPが13%近く増加すると試算されています。3つ目に、女性が働くことによって新しい市場ができる可能性があります。例えば、ベビーシッターや食事のケータリングシステム、介護などです。MOTの観点からすると、ロボティクスやIoTによる家事支援などの面白いものがでてくる可能性があります。

## 今後の研究の夢や方向性について

今後は理系の学生が活躍する場について、調べたいと思っています。例えばライフサイエンスの分野ではバイオインフォマティクスが非常に発達しており、MITとハーバードが設立したブロード研究所では、バイオインフォマティクスの人材が7割を占めるそうです。今後のライフサイエンスがどのように変わっていくのか、特徴や就職の状況をとらえたいと思っています。

もう1つの出口として、医療と規制があります。薬などは認可されないと市場に出ないので、必ず規制があります。規制緩和の概念とは逆に、規制がイノベーションを促進する、両輪だと考えられています。これまで、薬は海外から入ってくるが多かったため、海外のガイドラインを修正することが多くありました。しかし、日本からイノベティブなテクノロジーが出来た場合には、自分たちで1から作らなければなりません。そのためには、規制をするための研究やデータが必要になり、この分野にも人材が必要です。

また、女性の活躍、リケ女の育成については、これまで、女性に関するデータが収集された事例は少ないので、データを取ること自体に興味があります。同じフォームで何年も取っていくことで、見えてくるものがあると思っています。

## ○ Contact

### 研究に関する連絡先一覧

大学院(研究科)	URL
人文科学研究科	<a href="http://www.hmt.yamaguchi-u.ac.jp/">http://www.hmt.yamaguchi-u.ac.jp/</a>
教育学研究科	<a href="http://www.edu.yamaguchi-u.ac.jp/">http://www.edu.yamaguchi-u.ac.jp/</a>
経済学研究科	<a href="http://www.econo.yamaguchi-u.ac.jp/">http://www.econo.yamaguchi-u.ac.jp/</a>
医学系研究科	<a href="http://ds22.cc.yamaguchi-u.ac.jp/~igakubu/medic/index.cgi">http://ds22.cc.yamaguchi-u.ac.jp/~igakubu/medic/index.cgi</a>
理工学研究科	<a href="http://www.gse.yamaguchi-u.ac.jp/">http://www.gse.yamaguchi-u.ac.jp/</a>
農学研究科	<a href="http://www.agr.yamaguchi-u.ac.jp/grad/">http://www.agr.yamaguchi-u.ac.jp/grad/</a>
東アジア研究科	<a href="http://www.eas.yamaguchi-u.ac.jp/index_J.html">http://www.eas.yamaguchi-u.ac.jp/index_J.html</a>
技術経営研究科	<a href="http://mot.yamaguchi-u.ac.jp/">http://mot.yamaguchi-u.ac.jp/</a>
連合獣医学研究科	<a href="http://ds22.cc.yamaguchi-u.ac.jp/~renju/">http://ds22.cc.yamaguchi-u.ac.jp/~renju/</a>
鳥取大学大学院 連合農学研究科	<a href="http://rendai.muses.tottori-u.ac.jp/index.html">http://rendai.muses.tottori-u.ac.jp/index.html</a>

※連合獣医学研究科は、本学、鳥取大学および鹿児島大学の協力による連合大学院である。

※鳥取大学大学院連合農学研究科は、鳥取大学、島根大学および本学の協力による連合大学院である。

研究所	URL
時間学研究所	<a href="http://www.rits.yamaguchi-u.ac.jp/">http://www.rits.yamaguchi-u.ac.jp/</a>

## 山口大学

〒753-8511 山口市吉田1677-1

083-933-5000(代表) <http://www.yamaguchi-u.ac.jp/>



### ■ 研究関係

大学研究推進機構

TEL : 083-933-5134

<http://kenkyu.yamaguchi-u.ac.jp/>

学術研究部 研究推進課

TEL : 083-933-5011

### ■ 国際交流関係

国際戦略室

TEL : 083-933-5027

<http://www.iassc.jimu.yamaguchi-u.ac.jp/index.html>

### ■ 留学関係

大学教育機構 留学生センター

TEL : 083-933-5982

<http://www.isc.yamaguchi-u.ac.jp/>

○ Location



○ 飛行機で山口宇部空港まで1時間30分

**吉田キャンパス** 〒753-8511 山口市吉田1677-1

人文科学研究科、教育学研究科、経済学研究科、医学系研究科（理学系、農学系）、理工学研究科（理学系）、農学研究科、東アジア研究科、連合獣医学研究科、鳥取大学大学院連合農学研究科、国際総合科学部、時間学研究所

**小串キャンパス** 〒755-8505 宇部市南小串1-1-1

医学系研究科（医学系）、理工学研究科（医学系）

**常盤キャンパス** 〒755-8611 宇部市常盤台2-16-1

医学系研究科（工学系）、理工学研究科（工学系）、技術経営研究科

## 山口大学研究広報

Yamaguchi University Research Activities

2015 vol.3

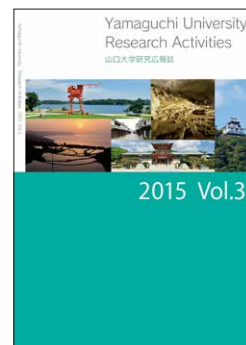
編集発行 山口大学大学研究推進機構  
〒753-8511  
山口市吉田1677-1

発行 2016年3月

企画・編集 山口大学研究広報ワーキンググループ、女性研究者支援室

表紙製作協力 山口大学理工学研究科 情報・デザイン工学専攻 木下武志准教授

製作協力 文部科学省科学技術人材育成費補助事業「女性研究者研究活動支援事業（一般型）」



**【表紙について】**

山口県を代表する観光地の岩国城、ときわ公園、秋芳洞、寂地狭五竜の滝などの画像を用い、古い歴史と豊かな自然に恵まれた環境をイメージできるようにデザインしています。下部には日本伝統色を使用しています。



Designed by Kinoshita lab. 2015