

■研究最前線

統計科学の理論や応用を研究 ・Researching the theory and application of statistical science



数学をがん対策に生かし、社会のために

コンピューター内で日本人一人ひとりを再現

Using Mathematics to Fight Cancer and Benefit Society

Recreate each Japanese person in a computer

◎社会安全学部 福井 敬祐 准教授
 • Faculty of Societal Safety Sciences
 — Associate Professor *Keisuke Fukui*

「データサイエンス」という言葉をよく目にするようになった。データサイエンスは、大量のデータに潜む知見や価値を明らかにし、社会課題や経営課題の解決に役立つ学問だ。2023年4月に社会安全学部に着任した福井敬祐准教授はデータサイエンスで用いられる統計科学を専門とする。理論の研究と共に、がん対策や医療への応用などに取り組んでいる。

We have come to see the term "data science" increasingly often. Data science is the science of uncovering the knowledge and value buried in large amounts of data to help solve societal and management problems. Associate Professor Keisuke Fukui, who joined the Faculty of Societal Safety Sciences in April 2023, specializes in statistical science used in data science. Along with researching theory, he is also working on cancer control and medical applications.

■古くて新しい統計科学

—専門の統計科学は、どのような研究分野なのですか。
 統計科学は、大量のデータから何らかの知見を得て、意思決定に活用するなど実際の生活や社会に役立つことを目的とする科学です。コロナ禍では重症化のリスクがある人の分析や、感染拡大の予測がされましたよね。この分析や予測には統計科学が使われました。さまざまな分野の土台となる研究分野です。
 「統計科学」という学問の歴史は古いのですが、近年は情報通信技術が発展してきたことにより、多様なデータが得られ、大量のデータや新しい種類のデータをどのように分析するのか、という理論の開発も必要になっています。今、注目されている分野で、AIや情報工学と同じように、データサイエンスに含まれます。

■がん対策に統計科学を活用

—具体的な研究内容を教えてください。
 三つの柱があります。一つ目の柱は、統計科学の理論的な研究です。二つ目が、データを使ったがん対策への応用です。三つ目が、新規の治療法や予防法の統計学的な検証です。このうち特に、二つ目のがん対策をメインに研究を進めています。
 大腸がんを例に、がんの治療技術が向上しているにもかかわらず、日本では患者が増え、死亡率も減っていません。その理由として、特に大腸がん検診の受診率の低さが考えられます。このため、受診率を何パーセント上げたら患者や死亡者がどれだけ減るか、ということを数学的にシミュレーションできるようにしました。
 この時に使ったのが、私がメインの研究テーマにしている「マイクロシミュレーション」という手法です。日本に住むがん患者個人の歴史をコンピューター内に再現し、それを集計してがん対策の効果を調べます。例えば、55歳で大腸にポリープができ、56歳でがん化していたのに、検診に行かなかったために59歳まで発見できず、61歳で亡くなってしまった、というような歴史です。これを、年齢や性別などの個人特性が異なるデータを数多く蓄積し再現します。
 シミュレーションなので、「56歳で検診を受けていたら」と仮定のシナリオを作り出すことができ、その結果「79歳まで生きたら」死亡までの期間を18年間延ばせたことになります。同様に集計した個々の歴史をもとに、検診の受診率を上げた場合に全体としてどれだけの効果があるかを調べられます。
 がんは、さまざまな要因が絡み合って生じるため、画一的な対策が難しい。個人の予防の効果や将来の患者数の増減予測がないと、国もどの部位のどのようながん対策に注力すればいいのかが分かりません。ここで、統計科学が力を発揮します。

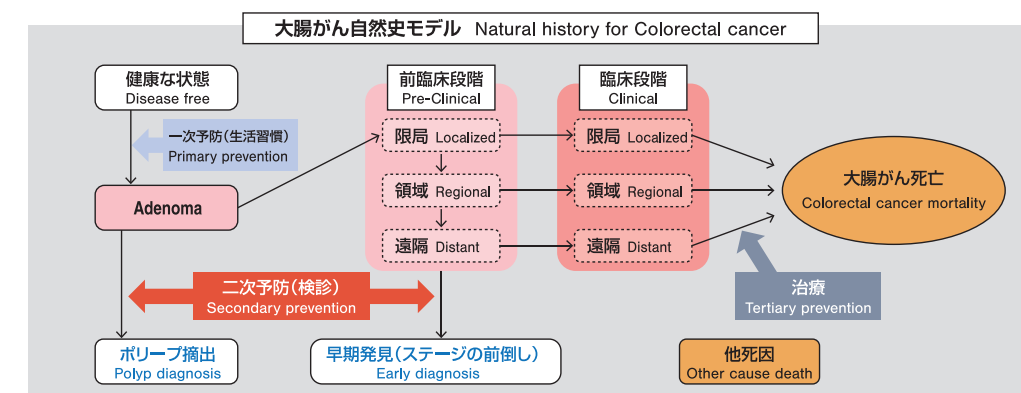
■ Statistical science is both old and new

— What sort of research field is your specialty of statistical science?
 Statistical science is the science that aims to gain some knowledge from a large amount of data and use it for decision-making and other purposes for real life and society. You may recall that in the COVID-19 pandemic, there was analysis of people at risk of severe illness and predictions of the spread of infection. Statistical science was used for this analysis and prediction. It is a research field that serves as a foundation for various fields.
 Statistical science has a long history, but recent advances in information and communication technology have led to the acquisition of a wide variety of data and the development of theories on how to analyze large amounts of data and new types of data. It is a field that is getting a lot of attention right now and is included in data science, as well as AI and information engineering.

■ Use statistical science for cancer control

— Specifically, what do you research?
 There are three pillars. The first pillar is the theoretical research of statistical science. The second is the application of data to cancer control. The third is statistical verification of new treatments and prevention methods. Of these, my research is focused primarily on the second, cancer control.
 Using colorectal cancer as an example, despite improvements in cancer treatment technology, the number of patients and mortality rates have not decreased in Japan. The reason may be the low rate of colorectal cancer screening. For this reason, we made it possible to mathematically simulate how much fewer patients and deaths would occur if we increased the rate by what percentage.
 I used a technique called microsimulation, which is my main research topic. The histories of cancer patients living in Japan are reproduced in a computer, and the effects of cancer control are examined by aggregating them. For example, a history of a polyp appearing in the colon at the age of 55, and becoming cancerous at the age of 56, but it was not detected until the age of 59 because the patient did not go for a medical checkup, and the patient died at the age of 61. This is done by accumulating and reproducing a large amount of data with different individual characteristics such as age and gender.

● Microsimulation とがん自然史 Natural history and microsimulation



自然史内の状態間の推移を数理的にモデリング
 Mathematical modelling of transitions between conditions in natural history

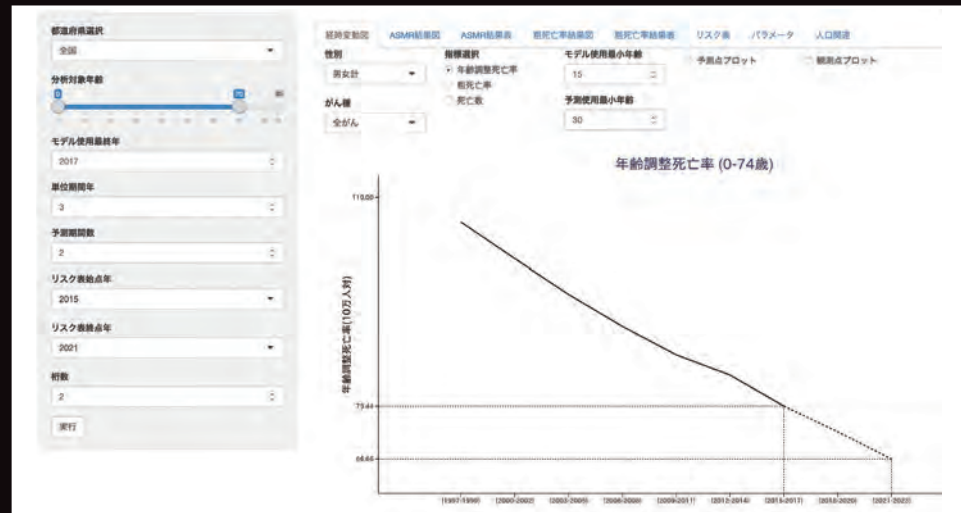
■研究最前線



日本がん登録協議会での登壇
Speaking at the Annual Meeting of the Japan Association of Cancer Registries

開発されたがん死亡予測のためのWeb application toolのインターフェイス。性別やがん種を設定することで、対応するがんの推移や予測結果を表示することができる

An interface of a web application tool for cancer mortality prediction. By setting gender and cancer type, etc, the corresponding cancer trends and prediction results can be displayed



■欧米に比べ、遅れている日本

——統計科学はそこまで進んでいるんですね。

ただ、アメリカだと約20年前から、国家的な規模でマイクロシミュレーションをがん対策に活用しています。日本はまだ研究者が個人で研究するレベルにとどまっています。

マイクロシミュレーションには、がんの罹患率や死亡率、検診の受診率などのデータが必要です。さらに、がんで亡くなった方に飲酒や喫煙などの原因となる習慣があったかどうか、どのようながんだったのか、などのデータを組み合わせます。

日本の国家的な政策に活用するためには、シミュレーションで再現する人口や個人の特性が日本社会を反映していなければなりません。日本と欧米ではがんの種類の傾向も異なります。このため、日本でも研究を進める必要があります。本来なら、受診した人が実際にがんにかかり、その後どうなったかという完全なデータが揃えばいいのですが、日本ではまだきちんとした仕組みがなく、データを得るのが難しいのが実情です。別々のデータをまとめて組み合わせ、数学的に明らかにしているイメージです。

■銀行での勤務を経て、再び大学で学ぶ

——研究者を志した経緯をお聞かせください。

実は、広島大学大学院で博士課程前期課程(数学専攻)を修了した後、一旦銀行に就職しました。学生の頃から「統計科学を使って社会課題を解決したい」と考えていたのですが、銀行の実務では統計学を活用する機会が私はあまりありませんでした。いろいろな情報を蓄積しても、分析して営業などに活用するまでには至らなかったのです。当時、データドリブンな考え方は重要だと思っていたので、大学院に戻って統計学を学び直しました。

その後、勤務した大阪国際がんセンターでは、「結果が怖いから」「時間がないから」などの理由で受診しない方を目の当たりにし、実際がん検診の受診率が低いことを知りました。

一方、受診しないがん患者のデータは蓄積されたものの、あま

り活用が進んでいませんでした。そこで「がん対策に役立てることができれば」と考え、がん対策に取り組むことにしました。

同センターで3年間勤務した後、大阪医科歯科大学や広島大学を経て、2023年4月に関西大学社会安全学部に着任しました。

私の研究の原点は数学です。今、取り組んでいる統計科学やがん対策は、数学の理論を実社会に生かすことができているため、とてもやりがいを感じています。

■社会安全学部の学生に期待

——今後の期待や抱負をお聞かせください。

現在は、欧米で当たり前になっているマイクロシミュレーションという手法を、日本で一から作り上げている段階です。

社会安全学部の学生は、本当にいろいろなことを学んでいますね。医療に関する授業や統計科学やプログラミングなど、将来、医療や数学の知識がある学生たちが一緒に研究してくれると考えると、とても楽しみです。

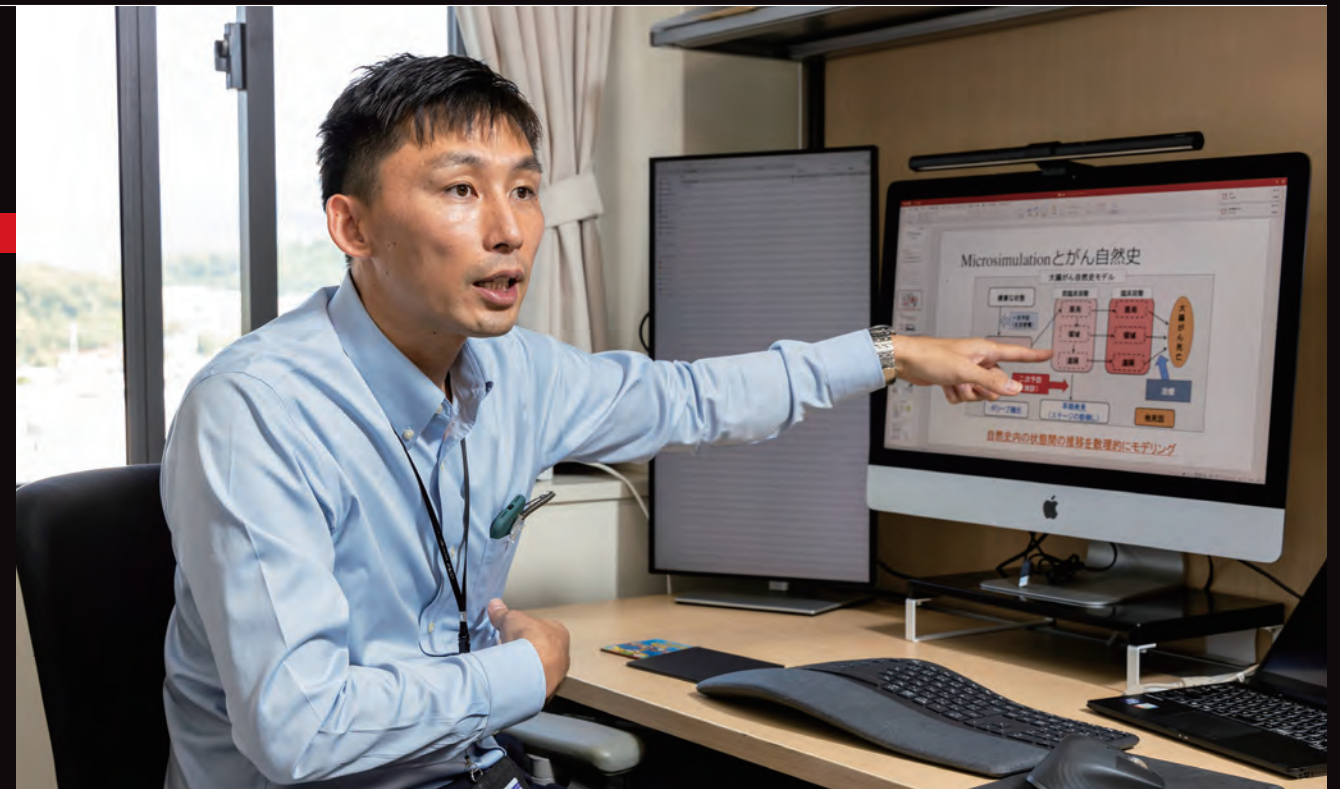
マイクロシミュレーションを研究していると、「人間にはいろいろな人がいる」と実感します。幅広く学び、多角的に考えられる学生にどんどん来てほしいですね。

今後は、希少がんの生存率を正確に算出する方法を確立したいと考えています。がん対策のためには正確な生存率が必要になりますが、希少がんは文字通り患者数が少なく、正確に算出することが難しいです。

また、データサイエンスや統計科学が、どのように社会に定着していくのかについて考える研究にも取り組みたいですね。



大阪国際がんセンター在籍時代(右上)。「ワールドキャンサーデー」活動の様子
Working at Osaka International Cancer Center (upper right of the figure)
"World Cancer Day" activities



Since this is a simulation, we can create a hypothetical scenario if the patient had been examined at age 56. As a result, if the person lives to age 79, the time until death is extended by 18 years. Based on the individual histories, you can see how much the overall effect would be if you increased the screening rate.

Because cancer is caused by a variety of factors, it is difficult to take uniform measures. Without an estimate of the effectiveness of individual prevention and the increase or decrease in the number of patients in the future, the national government does not know what cancer control measures to focus on in which areas. This is where statistical science comes into play.

■Japan lags behind Europe and America

——I can see that statistical science has progressed quite far.

However, in the United States, microsimulation has been used for cancer control on a national scale for about 20 years. Japan is still at the level of researchers doing their own individual research.

Microsimulation requires data such as cancer morbidity and mortality and screening rates. It also combines data such as whether the person who died of cancer had causative habits such as drinking or smoking, and what type of cancer the person had.

In order to be used in Japan's national policy, the characteristics of the population and individuals reproduced in the simulation must reflect Japanese society. The tendency of the type of cancer is also different between Japan and Europe and America. Therefore, it is necessary to push forward with research in Japan. Essentially, it would be nice to have complete data on the people who were diagnosed with cancer and what actually happened to them afterwards. However, in Japan, there is still no proper system in place and it is difficult to obtain data. Basically, separate data are collected, combined, and mathematically clarified.

■Studying at university again after working at a bank

——How did you decide to become a researcher?

Actually, after completing the first semester of the doctoral course (mathematics major) at Hiroshima University Graduate School, I got a job at a bank. I've wanted to use statistical science to solve social problems since I was a student, but I did not have many opportunities to use statistics in my banking practice. Even though we had accumulated a variety of information, we had not managed to analyze it and utilize it for sales and other purposes. At the time, I thought data-driven thinking was important, so I went back to graduate school and restudied statistics.

Later, at the Osaka International Cancer Institute, where I worked, I saw people who did not come for screening because they were afraid of the results or because they did not have time, and I learned that the cancer screening rate was actually low.

On the other hand, data on cancer patients who do not undergo screenings has been accumulated, but not well utilized. Therefore, I decided to work on cancer control, thinking that if I could use data for this purpose.

After working at the Institute for 3 years, I worked at Osaka University of Medicine and Dentistry and Hiroshima University before joining the Faculty of Societal Safety Sciences at Kansai University in April 2023.

The origin of my research is mathematics. The statistical science and cancer control that I am working on is very rewarding because I am able to apply mathematical theory to the real world.

■Expectations of students in the Faculty of Societal Safety Sciences

——What are your expectations and aspirations for the future?

At present, we are at the stage of developing a method called microsimulation, which is commonly used in the West, from scratch in Japan.

Students in the Faculty of Societal Safety Sciences really learn a lot of things. I am very excited to think that in the future, students with knowledge in medicine and mathematics will study together, such as medical classes, statistical science and programming.

When I study microsimulation, I realize that there are many kinds of people. I hope more and more students who can learn widely and think from many perspectives come.

In the future, we hope to establish a method to accurately calculate the survival rate of rare cancers. Accurate survival rates are necessary for cancer control, but rare cancers are difficult to calculate accurately because the number of patients is, as the name might suggest, small.

I would also like to engage in research that considers how data science and statistical science will become embedded in society.

大阪国際がんセンター時代に日本公衆衛生学会口演賞受賞の式典の様子
Scene from the Japanese Society of Public Health oral presentation award ceremony during the Osaka International Cancer Center

