

FEATURE STORY

Supporting the electrification of society through wireless power transfer

The electrification of automobiles and other vehicles is critical for the realization of carbon neutrality-the state of balance between the greenhouse gases emitted and absorbed.



Special Issue - "Startups and Ventures emerging from TUT"

The sustainable development of the global economy depends on a continued striving for innovation. University-based startups and ventures can act as the "engine of innovation", creating new markets for highly innovative products and services based on the results of university research.

In this issue, we would like to introduce some of the outstanding startups and ventures that have recently emerged from Toyohashi University of Technology.

TUT Research Chief Editor

Research Highlights



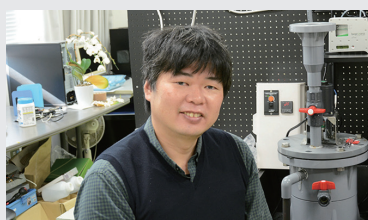
Changing the world through the digitization of odors using a high-resolution odor sensor

7



Listening to plants' voices the key to establishing data-driven agriculture

10



Making bio-gas power generation more accessible towards a carbon-free and recycling-oriented society

13



Ideas and technology drive the creation of new values

16

Pick Up

TUT student Entrepreneurship Club "Take Off" is up and running! 19

Supporting the electrification of society through wireless power transfer



Shinji Abe



The electrification of automobiles and other vehicles is critical for the realization of carbon neutrality—the state of balance between the greenhouse gases emitted and absorbed. The current situation, however, is that battery-powered motors have a limited range, take a long time to recharge, and need to be connected to charging cables. Wireless power transfer is a technology capable of solving all of these problems at once. We interviewed Shinji Abe from Power Wave, a startup that originated at TUT aiming to build the key infrastructure of the future with this technology, about his reasons for starting the company and his vision.

Interview and report by Madoka Tainaka

Desire to solve battery challenges

“I chose National Institute of Technology (KOSEN), Sendai College after junior high school because I had learned that the largest part of the volume of a cell phone is occupied by batteries,” said Abe. He aspired to produce smaller, more efficient batteries to achieve the futuristic world depicted in science fiction, from which he drew the inspiration to become a researcher.

“At first I entered the Department of Electronic Engineering to do research on batteries, but then I became interested in computer algorithms and architecture, so I switched to the Department of Information Engineering. After that, I returned to the study of electricity, and in graduate school I went to after graduating from the KOSEN Advanced Course, I joined

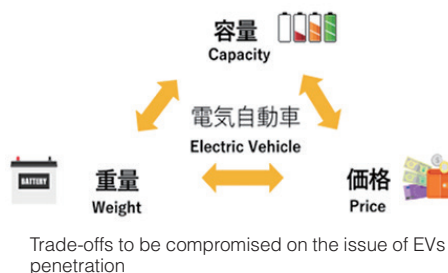
the laboratory of Prof. Takashi Ohira at Toyohashi University of Technology, who was working on wireless power supply for electric vehicles (EVs).

Gasoline-powered vehicles using fossil fuels are still currently the most common vehicles. However, with carbon neutrality being pushed as a solution to the limited supply of fossil fuels, it is reasonable to expect that energy-efficient EVs will become the standard for vehicles in the future. However, the current situation is that increasing battery capacity in order to

increase driving range means increasing the weight and price of vehicles. In order to avoid such compromises, we need to build a system that supplies electricity only when it is needed. “One solution is the technology for wirelessly transferring power to moving vehicles,” said Abe, explaining the significance of his research.

Launching a business is one way to change society

Abe reached a turning point in his path as a researcher while he was pursuing a doctorate. While conducting joint laboratory research with private companies, he started to appreciate the high level of demand for this technology from society. It seemed to him that researchers like himself and the other lab members were best placed, in terms of their understanding of the technology, to play a key role in how it should be applied to society.





Members of Power Wave (left to right): Norito Oida, Minoru Mizutani, Shinji Abe, Takashi Ohira, Koichi Obata

“Once we started to try to raise funds for a university corporate partnership, I came to understand that our hands were tied by being part of the university structure. What is more, having been awarded a Research Fellowship for Young Scientists by the Japan Society for the Promotion of Science at that time, I was not allowed to take on any side businesses. In conclusion, I decided to leave the doctoral program, to take a position as a research assistant, and then to officially start setting up a business.

Thus Power Wave Co., Ltd. was established in March 2021, with the 29 year old Abe as its CEO. The four founders of the company are: Abe, Professor Takashi Ohira, Project Research Assistant Minoru Mizutani, and Mr. Norito Oida, the CEO of an IT-related startup company in Toyohashi City. In other words, a team comprising expertise in technology, venture management and leadership “

Did you experience any doubts about making the leap from R&D into the business world?

“I drew some confidence from my own father, who decided to switch from being a salaried worker to the owner of his own business. On top of that, I could draw on the advice of Mr Taneda, with his experience as a senior manager, so it was an easy decision in the end. Of course, there was a lot I didn't know about business management and I had some difficul-

ties at first, but the more I studied, the more I got into it.

Basically, launching a business is a means to an end. To achieve my goal of spreading this technology to change society, I chose to form a company. “This technology has the potential to drastically change society, and I want to be a part of that change,” explains Abe enthusiastically.

The benefit of university created startups: Trust based on established research is key

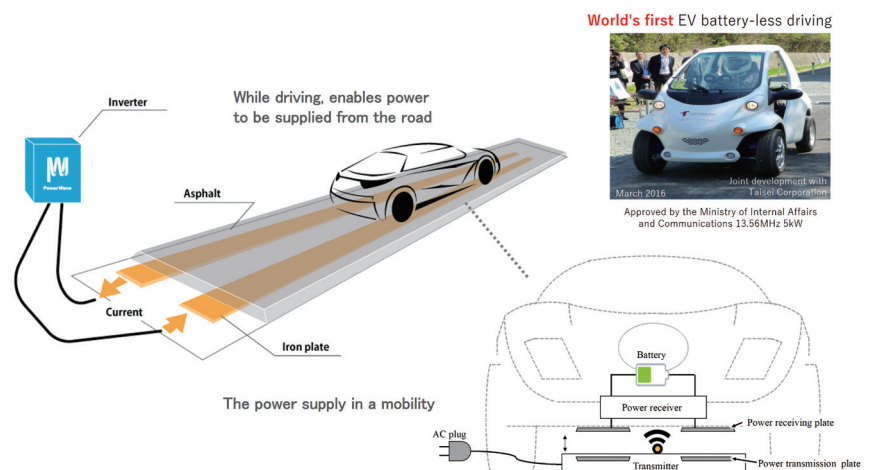
As it happens, the idea of wireless power supply has been around for a long time . The first conceptual model was the World System, a system for transmitting electricity globally without wires, It was the brainchild of inventor Nikola Tesla, who was active from the late 19th to the mid-20th century. The appeal of this idea endured, but

it was not until 2007 that a research team from the Massachusetts Institute of Technology (MIT) succeeded in wirelessly transferring electricity over a two-meter distance to power a 60W light bulb. This achievement opened a new frontier, and great advancements have been made towards practical application over the last decade.

Abe explained, “the most significant technological breakthrough was the theory for wireless coupling which was developed by TUT. Technically speaking, this theory involves the kQ product (multiplication of “coupling coefficient “k” by “quality factor”) and the Poincaré model (non-Euclidean geometry measurement). The theory has made it possible to design wireless power transfer using the coupling of electric fields whereas previously this had been considered problematic. Another key breakthrough was the development of field-effect transistors (FETs) using Gallium nitride (GaN) semiconductors. Thanks to these FETs, the high-frequency inverter that converts direct current into large, very high frequency (MHz) electrical current was created.”

This design theory using the coupling of electric fields and a high-frequency inverter are the core technologies behind Power Wave.

The credentials of this technology, an EV using a wireless power transfer system (or V-WPT: Via-Wheel Power Transfer) , have already been established. In 2016, while Abe was still a student, high-frequency power was successfully transmitted from a power transmission board underneath an





asphalt road on campus to an EV equipped with a small battery and a receiver. This success marked the first batteryless drive in the world. In 2017, the following year, the laboratory also succeeded in transferring power to an unmanned, moving transport vehicle in a factory. Thus, Power Wave was firmly established with proven technologies.

"We were able to establish the company after more than a decade of research in our laboratory and with a good prospect of profitability. This is what makes us different from ordinary ventures. We have also obtained a number of patents under the university's name. As a university-originated company, it has been easier for us to gain the trust of society. In the future, in order to grow I think it will be essential for us to create our own research department"

We set our sights high, and aim to become a company with market value over 1 trillion yen

Starting in October 2021, Power Wave commenced verification experiments with a personal mobility vehicle (a one-passenger powered cart) in Chubu Centrair International Airport. In this experiment, our wireless power transfer system will be incorporated into a personal mobility vehicle developed by Aisin (ILY-Ai), which will be used by airport staff. Up until now, charging has been done by cable, but by replacing it with a wireless system, it gives us a chance to see how it performs and to troubleshoot issues

as they arise.

"If its user-friendliness is verified, we will be able to expand its use to facilities where similar mobility vehicles are used. Although it will be necessary to install high-frequency inverters and power transmission boards in the facilities, as well as power receivers in the mobility devices, the system can be retrofitted relatively easily, so I think it will be widely used not only in airports but also in plants, commercial facilities, hospitals, and other places where mobility and robots have already been introduced."

If the system becomes widely accepted, the company is considering establishing a business model with fees based on electricity usage or a flat-rate subscription, rather than to the marketing of the system itself.

Mr. Abe says, "We aim to become a company with a market capitalization of more than one trillion yen, assuming that we can expand our business globally and use the system in electric vehicles by around 2030." This is a very encouraging prospect. "As a manager, it's a huge advantage to be able to confidently explain the technology yourself. If students from Toyohashi University of Technology become business managers, they can similarly use their understanding of science and technology as their strength. It is my sincere hope that younger students will be inspired to follow a similar path."

References

- TUT originated startup company "Power Wave" established for wireless power transfer technology for vehicles and robots, TUT Research No.25 - Pick Up, May 2021
- "Resonance Q Theory"-A Breakthrough Discovered by TUT, TUT Research No.11 - Research Highlight, Dec 2017
- A new measure for wireless power transfer, TUT Research No.3 - Research Highlight, Nov 2015

Reporter's Note

Our first impression of Mr. Abe talking on the screen was of a researcher who cautiously selected his words. Towards the end of the interview, however, we could see a different side of him when he was talking about studying abroad as a student at KOSEN (National Institute of Technology). He took a year off from KOSEN and chose to study abroad in Brazil.

"I thought that if I was going to go abroad, I might as well go to the farthest country from Japan. Many of the Brazilians I met were open-minded and fond of Japan, and I was also happy to learn Portuguese," said Abe. On top of this experience, he had a six-week internship in Bahrain, Saudi Arabia, and the UAE in the Middle East. "I hope that my work allows me the possibility to visit many more places in the future," said Abe cheerfully. We predict a bright future for this young business manager and his can-do spirit.



「ワイヤレス給電」で電動化社会を支える

阿部 晋士

温室効果ガスの排出量と吸収量を均衡させようという「カーボンニュートラル」の実現には、自動車をはじめとするモビリティの電動化が欠かせない。しかし現状は、「バッテリーによるモーター駆動では走行距離が限られる」「充電に時間がかかる」「充電ケーブルにつなぐ必要がある」といった課題がある。これらを一気に解決してくれるのがワイヤレス給電技術だ。この技術を携えて、未来の基幹インフラの構築をめざす大学発ベンチャー「パワーウェーブ」の阿部晋士さんに、起業の理由や展望を聞いた。

■ バッテリーの課題を解決したい

高校進学に際し、仙台高等専門学校を選んだのは、携帯電話の体積の大部分を占めるのがバッテリーだと知ったからだと言った阿部さん。バッテリーをより小さく高効率にしてSFに描かれるような未来の世界を実現したい、というのが研究者を志すきっかけになった。

「高専では最初、電池の研究をしようと電子工学科に入ったのですが、途中からコンピュータのアルゴリズムやアーキテクチャが面白くなって情報工学科へ転科しました。その後、ふたたび電気の研究に戻り、高専の専攻科卒業後は、電気自動車（EV：Electric Vehicle）へのワイヤレス給電の研究をされている豊橋技術科学大学・大学院の太平孝先生の研究室の門戸を叩きました。

現在はまだ化石燃料を使うガソリン車が主流ですが、化石燃料には限りがあり、カーボンニュートラル政策が押し進められるなかで、今後はエネルギー効率のいいEVに急速に置き換わっていくと考えられます。しかし現状は、走行距離を伸ばそうとバッテリーの容量を増やせば車両重量が増え、価格も上昇してしまいます。このトレードオフを解消するために、必要ときに必要な分だけ電気を供給するしくみが必要です。その一つの解が走行中のワイヤレス給電技術というわけです」と、阿部さんは研究の意義を語る。

■ 起業は社会を変えるための一つの手段

研究者として歩んできた阿部さんに転機が訪れたのは、博士後期課程のときだ。研究室で企業との共同研究を担当するなかで、この技術が社会から強く求められていることを実感し、最先端技術のことを一番よくわかっている自分たち研究者の立場から、社会に広めていきたいという思いを強く抱いたという。

「さまざまな企業との協業や、新しいビジネスモデルを提案して資金調達をしようとしたときに、大学の立場では動きづらいと感じていました。しかし当時は、日本学術振興会の特別研究員に採用されていて、副業・兼業が認められていませんでした。その後、博士課程を中退して助手の職に就いてから、起業に向けて本格的に準備を始めました」

こうして2021年3月、株式会社パワーウェーブを創立。29歳の阿部さんが代表取締役役に就任した。発起人は、阿部さんのほか、太平孝特任教授、水谷豊特任助手、豊橋市でITベンチャ

ー企業を営んでいる種田憲人（おいだのりひと）さんの4人だ。つまり、技術の専門家とベンチャー経営のプロ、そして技術のことをよく理解している若きリーダーがタッグを組んだことになる。

とはいえ、研究開発からビジネスの世界に飛び込むのに迷いはなかったのだろうか。

「サラリーマンから個人事業主へ転身した父親の存在が後押しになったのかもしれませんが、また、経営者の先輩である種田さんからさまざまな助言をいただいていたこともあって、迷いはありませんでした。もちろん、経営については知らないことだらけで最初は苦労もありましたが、勉強していくうちにどんどん興味が湧いてきました。

そもそも、起業はあくまでも手段です。技術を広めて社会を変えたいという目的を達成するため選んだのが、起業だったというだけ。この技術は社会を大きく変えるだけの力があるし、社会を支える縁の下になりたいという思いで事業に臨んでいます」と、阿部さんは意気込みを語る。

■ 研究成果と信頼が大学発ベンチャーの強み

ところで、ワイヤレス給電の着想自体は以前からあったのだという。古くは、19～20世紀半ばに活躍した発明家、ニコラ・テスラが提唱した全地球規模の送電システム「地球システム」まで遡る。以来、人類の夢の技術として追究されてきた。その後、2007年にマサチューセッツ工科大学の研究グループが約2m離れた位置に置いた60Wの電球にワイヤレスで給電し、点灯させることに成功。これを皮切りに、ここ数十年の間に実用化へ向けて大きく進展してきた。

「技術の一番のブレークスルーは、本学が構築したワイヤレス結合理論です。この理論は少し専門になりますが、kQ積（結合係数とQファクタの積）およびポアンカレ規範（非ユークリッド幾何学の計量）からなります。これにより従来は困難とされていた電界結合方式ワイヤレス給電の設計が可能となりました。もう一つは窒化ガリウム半導体による電界効果トランジスタが開発されたことです。これにより、直流電流をメガヘルツという非常に高い周波数で大きな電力へと高効率に変換する、高周波インバータを実現できるようになりました」と阿部さん。この電界結合方式設計理論と高周波インバータが、パワーウェーブのコア技術である。

すでにワイヤレス給電システムを使ったEVの走行も実証済みだ。阿部さんが学生だった2016年に、大学構内のアスファルト路面に埋設された送電板から高周波の電気を送り、小型バッテリーと受電器を積んだEV車で受電、世界初のバッテリーレス走行に成功した。翌17年には、工場内の無人搬送車の走行中の給電にも成功している。つまりパワーウェーブはすでに確立された技術を携えて、満を持して設立されたことになる。

「すでに研究室で十数年に渡って研究してきた成果があり、収益の見通しが立つてから設立することができました。そこが、通常のベンチャーとは大きく異なる私たちの利点でしょう。また、大学名義で多数の特許も取得していますし、大学発ということで社会的な信頼も得やすい。もともと今後は、自社内に研究部門もつくっていくことが企業としての成長に欠かせないと思っています。

■ 目標は大きく、1兆円企業をめざす

パワーウェーブは、2021年10月から中部国際空港のパーソナルモビリティ（一人乗りの電動カート）を活用した実証実験も開始した。これはアイシンが開発したILY-Ai（アイリーエーアイ）にワイヤレス給電システムを搭載するというもので、空港の職員が使用するカートを使った試みだ。これまでは有線での充電だったが、無線に置き換えることで利便性や課題を検証していく。

「使い勝手がいいと確かめられれば、同様のモビリティを使っている施設にも横展開できるでしょう。施設への高周波インバータや送電板の設置、モビリティへの受電器の搭載などは必要になりますが、比較的簡単にシステムを後付けできることから、空港に限らず、プラントや商業施設、病院など、すでにモビリティやロボットの導入が進む現場で広く活用していただけだと思います」

利用が広がってきたら、システム自体を売るのではなく、電気使用量に応じた課金、もしくはサブスク（定額制）のビジネスモデルを構想しているという。

「グローバルにも展開し、2030年頃には電気自動車への利用も広がることを想定して、時価総額1兆円を超える企業をめざします」と阿部さん。頼もしい限りだ。

「自信を持って自分で技術について説明できるというのは、経営者として非常に大きな利点です。技科大生が経営者になれば科学技術

を武器にできる。後輩たちにもぜひ、後に続いてほしいですね」

References

- ・豊橋技術科学大学発 スタートアップ企業「Power Wave」を設立, TUT Research No.25 - Pick Up, May 2021
- ・ワイヤレス給電の実現を支えるTUT発の「共鳴Q理論」, TUT Research No.11 - Research Highlit, Dec 2017
- ・A new measure for wireless power transfer, TUT Research No.3 - Reserch Highlight, Nov 2015

取材後記

最初、画面越しにお話をした阿部さんは、慎重に言葉を選ぶ研究者の顔に見えた。ところが取材の終盤、高専時代の留学の話におよぶと、意外な一面が見えてきた。高専を一年休学して留学先に選んだのはブラジルだったのだという。

「せっかく海外に行くなら一番遠くの国がいいなと思ったからです。ブラジルの人たちはオープンで親日家も多く、ポルトガル語も習得できました」と阿部さん。さらに、6週間のインターンシップでは、中東のバーレーンやサウジアラビア、UAEで働いた。「今後もビジネスでさまざまな場所に行ってみたいですね」と阿部さんは明るく語る。

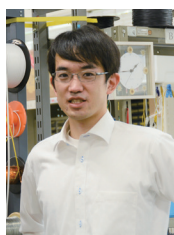
チャレンジ精神旺盛な若き経営者の活躍に、今後も大いに期待しています。

(取材・文＝田井中麻都佳)

Researcher Profile

Shinji Abe

Shinji Abe graduated from Advanced Course of National Institute of Technology (KOSEN), Sendai College and entered to Toyohashi University of Technology (TUT) Graduate School in 2015. During TUT student, he awarded Research Fellowship for Young Scientists by the Japan Society for the Promotion of Science from 2018 to 2019. After graduated, he started working as a project research associate at TUT in 2019. He established Power Wave Co., Ltd. in March 2021 and became the CEO.



Reporter Profile

Madoka Tainaka is a freelance editor, writer and interpreter. She graduated in Law from Chuo University, Japan. She served as a chief editor of "Nature Interface" magazine, a committee for the promotion of Information and Science Technology at MEXT (Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology).



Changing the world through the digitization of odors using a high-resolution odor sensor

Shunichiro Kuroki



Humans basically observe the world through their five senses of vision, hearing, touch, taste, and smell. When a human's sensory receptors encounter physical stimuli, an electrical signal is sent to the brain, stimulating recognition, judgment, or action. Since this information processing process is highly compatible with digital technology, electronic devices have been used to digitize the five senses. However, it has been especially difficult to develop devices mimicking the sense of smell, which is particularly complicated and subjective. Against this context, the development of a next-generation silicon CMOS sensor by Aroma Bit, Inc. and Toyohashi University of Technology has been a game changer. Aroma Bit Silicon Sensor Technology, Inc. was established with the goal of finding applications for the sensor in society. We interviewed the company's representative director & CEO, Mr. Shunichiro Kuroki.



Interviews and report by Akiko Seki

High-resolution odor sensor developed through industry-academia open innovation.

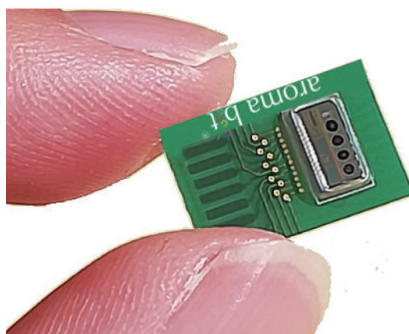
Mr. Kuroki explained that the next-generation silicon CMOS type odor sensor developed by Aroma Bit, Inc. and Toyohashi University of Technology is a sensor that digitizes odors, transforming them into high-resolution visual representations.

The sensor is comprised of an odor receptor film developed by Aroma Bit, which absorbs and desorbs an odor molecule, and the sensor element, which detects the absorption or desorption of the molecules. The sensor element originally used a quartz oscillator. However, by applying the base technology of the ultra-high-sensitivity silicon CMOS ion imaging sensor developed by the research group led by Professor Kazuaki Sawada of Toyohashi University of Technology, a more compact, lower cost odor sensor with a greater odor resolution was realized.

To accelerate the commercialization of this next-generation odor sensor, Aroma Bit Silicon Sensor Technology, Inc. (hereinafter, "ABSST") was established as a subsidiary of Aroma Bit in 2019. Mr. Kuroki is both its representative director and CEO. They decided to establish a subsidiary for commercialization because the sensor was created by a consortium launched by Toyohashi University of Technology, Toyohashi Sensor Coun-

cil (TSCo), Hamamatsu Photonics K.K., Toho Technology Corp., Nippon Chemi-Con Corporation, and Aroma Bit in 2017, and they wanted to be able to promote business smoothly while maintaining their relationships.

"This is not just a success for industry-academia open innovation, but a rare case in Japan where innovation was driven by a new venture company. The success of this project was due to the fact that Professor Sawada understood and was willing to commercialize the technology, and we were able to build a good relationship with him," recalls Mr. Kuroki.



CMOS-type compact odor imaging sensor

ABSST, which started as a good example of industry-academia cooperation, became the first certified venture company originating from Toyohashi University of Technology. "Being able to demonstrate that the product is based on university research is a great advantage in terms of credibility

and name recognition of the technology from customers and investors," he says.

More possibilities through the establishment of a digital odor database

The mechanism the sensor uses to create visual representations of odor is almost identical to the smell mechanism of animals. When odor molecules reach the sensor, they attach to and detach from the odor receptor films. There are currently 35 types of membranes, each with different physical properties that allow them to respond to a wide variety of odor molecules.

"It is said that humans have approximately 400 types of olfactory receptors, and dogs have approximately 1200. The more receptors one has, the more molecules can be identified. The aroma bit manages to pack the same number of receptors as a dog into a 1 mm² sensor."

When molecules are absorbed or desorbed to the odor receptor film, the electric properties of the film change. The system visualizes the odor by detecting the response as an image pattern. By teaching AI to recognize patterns, it will be able to identify a wide variety of smells. This is the same process by which living things learn to smell from experience.

"As the number of patterns the AI can

recognizes increases, it will gradually become possible to identify the characteristic patterns of a certain odor in the same way that humans do. Once this becomes possible, it will also be possible to create the specific odor of a material from different materials that have the same odor pattern." For example, the ability to reproduce a specific odor without the need to use a rare living animal or plant by using a different material that emits that odor will improve the sustainability of our utilization of materials.

"In addition to the high performance of the sensor itself, which can detect a wide range of odors, the development and utilization of a database of odor patterns will start to multiply the possibilities for application. This is the big difference between conventional single-material detection devices such as gas sensors and our odor smell sensor," Mr. Kuroki emphasized.

Aiming to be the world leader in odor digitization.

The technology is drawing significant interest from the business world. Aroma Bit's odor measurement device and the analysis technology are already being used by Meiji Corporation and the West Japan Railway Company.

In addition, the sensor is also expected to greatly aid abnormality detection systems that detect small amounts of burnt or abnormal odors before a human is able to perceive them, and for the quality control and product development of foods and commodities. Because it is able to display the elements of odor as objective data and transmit this data digitally via a

network, it is also possible to identify odor in remote locations.

Mr. Kuroki has identified healthcare as one of the areas where AromaBit can be used in the future. It has the potential to detect periodontal disease and various other diseases by smell. It is also expected to be useful in abnormal detection systems that can detect the slightest trace of smoke or other targeted odors at a level below humans can detect. This capacity may also be useful in quality control and product development for food and daily necessities. Since it is able to display the elements of odor as objective data and transmit this data digitally via a network, it is also possible to identify odors remotely.

After graduating from a university in the U.S., Mr. Kuroki worked as a semiconductor engineer and then an investment analyst in high-tech fields for a foreign-affiliated investment bank, and then worked at an intellectual property fund before starting his own business. He said that the particular challenge of marketing odor sensors derives from the fact that the digitization of this field is relatively poorly developed. "The odor sensor is a new technology without a pre-existing market. Therefore, the challenge is that we have to develop the technology and create the market at the same time," he said. Thanks to the establishment of ABSST, the system for supplying ultra-compact odor sensor chips that are mountable on smartphones is now under development, which is paving the way toward a breakthrough.

Mr. Kuroki's goal is to make AromaBit the world leader in odour digitization.

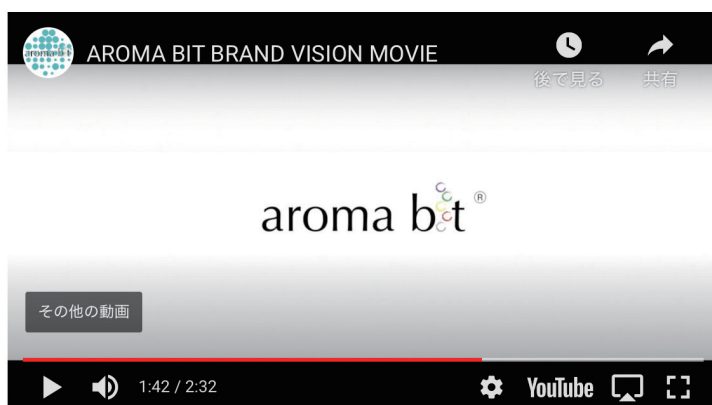
He also told us his vision: "Because plants and animals use odor to exchange information we may be able to read their emotions and communicate with nature through sensors. This could lead to a change in our awareness of the environment. I think that the visualization of the world of smell, which is said to be the most primitive and instinctual of our senses, will lead to the realization of a better society where humans and nature can exist in greater harmony. What kind of future will the odor sensor and data create? The sky is the limit.

Mr. Kuroki's message to people who wish to start their own business

Anybody can start their own business. However, it is difficult to achieve success in a business. This is because you have to keep going until you succeed. Especially when starting your own business in a technology field that requires hardware, it takes more time than people expect to develop and manufacture a product. There are no shortcuts to navigating the physical limitations.

Until you achieve success, although this doesn't just apply to business, you have to give it everything you've got. You have to consider how your success or failure may impact your family, business partners, and employees. No matter how hard the difficulties that you face, and how badly you want to succeed, there is no guarantee of success. Accordingly, it is important that you face your situation with a clear ethical compass.

I'm not in a position to tell you the secret of success, but I can say that the most important qualities of an entrepreneur are basically optimism and the ability to get people who are better than you to help you achieve your goals. Good luck!



The "BRAND VISION MOVIE" is an image of future life brought about by technology that visualizes and converts odors into data. Please check the future life that Aroma Bit imagines and creates.

Profile

Shunichiro Kuroki

CEO, Aroma Bit, Inc.

Field of Business: Consumer Electronics, Electronic Components, IT Services, Machinery, and Automobile related Technology Sector Investment Analyst

超小型・高解像度ニオイセンサーによる「匂いの情報化」で世界を変える

黒木 俊一郎

人間は主に視覚・聴覚・触覚・味覚・嗅覚の五感を通じて世界をとらえている。それぞれの感覚受容体への物理的な刺激が電気信号として脳に伝わると、認知や判断、行動へと結びつく。この情報処理プロセスはデジタル技術と親和性が高いことから電子デバイスによる五感のデジタル化が進んできた。しかし特に複雑で、主観性の高い嗅覚はデバイス開発が難しかった。状況を大きく変えたのが株式会社アロマビットと豊橋技術科学大学が開発した「シリコンCMOS型次世代ニオイセンサー」である。その社会実装に向けて設立された、株式会社アロマビットシリコンセンサテクノロジー 代表取締役の黒木俊一郎さんに話を聞いた。

産学のオープンイノベーションで生まれた高解像度ニオイセンサー

株式会社アロマビット（以下、アロマビット）と豊橋技術科学大学が開発した「シリコンCMOS型次世代ニオイセンサー」を、黒木さんは「さまざまな匂いをデジタルデータ化し、高解像度で可視化するセンサー」と説明する。

「aroma bit」と名づけられたセンサーは、黒木さんが開発した多様なニオイ成分の分子を吸着・脱着するニオイ受容体膜と、吸脱着の状態を検出するセンサー素子で構成される。センサー素子にはもともと水晶振動子を用いていたが、豊橋技術科学大学の澤田和明教授率いる研究グループが開発した超高感度シリコンCMOS型イオンイメージングセンサーの基盤技術を応用することによって、より小さく、低コストで高いニオイ解像度を持つニオイセンサーを実現した。

その次世代ニオイセンサーの事業化を加速するため、アロマビットの子会社として2019年に設立されたのが株式会社アロマビットシリコンセンサテクノロジー（以下、ABSST）である。代表取締役社長とCEOは黒木さんが兼務。子会社での事業化という形にしたのは、aroma bitが豊橋技術科学大学、豊橋センサ協議会、浜松ホトニクス、東朋テクノロジー、日本ケミコン、アロマビットの6者で2017年に発足したコンソーシアムの成果であり、その関係性を保ちながら事業を円滑に進めるためだ。

「今回は産学によるオープンイノベーションの成功というだけでなく、それをベンチャー企業がドリブンする形で進んだ、国内では珍しいケースと言えます。成功の背景には、澤田教授が技術の事業化に理解と意欲をお持ちで、よい関係を築けたことがあります」と黒木さんは振り返る。

産学連携の好例としてスタートを切ったABSSTは、豊橋技術科学大学発ベンチャーの認定第1号となった。「大学発」を標榜できることは、「顧客や投資家からの技術に対する信頼性や知名度という点ではメリットが大きい」という。

匂いのデータベース構築で広がる可能性

aroma bitが匂いを可視化する仕組みは、生物の嗅覚のそれに極めて近い。まずセンサーにニオイの分子が到達すると、ニオイ受容体膜にいたり離れたりする。膜は現在35種類あり、そ

れぞれ物性が異なることから多種多様な分子に反応できる。

「生物の嗅覚受容体の種類は人間が約400、犬は約1200。受容体の数が多いほど多くの分子を識別できます。aroma bitは1mm角のサイズに犬の受容体数に相当するセンサー素子を備えている、つまり犬の嗅覚に匹敵する高解像度を実現しているのです」

ニオイ受容体膜に分子が吸着・脱着すると、膜の電気特性が変化する。その応答の様子を画像パターンとして検出することで匂いを可視化する。そしてパターンをAIに学習させていくと、多種多様な匂いを識別できるようになる。これは生物が経験から匂いを学習していくプロセスと同じである。

「パターンが増えていくと、人間が匂いを識別できるようになるのと同様に、ある匂いの特徴的なパターンを見つけ出すことができます。それができれば、ある物質の匂いを、同じ匂いのパターンを持つ違う物質からつくり出すことも可能です」。例えば、希少な生物・植物資源を使わずに同じ匂いが再現できれば、資源活用の持続可能性を高めることにつながるだろう。

「センサーそのものが高性能で幅広いニオイに対応できるだけでなく、得られたニオイのパターンのデータベースを構築し、活用することでさまざまな可能性が広がる。それが既存のガスセンサーのような特定物質の検知デバイスとaroma bitの大きな違いです」と黒木さんは強調する。

匂いの情報化で世界トップ企業に

ビジネス界の関心も高く、すでに株式会社明治、西日本旅客鉄道株式会社では、アロマビットのニオイ測定装置と解析技術が活用されているほか、進行中のプロジェクトも複数ある。

今後の活用が見込まれる分野として黒木さんが挙げるのは、まずヘルスケア。歯周病やさまざまな疾患の匂いによる検知が考えられる。また、わずかな焦げ臭や異臭を人間が気づく前にとらえる異常検知システム、食品・日用品の品質管理や商品開発などでも役立つとして期待が高い。ニオイ成分を客観データとして示すことができるのはもちろん、デジタルデータとしてネットワーク経由で送受信できるため、遠隔地の匂いを把握することも可能だ。

米国の大学を卒業し、半導体のエンジニアから、外資系投資銀行などのハイテク分野の投資

アナリスト、知財ファンド勤務を経て起業した黒木さん。匂いは、デジタル化が遅れている分野だからこそ挑戦しがいがあるという。「ニオイセンサーは新しい技術で、市場も存在しません。そのため、技術開発と市場づくりを同時に進めなければならない難しさもあります」と話すが、ABSSTの設立によってスマートフォンにも搭載可能な超小型ニオイセンサーチップの供給体制ができつつあることで、ブレイクスルーへの道筋がついた。

黒木さんの目標は「アロマビットを匂いの情報化で世界トップ企業にする」こと。さらにはこんな展望も語る。「植物や動物はニオイで情報交換していますから、センサーでかれらの感情を読み取って自然と対話することができるかもしれない。そうすると人間の環境意識も変わるでしょう。感覚の中で最も原始的、本能的と言われる嗅覚の世界を可視化することは、人間と自然が調和したよりよい社会の実現につながるのではないのでしょうか」。ニオイセンサーとデータはどんな未来を拓くのか。期待は大きくふくらむ。

(取材・文＝関 亜希子)

黒木さんから起業を志す皆さんへメッセージ

起業自体は誰でもできます。一方、起業して成功する、これは難しい。成功するまで続けなければならないからです。特にハードウェアが必要となる技術分野の起業はものづくり（開発）に想定以上に時間がかかります。物理的制限からショートカットができません。成功するまでの間、一これは起業に限ったことではないですが一自身の人生のすべてを投入します。その結果、家族、協力者、社員の運命を左右してしまう側面もあります。それでも成したいミッションなのか、うまくいかかわからないけれど、やりたいことなのか、自分の心のコンパスに正直に向き合うことが大事だと思います。

成功の秘訣を語れるほどの実績を残していませんが、起業家の大事な素質は、基本的に楽観的かどうか、自分より優秀な人を協力者にできるか、だと思います。頑張ってください。

Listening to plants' voices the key to establishing data-driven agriculture



Hiroto Kitagawa

In recent years, attention has been drawn to various agricultural issues in Japan, such as the decline in the number of agricultural workers due to the decreasing birthrate, the aging population and the barriers to the entry for new farmers. To overcome these issues, the Japanese Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries announced the Plan for Digital Transformation (DX) in Agriculture in March 2021, revealing their policies to promote digitalization in various areas. Ahead of this, PLANT DATA Co., Ltd. has already begun putting digital technology in place and providing services to measure, analyze, and use biological information about plants. With the goal of establishing data-driven agriculture, Hiroto Kitagawa, the President of PLANT DATA Co., Ltd., talks about the background behind the company's inception and his business vision.

Interviews and report by Akiko Seki



Joining PLANT DATA through a connection from his university

"In general manufacturing and other related industries, the condition of products can be measured using various instruments and understood using the resulting data. In agriculture however, the condition of the products, that is to say plants, has up to now been evaluated only by the human eye and understood subjectively. What PLANT DATA now makes possible is to gather data beyond the level of the human eye by means of image analysis technology and robots. This then allows us to measure and digitize the plants' condition. By utilizing these technologies, the company aims to increase the sophistication of agriculture," said Kitagawa, summarizing PLANT DATA's business.



In order to master the skill of identifying the condition of plants, which do not of course speak, takes years of acquired experience and intuition. For this reason, agriculture is depen-

dent on individuals' expertise, which makes it hard to understand systematically. This can lead to problems in agriculture. Aware of this issue since his student days in the University of Tokyo's Department of Agricultural Engineering, Kitagawa believed that the key to the solution could be to increase the sophistication of agriculture using digital technology.

PLANT DATA is a venture that was established in 2014 by Professor Kotaro Takayama of Ehime University's Graduate School of Agriculture to realize the practical application of his research - namely plant measurement and diagnosis technology. Through the Cross-appointment System, Professor Takayama also became a professor in the Electronics-Inspired Interdisciplinary Research Institute (EIIRIS) of Toyohashi University of Technology (TUT) in 2019. Due to this appointment, while PLANT DATA is headquartered in Ehime University, the company also established an operating base for engineering-related development at TUT. As a result, PLANT DATA is certified as a new venture originating from both Ehime University and TUT.

"Professor Takayama and I were classmates at university. The professor's studies focused on the information field while my research was on the automated control of agricultural

machinery and other related subjects. After graduation, I worked in ICT-related companies and other companies for several years. Later, when I was a director and working in management at an agricultural venture, Professor Takayama consulted me about the creation of a start-up. Once I heard his business plan, I could immediately see the potential for PLANT DATA's technologies. Accordingly, in 2015 I became the President and CEO of PLANT DATA, with the goal of making use of my experience in business to help the company grow.

Quantifiable measurement of the plant's photosynthesis

A pillar of PLANT DATA's business is the provision of services that measure biological information about plants and utilize the data to manage cultivation. Kitagawa states that, "The core of our technology is to measure biological information, so in a sense to listen to the voices of plants, and then to visualize their condition."

One of the measuring methods is the measurement of chlorophyll fluorescence. This technique measures the function of the chlorophyll in plants and algae. Chlorophyll acts during photosynthesis: It absorbs light energy and decomposes water, and then generates oxygen, electrons and other components of green tissues. In this process, around 80% of the

absorbed energy is used, and the leftover energy is discharged as heat or red light called “chlorophyll fluorescence.” Imaging this chlorophyll fluorescence makes it possible to quantifiably evaluate a plant’s photosynthetic activity. This image-based measurement uses an “induction phenomenon,” a process by which the chlorophyll fluorescence intensity changes over time after a plant in darkness is illuminated with light.

“In the simplest terms, photosynthetic activity reflects the plant’s ability to photosynthesize.” Even if not immediately apparent, the plant’s photosynthetic capabilities may be reduced due to stress from environmental changes or disease. Quantifiably evaluating these factors makes it possible to identify problems early on and take action. The induction method itself was developed many years ago. However, at the time the depth of knowledge was insufficient to use it for measurement. “PLANT DATA is the only company that has successfully commercialized measuring instruments for use on agricultural production sites and utilized the resulting biological plant data,” states Kitagawa with confidence.



Collecting and using an array of data on agricultural production sites

Another measuring technique enables the real-time measurement of photosynthesis and transpiration, or “photosynthetic performance.” According to this method, plants are sealed in a chamber, and changes in the CO₂ concentration due to photosynthesis and the rate that water vapor is released through transpiration are measured every five minutes.

“Even if a plant’s ability to photosynthesize is high, it will vary depending on the environmental factors, such as the amount of light, the CO₂ concentration, and the watering conditions. By analyzing the measured data in combination with the environmental data, we can understand whether sufficient photosynthesis is occurring, or not if we can pinpoint where the problem lies.” explains Kitagawa.

In addition to these technologies, PLANT DATA offers an infographic service providing research data on plant growth to help farmers. Agricultural production sites measure an array of information: environmental data including temperature, humidity, and sunlight; labor information about the status of workers’ tasks and information about plant biology that PLANT DATA made it possible to collect. However, much of this information is not being collected in the current conditions. Also, there are no platforms used to share the data with on-site devices and systems in many cases.

“To meet this challenge, work is underway to select the necessary data from the variety of information collected by agricultural production sites, with plant biology at its core, to enable analyses using AI and other deep learning technology. I expect that the kind of information based on experience and intuition which normally takes years to develop will be now readily available as quantified data. Disseminating this knowledge will make it easier for new farmers to enter the industry, and for farms to expand. It is hoped that this will contribute to the revitalization and optimization of agriculture.”

The agricultural products targeted by PLANT DATA are mainly plants such as tomatoes, cucumbers, eggplants,

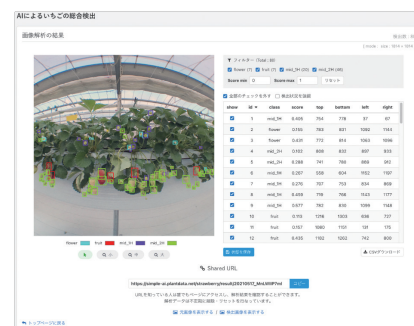
peppers, and strawberries cultivated in large, advanced greenhouse facilities, called “Netherlands-style farming.” Recently, Kitagawa has also been consulted regarding measurements for decorative plants. “The targets can be any plant whose cost and effort to manage makes it worthwhile,” he says.

The company set up a subsidiary in the Netherlands, which is a leading agricultural country, and also worked on test measurements in Wageningen University, a world-renowned university in the field of life science. PLANT DATA’s quest to establish data-driven agriculture has only just begun.

Mr. Kitagawa’s message to people who wish to start their own business

Due to the impact of things such as climate change and the pandemic, society and the environment around businesses are drastically changing. This change can also be a great chance to start new services. While even some large companies are unable to respond to this change, the agile decision making of new ventures may work to their advantage.

Note however that starting a business is a means, not an end. Going forward, I expect human resources with engineering capabilities, like the students of KOSEN (National Institute of Technology) and universities of technology, will be in high demand, so they should carefully consider which path to take to achieve their goals. One advantage of starting a business is that you are in a position to weigh for yourself the balance of accelerating the attainment of your goals against the resulting risks. University-originated new ventures are specifically backed up by technology and science, which is a tremendous advantage for them. I recommend entrepreneurship for those people whose dream is to rapidly make their research achievements useful in society.



Detecting the harvest time of strawberries using image recognition

Profile

Hiroto Kitagawa

CEO, PLANT DATA Co., Ltd.

Field of Business: Business Development/
AgriTech/ DX/ IoT/ ICT

植物の声を聴き、データ駆動型農業の実現をめざす

北川 寛人

少子高齢化に伴う農業従事者の減少、新規参入の難しさなど、近年、日本の農業が抱えるさまざまな課題が指摘されている。それらの克服に向けて、農林水産省は2021年3月に「農業DX(デジタルトランスフォーメーション) 構想」を発表し、あらゆる領域でデジタル化を進める方針を打ち出した。PLANT DATA株式会社はそうした動きに先駆けて、デジタル技術を駆使した植物生体情報の計測・解析・活用サービスを提供してきた。データ駆動型農業の実現をめざす同社の代表取締役、北川寛人さんに、設立の経緯や事業ビジョンについて聞いた。

■ 学生時代の縁でPLANT DATAに参加

「一般的に製造業などでは生産物の状態をさまざまな機器で計測し、データとして把握します。ところがこれまで農業では、生産物である植物の状態を人間が目視観察して主観的に把握してきました。ここに画像解析技術やロボットを利用し、人間の目で捉えられないものまで可視化して、植物の状態を計測・データ化して活用することで、農業の高度化をめざしています」。北川さんは株式会社PLANT DATA(以下、PLANT DATA)の事業についてそう話す。

物言わぬ植物の状態をつかみ適切なケアを行うためには、経験とそれに裏打ちされた勘が求められる。そのゆえノウハウが属人的になり、形式化しにくいことが農業の課題となってきた。北川さんは、東京大学農学部農業工学科で学んでいた頃からそうした問題意識を持ち、「課題解決にはデジタル技術を用いた高度化が必要だ」と考えていた。

PLANT DATAは、愛媛大学大学院農学研究科の高山弘太郎教授が、自身の研究成果である植物の計測・診断技術を社会実装するために2014年に設立したベンチャーである。高山教授はクロスアポイントメント制度を利用して2019年より豊橋技術科学大学エレクトロニクス先端融合研究所教授を兼務。それに伴いPLANT DATAも愛媛大学に本社を置きつつ、工学的開発事業拠点を豊橋技術科学大学に設けた。そうしたことから、PLANT DATAは、愛媛大学発ベンチャーと豊橋技術科学大学発ベンチャーの両方に認定されている。

「私と高山は大学の同期で、高山は情報系ですが、私は農機の自動制御などの研究を行っていました。大学卒業後に数年間ICT関連企業などに勤めたのち、農業ベンチャーの取締役などを務めていたところ、高山から事業化に関する相談を受けました。話を聞く中で、PLANT DATAの技術に将来性を感じ、自分が実ビジネスで培ってきた経験が事業拡大に活かせるならばと、2015年にPLANT DATAの代表取締役兼CEOに就きました」。

■ 光合成のスキルを数値計測

PLANT DATAの事業の柱は、植物生体情報の計測と、計測データを栽培管理に活かすためのサービスの提供である。生体情報の計測により、「植物の声を聴き、状態を見える化するのが当社の技術の肝」と北川さんは言う。

その計測方法の一つが、「クロロフィル蛍光計測」である。これは、植物や藻類の組織に含まれ

るクロロフィル(葉緑素)の機能を測る技術だ。クロロフィルは光合成の一部を担い、光エネルギーを吸収して水を分解し、酸素や電子などを生成する働きをもつ。このとき利用されるのは吸収したエネルギーの約8割で、残りは熱や「クロロフィル蛍光」と呼ばれる赤色の蛍光として捨てられる。このクロロフィル蛍光を画像計測することにより、植物の光合成活性を数値評価できる。画像計測には、暗いところに置かれた植物に光を照射したとき、クロロフィル蛍光強度が経時的に変化する「インダクション現象」を利用する。

「光合成活性とは簡単に言うと『光合成のスキル』です。見た目ではわからなくても、植物は環境変化や病気などのストレスによって光合成の能力を低下させてしまうことがあります。それを数値評価できれば、早めに問題を把握して対処することが可能になります」。インダクション現象そのものは古くから知られているが、これを計測に用いるにはさまざまな知見が必要だった。「農業生産現場で計測できる装置を商品化し、計測データを植物生体情報として活用できるようにしたのは当社だけです」と北川さんは胸を張る。

■ 農業生産現場の多様なデータを取得・活用する

もう一つの計測技術は「光合成蒸散リアルタイム計測」と言って、「光合成のパフォーマンス」を測るものだ。チャンバーで植物を覆い、光合成による二酸化炭素の濃度変化と、蒸散による水蒸気の排出量を5分おきに計測する。

「光合成のスキルが高くても、光量や二酸化炭素濃度、灌水状況など、環境によってパフォーマンスは変化します。この計測データと環境データを併せて分析することで、光合成がうまくできているかどうか、できていなければ問題がどこにあるのかを把握できます」と北川さんは説明する。

PLANT DATAではこのほかに、生育調査データのインフォグラフィック化サービスも提供し、農家のデータ活用を支援している。農業生産の現場には温湿度や日照などの環境情報、人の作業状況を示す労務情報、PLANT DATAが取得可能にした植物生体情報が存在するが、現状ではその多くが取得できていない。また、現場のさまざまなデバイスやシステムのデータを連携するための基盤も存在しない。

「そこで私たちは、植物生体情報を軸として農業生産現場の多種多様なデータから必要なも

のを選び、AI解析なども併せて利活用できるよう取り組んでいます。経験や勘という暗黙知を数値データで形式化化することで共有できるようになれば、新規就農や農園の大規模化もしやすくなり、農業の活性化や効率化に貢献できるでしょう」

PLANT DATAが主なビジネスターゲットとする農作物は、オランダ型と呼ばれる大規模・先進的なハウス施設で栽培されるトマト、キュウリ、ナス、ピーマン、パプリカ、イチゴなど。最近では観葉植物の計測に関する相談もあるといい、「人間にとってコストをかけて管理する価値のある、あらゆる植物がターゲットになります」と北川さん。

農業先進国オランダに現地法人を設立し、生命科学分野で世界的に知られるワゲニンゲン大学でのテスト計測も進めた。データ駆動型農業の実現へ、PLANT DATAの挑戦はこれからが本番だ。(取材・文＝関 亜希子)

■ 北川さんから起業を志す皆さんへメッセージ

気候変動やパンデミックなど、ビジネスを取り巻く社会環境は激変しています。この変化は、新しいサービスを立ち上げるには絶好の機会でもあります。大企業といえども変化に対応できずにいる中で、ベンチャーの意思決定の速さは強みになるでしょう。

ただ、起業は目的ではなく手段です。今後、高専生や技科大生のようなエンジニアリング力を持つ人材は売り手市場になるはずですから、自分の目標を達成するためにどの道を選ぶべきか、よく考えることも大切です。起業の利点は、リスクをとる代わりに早く目標に近づけること。特に大学発ベンチャーは技術に学術の裏付けがあることが圧倒的な強みになりますから、研究成果を早く社会に役立てたい人には起業をお勧めします。

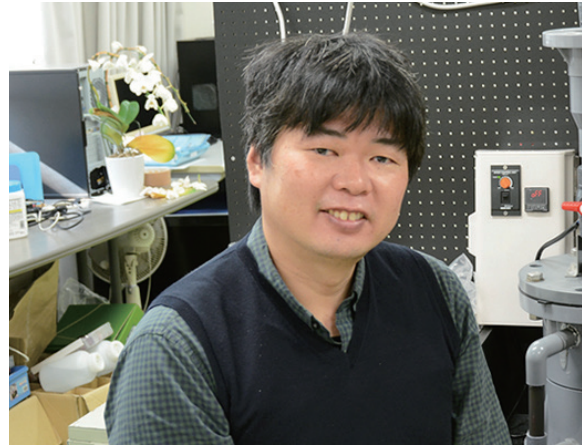
Making bio-gas power generation more accessible towards a carbon-free and recycling-oriented society



Yoichi Atsuta

Renewable energy sources are increasingly being introduced as a means to achieve carbon neutrality. Among them, biomass energy sources are able to contribute to a carbon-free society and the effective use of waste, an issue that is attracting public attention. Toyohashi Biomass Solutions is involved in the bio-gas power generation-related business using waste biomass. They are working to ubiquitize bio-gas power generation through the development of ultra small plants, new technologies that improve the profitability of the power generation business, consulting with people about the introduction of biomass solutions, and other activities. We interviewed Yoichi Atsuta, the president of the company, about the key points of their technology and the society they aspire to establish.

Interviews and report by Akiko Seki



Harness the wind blowing toward bio-gas power generation

Biomass is used to refer to renewable biological organic materials that are not fossil resources. Biomass power generation is positioned as a renewable energy. It is generated by the direct combustion or gasification of wood biomass or by using bio-gas extracted from waste biomass such as livestock excrement, food waste, and sewage sludge through methane fermentation and other means. Dr. Atsuta established Toyohashi Biomass Solutions in May 2021 to operationalize bio-gas power generation plants, related technologies, and introduction consultations for bio-gas power generation methods. Dr. Atsuta told us that he decided to start the business because of changing social trends.

“Since around last year, the move toward carbon neutrality has been gaining momentum in Japan. This is a tailwind for bio-gas power generation, and I think now is the right time to introduce our unique plant to the world.

Dr. Atsuta is a visiting associate professor of Toyohashi University of Technology's Bio Research Center. The company, which was established on the premises of the university, is certified as a venture originating from Toyohashi University of Technology.

Methane fermentation (anaerobic digestion) is a collective name for the

reaction processes in which methanogenic bacteria or other microbial communities decompose organic matter in anaerobic conditions to generate methane and CO₂.

“Bio-gas power generation uses this process to extract bio-gasses including methane from livestock excrement, food waste, etc. to burn the gas in a gas engine. In addition to using waste as an energy source, it can also use the digested fluids after methane fermentation as liquid fertilizer because it contains a lot of nitrogen, potassium, and other nutrients. Returning it to agricultural land will lead to the creation of a resource-circulating society.”

Because of these characteristics, bio-gas power generation has been widely adopted in Europe, where ecological awareness is high and there are active agriculture and livestock industries. However, it has not achieved great popularity in Japan because it requires a complicated system, expertise, and an initial investment. Plant facilities are mainly imported from Europe, and they are too big for agriculture and livestock operators in Japan, most of whom are running small operations. These problems must be resolved if bio-gas power generation is to become ubiquitous.

The development of new technology leading to ubiquitization

Dr. Atsuta has been very interested

in environmental issues since he was a student. He began researching methane fermentation technologies after he took part in a bio-gas power generation demonstration experiment at a sewage treatment facility in Toyohashi-city when he was a researcher at Toyohashi University of Technology. When Dr. Atsuta was researching bio-gas power generation, he felt the need to resolve the problems in bio-gas power generation and launched a consortium with GENECH, etc., which he had become familiar with during the demonstration experiment. They jointly developed a small bio-gas power generation plant with a generation capacity of 20 to 30 kW, which is approximately one tenth that of conventional plants, and began selling it in 2016. The plants, which are called Toyohashi-model bio-gas power generation systems, have begun operating at six locations to date.

Dr. Atsuta has also worked on the development of new technologies. One such technology is an ammonia removal and collection system. During a reaction during methane fermentation, nitrogen and hydrogen bind together to generate ammonia. While ammonia is essential for methane fermentation, it inhibits fermentation when the raw materials contain a lot of nitrogen, which causes the ammonia concentration to be too high. Consequently, Dr. Atsuta developed a technology that volatilizes ammonia

to remove and collect it and is now performing demonstration experiments. "Once this technology is put into practical use, it will be possible to use chicken droppings and other excrement that contains a lot of nitrogen to generate power, which means that the number of use-cases for bio-gas power generation will expand," Dr. Atsuta explained.

Another technology is the practical application of plants that are even smaller than the Toyohashi model. "The Toyohashi model is small, but it is still capable of processing 10 tons of biomass per day and includes a reinforced concrete fermenter. Many food factories and other facilities generate only approximately 1 to 2 tons of waste per day, so it is difficult for them to introduce the system unless the fermenter is made smaller. Because the fermenter is made of reinforced concrete, which requires construction, there is a loss of profitability as the size decreases, so together with Lemming Corp., we employed a general-purpose tank made of FRP as a fermenter and developed a plant that can be installed at a low cost"

Toyohashi Biomass Solutions provides these ultra-small plants to its customers. When customers require larger plants, they provide services in cooperation with the companies in the consortium.

Supporting the power generation business using university-originated technologies and consultation

Toyohashi Biomass Solutions also developed an auxiliary agent for methane fermentation, as well as a quality control method for it, jointly with Komasuya Ltd. The auxiliary

agent is generated through the lactate fermentation of food waste. Inputting an appropriate amount of the agent into a methane fermenter can lower pH, reduce the amount of ammonia that is generated, and increase the amount of bio-gas that is generated.

"Because bio-gas power generation is included in the FIT (feed-in tariff) targets, an increased volume of gas generated will increase the amount of power generated and purchased, which leads to the improvement of profitability"

One reason why bio-gas power generation has not caught on is that an advanced evaluation of its profitability is difficult because the volume of gas generated varies depending on the type of waste used as the raw material and other conditions. Dr. Atsuta performed fermentation tests with actually used raw materials and helps customers plan their business based on the bio-gas generation volume forecasts and consultations regarding compliance with laws and other regulations.

The lifecycle of a power generation business is calculated in units of 10 or 20 years. Dr. Atsuta also explained that he was operating his business from a long-term perspective.

"By accumulating best practices through the support of both hardware and software, including university-originated technologies based on scientific knowledge and consultations, I want to increase the accessibility of bio-gas power generation. I will develop a cycle for regional resource recirculation in cooperation with people in an array of industries, with the goal of achieving a society that produces less waste"

Reference

Promoting a System That Effectively Utilizes Biomass from Organic Waste, TUT Research No.11, Dec 2017

Dr. Atsuta's message to people who wish to start their own business

The important thing is to build connections with people. I would suggest that you connect with a wide range of people in government, industry, and academia. I have worked for a long time with a view toward starting my own business. However, I noticed that there were a lot of things I did not see because I was focused on getting it up and running. It was a long time before I started to feel that I was able to handle my business. However, because of that, I started my business at the best time. Even if you are ultimately unable to start your own business, I believe the experience will help you in the future.

Researcher Profile

Yoichi Atsuta

Visiting Associate Professor of Toyohashi University of Technology, CEO of Toyohashi Biomass Solutions, Co., Ltd.

Field of Business: Material Cycles and Waste Management/ Environmental Science/ Anaerobic Digestion

脱炭素・循環型社会へ、バイオガス発電をもっと身近に

熱田 洋一

カーボンニュートラルの実現に向け、導入が進む再生可能エネルギー。なかでも脱炭素に加えて廃棄物の有効活用にも寄与できるバイオマスエネルギーへの関心が高まっている。株式会社豊橋バイオマスソリューションズは、廃棄物系バイオマスを利用したバイオガス発電の関連事業を手がける。プラントの超小型化、発電事業の採算性を高める新技術、導入コンサルティングなどにより、バイオガス発電の普及に取り組む。同社の代表取締役、熱田洋一さんに技術のポイントとめざす社会像について聞いた。

■ バイオガス発電への追い風をつかむ

「バイオマス」とは、生物に由来する再生可能な有機性資源から化石資源を除いたものを指す。バイオマス発電は再生可能エネルギーとして位置づけられ、木質系バイオマスの直接燃焼あるいはガス化による発電のほか、家畜排泄物・食品廃棄物・下水汚泥などの廃棄物系バイオマスからメタン発酵で取り出したバイオガスによる発電などが行われている。後者のバイオガス発電のプラントと関連技術、導入コンサルティングを事業化するため、熱田さんは2021年5月に株式会社豊橋バイオマスソリューションズを設立。起業を決断した背景には社会的な潮流の変化がある、と熱田さんは語る。

「昨年あたりから国内でもカーボンニュートラルの実現に向けた動きが本格化しています。これはバイオガス発電にとっては追い風で、当社独自のプラントを世に送り出すには今が最適なタイミングだと思いました」。熱田さんは豊橋技術科学大学先端農業・バイオリサーチセンターの客員准教授であり、大学内に設立した同社は豊橋技術科学大学発ベンチャーに認定されている。

メタン発酵(嫌気性消化)は、メタン生成細菌をはじめとする微生物群集が嫌気条件下で有機物を分解し、メタンと二酸化炭素を発生させる反応プロセスの総称である。「バイオガス発電では、このプロセスを利用して家畜排泄物や食品廃棄物などからメタンガスを含むバイオガスを取り出し、ガスエンジンで燃焼させて発電します。廃棄物をエネルギー源として活用できるだけでなく、発酵後に残るメタン発酵消化液は窒素やカリウムなどを多く含むことから液肥としても利用でき、農地還元すれば循環型社会の構築につながります」

こうした特徴から、バイオガス発電は環境意識が高く農畜産業が盛んな欧州で広く普及してきた。ただ仕組みが複雑で専門知識が求められ、初期費用もかかることから、国内ではあまり普及してこなかった。プラント設備は欧州からの輸入品が主流で、小規模経営が大半を占める国内の農畜産事業者では規模が大きすぎて適用しにくい。バイオガス発電の普及には、これらの課題解決が必要だった。

■ 普及につながる新技術の開発

学生時代から環境問題への関心が高かった熱田さんは、豊橋技術科学大学の研究員として、豊橋市の下水処理施設で行われたバイオガス発電の実証実験に参加したことがきっかけでメ

タン発酵技術の研究を始める。研究のなかでバイオガス発電の課題に取り組む必要性を感じ、実証実験で知り合ったゼネック株式会社らとコンソーシアムを立ち上げた。そして発電容量が20～30kWと従来の10分の1程度の小型バイオガス発電プラントを共同開発し、2016年から提供を開始。「豊橋式バイオガス発電システム」と呼ばれるこのプラントは、現在までに6か所が稼働している。

一方、新しい技術の開発にも取り組んできた。一つは、アンモニアの除去・回収システムである。メタン発酵では反応の過程で窒素と水素が結合し、アンモニアが発生する。アンモニアはメタン発酵に欠かせないが、原料中の窒素が多いと濃度が高くなりすぎ、発酵を阻害してしまう。そこで熱田さんはアンモニアを揮発させて除去・回収する技術を開発し、実証実験を進めている。「この技術が実用化できれば、窒素含有量の多い鶏糞などもバイオガス発電に利用できるようになり、適用範囲が広がります」と熱田さんは展望を語る。

二つめは豊橋式よりもさらに小さい超小型プラントの実用化だ。「豊橋式も小型とはいえ、1日に10tのバイオマス进行处理できる規模で、発酵槽は鉄筋コンクリート製です。食品工場などの多くは1日の廃棄物が1～2t程度ですから、発酵槽をさらに小型化しないと導入しにくい。その規模だと土木工事が必要な鉄筋コンクリート製では採算がとれなくなるため、汎用のFRP製タンクを発酵槽に応用し、低コストで設置できるプラントを株式会社レミングと共同開発しました」

豊橋バイオマスソリューションズが提供するのは、この超小型プラントだ。より大きなプラントが求められるケースでは、コンソーシアムの企業と連携して対応している。

■ 大学発の技術とコンサルティングで発電事業を支援

さらに、メタン発酵助剤とその品質管理方法を株式会社小樹屋と共同開発した。助剤は食品廃棄物を乳酸発酵させたもので、適切な量をメタン発酵槽に投入すると、pHを下げてアンモニアの発生を抑え、バイオガスの発生量を増やす効果がある。

「バイオガス発電はFIT(固定価格買取)制度の対象ですから、ガスの発生量が増えると発電量、ひいては買取量が増え、採算性の向上につながります」

これまでバイオガス発電が普及しなかった要因

には、原料となる廃棄物の種類や条件によってガスの発生量が異なり、採算性の事前評価が難しいことも挙げられる。熱田さんは実際に使用する原料で発酵試験を行い、バイオガス発生量の予測に基づいた事業計画の立案や、法規制への対応などのコンサルティングも手がける。

発電事業は10年、20年単位の計画で進めていくものであり、熱田さんも長期的なビジョンでみずからの事業に取り組んでいると語る。「科学的な知見に基づいた大学発の技術とコンサルティングというハードとソフト両面からの支援により、成功事例を積み上げていくことでバイオガス発電を身近にしたい。廃棄物として捨てるものがより少ない社会をめざして、異業種の方々と連携しながら地域における資源循環の輪を育てていきます」

(取材・文＝関 亜希子)

■ 熱田さんから起業を志す皆さんへメッセージ

大切なのは、人とのつながりを充実させることです。産学官や多業種、幅広い分野の人とのつながりをつくっておくことをお勧めします。私は長年、起業することを視野に入れて活動をしてきましたが、起業を意識することで、かえって今まで見ていなかったことが多くあることに気づき、「今なら、会社経営が成り立つだろう」と思えるようになるのに時間がかかりました。しかし、それによって最適なタイミングで起業することができたと感じています。最終的に起業できなかったとしても、そうした経験はあとで必ず役立つのではないのでしょうか。

Ideas and technology drive the creation of new values



Ryusuke Yabuuchi and Haruka Takahashi

The “Tongali” - Tokai Network for Global Leading Innovators - Project is an entrepreneurship education project launched in 2016 by five national universities* in the Tokai region of Japan. The project aims to revitalize industries through the commercialization of university-developed technologies and ideas by providing various programs to foster and support entrepreneurs for undergraduate, graduate, and postdoctoral students at universities in the Tokai region. Two teams from the Toyohashi University of Technology were awarded prizes in the Tongali Project's Business Plan Contest 2021. We interviewed the leaders of the prize winning teams: Ryusuke Yabuuchi from the Caffet team (winners of the Grand Prize), and Haruka Takahashi from the INHAND team (winners of the Aichi Prefecture Prize). We asked them about their plans and future vision.



* Nagoya University, Toyohashi University of Technology, Nagoya Institute of Technology, Gifu University, and Mie University.

Interviews and report by Akiko Seki

Tongali business plan contest 2021

“Grand Prize” - Caffet

A service that brings together people with the same goal for a friendly chat over a cup of coffee *Ryusuke Yabuuchi*



Connecting local cafes with students

Because of the continuing COVID-19 pandemic, students have created fewer connections with each other on university campuses. Yabuuchi himself struggled with this situation - Since transferring from Ube KOSEN (National Institute of Technology) to Toyohashi University of Technology (TUT) last year, he could join neither live classes nor any club activities.

“While I was wondering what I could do to create opportunities for students to interact face-to-face, I discovered that Aichi not only had a well established cafe culture but that these same cafes were also struggling with a fall in the number of customers due to the COVID-19 pandemic and the aging population. That’s when I came

up with the idea of connecting local cafes and students seeking to socialize” Yabuuchi said, explaining how it all began. In November last year, Yabuuchi attended Startup Weekend Toyohashi, a startup workshop event held at TUT for the first time. This event led him to decide to make his ideas a reality.

Yabuuchi's team's business plan is to provide a service via a smartphone app called Caffet. The app allows members to announce and organise social events at member cafes and coffee shops for people with similar interests and goals, and to order drinks and other items at a discount using a common cashless ticket. “It’s a great way to introduce people to new cafes. I hope this app will help support the income of cafes by increasing the number of young customers, and at the same time contribute to the revital-

ization of local communities.

This service is already available

This service is already in business. Thanks to crowdfunding and support from the industrial support organization Science Create in Toyohashi, the service was launched on June 17, 2021. (<https://caffet-official.com>)

“Rather than use our time weighing up the possibilities, we decided to just go for it. In the contest, I think we were evaluated not only on the content of our plan, but also on our ability to implement it”, said a smiling Yabuuchi. The team plans to use the one million yen Grand Prize activity support fund to promote the app with a view to nationwide expansion.

The Caffet team consists of seven fourth-year undergraduate students. Yabuuchi, Ikumi Fukitani, and Seiki



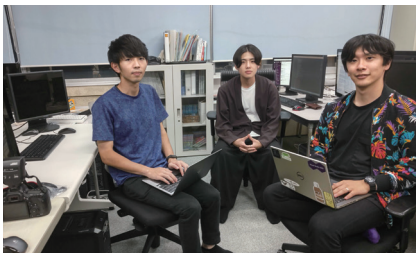
Shibataka from the Department of Mechanical Engineering mainly manage the relationships with cafes and administrative tasks, and Yuushi Kontani, Sota Sonohara, Yusuke Mikami, and Tomoshi Iiyama from the Department of Computer Science and Engineering are in charge of app development.

"Caffet couldn't have become a reality if it wasn't for the efforts of the group as a whole. When I created a start-up venture club, it was with the feeling that if I could gather a group of similarly motivated friends, we could create a positive synergy."

Yabuuchi is interested in management as well as his university major. He states, "After graduation, I would like to start a business and create a company with the ethos that everyone can actively contribute by doing what they love." Winning the award is a promising first step realizing this dream.

Tongali business plan contest 2021 "Aichi Prefecture Prize" - INHAND

Development of an interactive presentation service that can be controlled via gesture
Haruka Takahashi



Seeking to solve online challenges

Due to the COVID-19 pandemic, online classes and seminars have become the new normal. While some appreciate the benefits of online learning, such as greater accessibility for people in remote areas, others find it harder to share content than in face-to-face classes. The latter case was true for Takehiro Izumi, who like Takahashi, was a fourth-year undergraduate student in Professor Shigeru Kuriyama's laboratory.

Takahashi explains how this situation led to them developing the INHAND presentation software, the core of their award winning business plan. "Izumi noticed that he was finding it hard to maintain concentration when faced with a series of slides without experi-

encing the energy of the speaker. With this in mind, he had already begun developing software to address this issue. When I heard from Professor Kuriyama about the contest, it felt like a great opportunity to see where we could take this idea."

INHAND displays both the speaker and the material on a single screen, and allows the user to zoom in and out, and page through, using hand gestures. It can also display objects in 3D on the screen and move them with hand gestures, or display the speaker's face as a virtual avatar. For a better idea of how the system works, see the video on the website (<https://inhand.amebaownd.com/>).

"This software is designed to work with a video of the presenter filmed from the knee up, which can easily be achieved by standing at a suitable distance from the built-in camera of a standard laptop computer. By adding this physical component, it is easier for the speaker to deliver content effectively by adding body language or changing the position of the speaker. We augmented this effect by enabling the speaker to control the program with remote hand movements"

Expectations also rise for their dispatch to SXSW

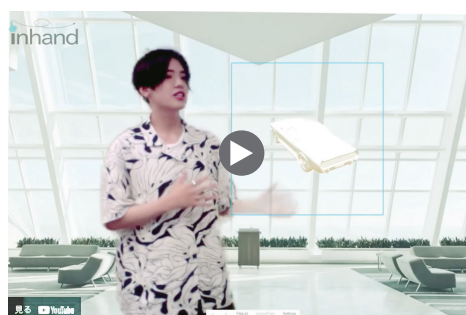
The development team is comprised of five students from the Department of Computer Science and Engineering-Takahashi is the team leader and in charge of virtual camera technology; Tsubasa Wakaiki, a second-year doctoral student who is in the same lab, develops 3D models and virtual avatars; Izumi focuses on hand gesture recognition technology; and Hikaru Sugawara and Sho Iwasawa, fourth-year undergraduate students in a different lab, are responsible for the user interface. The team is now learning how to develop the busi-

ness potential of the idea through the Tongali project. Currently, they are working on specifications, and are planning to release a beta version of INHAND within the fiscal year.

"The software can be used for a variety of purposes, including education, as it can improve the quality of presentations by showing a combination of documents and actual objects," says Mr Takahashi.

The team will not simply rest on their laurels after winning the Aichi Prefecture Prize. In fact, they have been selected to compete in the Interactive category of South by Southwest's Innovation Awards. South by Southwest (SXSW), one of the world's largest technology startup events, is held every March in Texas, and is known as a gateway to success for technology startup businesses. "The chance of participating in SXSW was part of our original motivation for entering the Aichi contest, so it would be great if the whole team get to go to the event. We certainly expect to grow from the experience of how INHAND is received in the States, as well as what we can learn from other participants." says a confident Takahashi.

In his studies, Takahashi has been pursuing the development of artificial intelligence to support human creative activities. "Developing INHAND has been a great experience for me, as I have been able to interact and converse with many people, which has also helped me in my AI development. The process of interviews that followed our victory made us realize afresh that there are some things that can only be learned by taking on challenges.



Researcher Profile

Ryusuke Yabuuchi

Undergraduate student (4th grade), Department of Mechanical Engineering
Graduated KOSEN: National Institute of Technology, Ube College

Haruka Takahashi

Toyohashi University of Technology.
Doctor course student (1st grade), Department of Computer Science and Engineering
Graduated KOSEN: National Institute of Technology, Anan College

アイデアと技術で新たな価値創造に挑む

藪内 龍介、高橋 遼

東海地区の国立5大学* が2016年に立ち上げた起業家育成プロジェクト「Tongali – Tokai Network for Global Leading Innovators」。東海地区の大学の学部生・大学院生・ポストドクターなどを対象に、起業家を育成・支援するさまざまなプログラムを提供し、大学発の技術やアイデアのビジネス化を通じた産業活性化をめざしている。活動の一環として行っている「Tongali ビジネスプランコンテスト」の2021年大会において、豊橋技術科学大学の2チームが入賞を果たした。最優秀賞に輝いたCaffetチームの代表 藪内龍介さんと、愛知県賞に選ばれたINHANDチームの代表 高橋遼さんに、プランの内容やこれからのビジョンを聞いた。

*名古屋大学、豊橋技術科学大学、名古屋工業大学、岐阜大学、三重大学

Tongali ビジネスプランコンテスト2021

『最優秀賞』 - Caffet

「Caffet - カフェで同じ目的の新しい仲間と集まって、コーヒー片手に話せるサービス

藪内 龍介

チーム「Caffet」代表(機械工学課程4年)

■ 地元のカフェと学生を結びつける

長引くコロナ禍の影響により、大学のキャンパスでは人と人のつながりが薄れている。藪内さんも昨年、宇部高専から豊橋技術科学大学に編入して以来、オンライン授業が続く、サークル活動にも参加できないことに、もどかしさを感じていた。

「学生同士が対面で交流する機会を何かつくれないかと考えていたとき、喫茶店文化が根づく愛知県ですら高齢化とコロナ禍の影響でカフェ・喫茶店の利用客が減少していることを知りました。そこで地元のカフェ・喫茶店と、仲間と交流したい若者を結びつけることを思いついたのです」。藪内さんはアイデアが生まれた背景をそう語る。そして、昨年11月に豊橋技術科学大学で初開催されたスタートアップ実践イベント「Startup Weekend 豊橋」に参加したことが契機となり、アイデアを形にしようと決めた。

藪内さんたちのビジネスプランは、スマートフォンアプリ「Caffet」を利用したサービスの提供である。このアプリを使えば、加盟するカフェ・喫茶店で同じ趣味や目的を持つ人たちの交流の場を企画して告知したり、キャッシュレス共通チケットを利用してドリンクなどを割安に注文することもできる。「初めてのお店でも何かきっかけがあれば敷居が下がります。それによって若者の利用者が増えればお店も賑わい、ひいては地域社会の活性化につながるのではないかと期待しています」

■ すでにサービスの提供も開始

すでに実ビジネスとしても動き出している。クラウドファンディングによる資金集めと、豊橋の産業支援機関である株式会社サイエンス・クリエイトの支援により、2021年6月17日からサービス提供を開始した。(https://caffet-official.com)

「できるかどうか考えるより、まず走り出してみよう。コンテストでは、プランの内容とともに、そうした実行力も評価されたのではないのでしょうか」と藪内さんは笑顔を見せる。最優秀賞受賞で得た活動支援金100万円は、全国展

開を視野に入れたアプリの普及と利用促進に活用していくつもりだ。

Caffetを提供するチームは学部4年生の7名。機械工学系の藪内さん、落谷郁弥さん、柴高誠季さんが主にカフェへの営業や経営面を、情報・知能工学系の紺谷優志さん、須野原爽太さん、三上祐祐さん、飯山燈さんがアプリ開発を担当している。

「自分一人ではなく仲間がいたからこそCaffetができた。同じように『何かに挑戦したい』という仲間が集まればプラスの相乗効果が生まれるのではないかと思います。スタートアップサークルも立ち上げました」

専攻分野だけでなく経営にも興味があるという藪内さん。「卒業後は起業して、誰もが本当に得意なことや好きなことで活躍できる会社や社会をつくりたい」と話す。今回の受賞はその大きな夢に近づく着実な一歩となった。

Tongali ビジネスプランコンテスト2021

『愛知県賞』 - INHAND

ジェスチャーで操作するインタラクティブプレゼンテーションサービスの展開

高橋 遼

チーム「INHAND」代表(情報・知能工学専攻 博士後期課程1年)

■ オンラインの課題解消をめざして

コロナ禍によって急速に広がったオンラインでの授業やセミナーは、遠隔地でも受講できるメリットがある一方で、対面に比べて内容が伝わりにくいという声も聞かれる。高橋さんと同じ栗山繁研究室に所属する学部4年生の泉壮洋さんも、そう感じていた一人だ。

「スライドだけ見せられても集中できない、話者の熱意も感じにくいと不満を抱いていた泉さんは、その解消をめざすソフトウェアの開発にも着手していました。栗山教授からコンテストがあると聞いたとき、せっかくだからそれを形にして参加しようと提案したのです」。入賞したビジネスプランの核となるプレゼンテーションソフトウェア「INHAND」開発のきっかけを、高橋さんはそう振り返る。

INHANDは、1つの画面に話者の姿と資料を一緒に表示し、ハンドジェスチャーによって拡大・縮小・ページ送りなどの操作を行うことができる。また、画面上に物体を3Dで表示してハンドジェスチャーで動かしたり、話者の顔を仮想アバターで表示したりすることもできる。画

面イメージはウェブサイト(https://inhand.amebaownd.com/)の機能説明動画を見るとわかりやすい。

「一般的なノートパソコンの内蔵カメラでも、距離をとれば話者のひざから上ぐらいは撮影できます。体も映すことでボディランゲージを交えたり、立ち位置を変えたりして動きを出すことができ、内容を伝えやすくなります。その際にパソコンから離れていても操作ができるよう、ハンドジェスチャーを取り入れました」

■ SXSWへの派遣にも期待

情報・知能工学系の5名が集まった開発チームでは、高橋さんがリーダーと仮想カメラ技術、同じ研究室で博士前期課程2年生の若生翼さんが3Dモデル・仮想アバター技術、泉さんがハンドジェスチャー認識技術、他の研究室に所属する学部4年生の菅原光さんと岩澤望さんがユーザーインタフェースを担当している。現在は、Tongaliプロジェクトのプログラムで新規事業立ち上げについて学び、INHAND β版の今年度内リリースをめざして仕様や計画を練っているところだ。

「資料と現物を組み合わせて見せるなど、伝え方を工夫することでプレゼンテーションの質を高められるソフトウェアなので、教育をはじめさまざまな用途で役立てていただけたと思います」と、高橋さんはリリースへの意気込みを語る。

ちなみに、愛知県賞を受賞したチームは、米国テキサス州で毎年3月に開催される世界最大級のテクノロジースタートアップの登竜門、「サウス・バイ・サウスウエスト(SXSW)」のインタラクティブ部門に派遣されることが決まっている。「もともとSXSWへの派遣があることからコンテストへの参加を決めたので、ぜひチーム全員で行きたい。米国でINHANDがどう評価されるか知り、現地で他の参加者から学ぶことは、必ず自分たちの成長につながるはずです」と高橋さんは期待をふくらませる。

高橋さんは、専攻分野では人間の創作活動を支援するAIの開発をめざしてきた。「INHANDの開発を通じて多くの人と関わり、議論を交わしたことは得がたい経験でした。AI開発の糧にもなりました」と話す。彼らの取り組みを取材して、挑戦することでしか得られない学びがあることに、あらためて気づかされた。

(取材・文=関 亜希子)

Pick Up



■ TUT student Entrepreneurship Club “Take Off” is up and running!



With the formation of “Take Off” in July 2021, TUT now has a student Entrepreneurship Club for the first time in its 45-year history .

The three founders of the club are Ryusuke Yabuuchi and Ikumi Fukiya, who won the Grand Prize in the Tongali Business Plan Contest 2021, and Keiichiro Maegawa, who won the Excellence Prize (second place) of the same contest in 2020.

TUT students with an interest in entrepreneurship will network with local entrepreneurs and supporters, share ideas and hold workshops several times a month on a regular basis. Student business contests and other events are also planned with the aim of deepening interest in and understanding of new businesses and startups, and to foster a can-do mentality and a proactive approach to realizing business ventures.

More than 20 students participated in the club's inaugural event, with a lively discussion with local entrepreneurs and supporters about their business ideas and future dreams.

■ TUT学生起業サークル “Take Off” を結成して本格始動！

豊橋技術科学大学の45年の歴史で初めて、学生による起業を目標にした「スタートアップサークルー Take Off」が結成され、本格的な活動を開始しました。

発起人は、Tongali ビジネスプランコンテスト 2021で最優秀賞を受賞した数内龍介君と落谷郁弥君、そして2020年の同コンテストの優秀賞を受賞した前川啓一郎君の3名です。

起業に関心を持つTUTの学生が、地域の起業家やサポーターとのネットワークを築き、アイデアの共有やワークショップなどを月に数回ほど定期的に行います。学生によるビジネスコンテストなども企画し、新規事業やスタートアップについての関心と理解を深め、事業ビジネス実現へのチャレンジ精神と行動力の育成を目指します。

サークルのキックオフイベントには学生20名以上が参加し、地域の起業家や支援者と一緒に活発なビジネスアイデアや将来の夢を語り合いました。



■ Toyohashi University of Technology

The Toyohashi University of Technology (TUT) is one of Japan's most innovative and dynamic science and technology based academic institutes. TUT Research is published to update readers on research at the university.

1-1 Hibarigaoka, Tempaku, Toyohashi, Aichi, 441-8580, JAPAN

Inquiries: Committee for Public Relations

E-mail: press@office.tut.ac.jp

Website: <https://www.tut.ac.jp/english/>

■ Editorial Committee

Hideyuki Uehara, Committee Chairman

Department of Electrical and Electronic Information Engineering

Takaaki Takashima, Chief Editor

Global Engagement Center

Ryoji Inada, Associate Editor

Department of Electrical and Electronic Information Engineering

Saburo Tanaka Research Administration Center

Kojiro Matsuo Department of Architecture and Civil Engineering

Eugene Ryan Institute of Liberal Arts and Science

Yuko Ito Research Administration Center

Shino Okazaki General Affairs Division

Tomoko Kawai General Affairs Division