

## 人と熱との関わりの足跡（その11） —沸騰曲線を生んだ東北大学片平地区の伝熱研究—

*Footprints of the Relationship between Humans and Heat (Part 11)*

*- Heat Transfer Research at the Katahira Campus in Tohoku University, the Birthplace of the Boiling Curve -*

小宮 敦樹（東北大学）

Atsuki KOMIYA (Tohoku University)

e-mail: komiya@tohoku.ac.jp

### 1. はじめに

日本伝熱学会を代表する顕彰として「抜山記念国際賞」がある。これは本学会の50周年記念事業の一環として、本学会として国際的に評価の高い顕彰を継続的に授与することによって伝熱研究の発展に寄与すべく創設されたものである。その名称は、我が国における伝熱研究のもっとも顕著な業績の一つである抜山四郎博士（東北帝国大学）の“沸騰曲線”に関する極めて先駆的なご研究を記念して、「抜山記念国際賞」と名付けられた。

昨年（2021年）の日本伝熱シンポジウムが東北支部担当で開催されることに伴い、本学会研究会「熱の科学技術史研究会」主査の河村洋先生からオーガナイズドセッションでの標記内容発表のご依頼を頂いた。そのご依頼によれば、伝熱シンポジウムが東北で開催されるこのタイミングで、前記のような卓越した伝熱研究の礎を築かれた抜山四郎博士のご研究と、それを育んだ東北大学の歴史ある（現）片平地区及びそこから育った伝熱研究を現会員にも紹介し、かつ記録にも残したいということで、現在片平地区において伝熱研究に従事している筆者に取りまとめのご依頼があったものである。このご依頼を受けて、現在伝熱研究の研究室がある東北大学青葉山キャンパス地区の先生方とも相談をしたが、後述するように貴重な情報はご紹介頂いたものの、取りまとめはやはり依頼を頂いた筆者がするようにの事になって、それらをまとめて第58回日本伝熱シンポジウムにて発表をさせて頂き、かつ本項をまとめさせて頂くこととなった。抜山四郎博士が“沸騰曲線”を発表したのは90年ほど前の話であることから、当時の様子を知る方々から直接お話を聞きする機会にはもはや皆無であり、多くは本学や工学部に残されている編纂史等の出版物からの情報となるが、残されている資料を読み解くことで片平地区における伝熱研究の歴史を学び取ることができる。

### 2. 片平キャンパス地区の歴史

#### 2.1 大正期の片平キャンパス

東北帝国大学は1907年（明治40年）に創設され、工学部は仙台高等工業学校を前身として理学部および医学部とともに1919年（大正8年）に設立された[1]。計画では工科大学となる予定であったが、1919年4月1日施行の大学令により「工学部」と称することになった。この頃の東北大学は、現在のように多くのキャンパスを抱えることなく、片平地区および現在の大学病院がある星陵地区のみであり、工学部は片平キャンパス地区内にあった。本稿の舞台となる工学部機械工学科は当初は仙台高等工業学校の建物を利用して、図1の配置図に示す片平地区内の黒で示した建物（①～⑦）が工学部関連の建物となる。そのうち、機械及び電機工学科の建物は、④：電機学実験室、⑤：機械学実験室、⑦：機械工学及電機工学教室であった[2]。

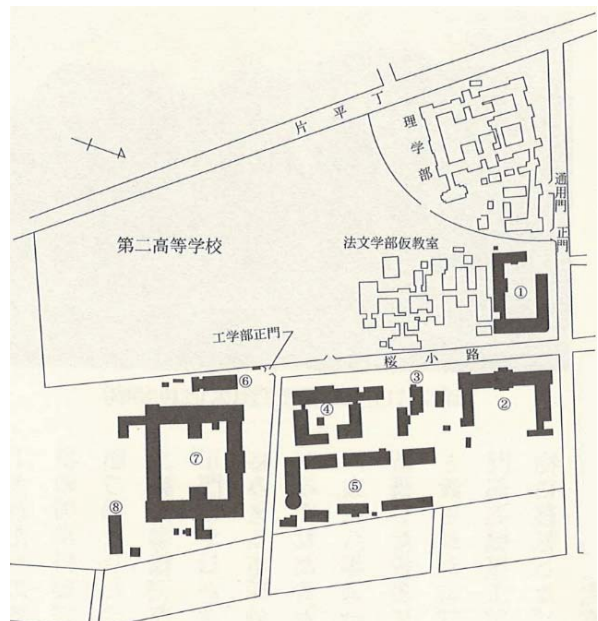


図1 片平キャンパス地区配置図（大正12年）

\* 出典は「東北帝国大学一覽」

これらの建物は現在でも工学系の研究所群によって使われており，図1内②および⑦の建物は現在の多元物質科学研究所であり，④および⑤の建物の跡地には流体科学研究所が建てられている．図2に現在の片平キャンパス地区の一部を同縮尺で示しており，図1, 2を比較すると，図1内①②⑦の建物の外観は現存していることがわかる．このうち①の建物は現在の WPI-AIMR 本館であり，②は多元物質科学研究所東1号館，⑦は同研究所南1号館に対応すると考えられる．



図2 片平キャンパス地区配置図（令和4年）[3]

編纂史等の記録に残っている外観と現在の外観を建物①について比較したものを図3に示す．図2内のカメラ記号の向きからの外観となる．外観の一部は現存しており，ここから東北大学工学部草創期の風情を想像することができる．

また，図1内のキャンパスを横切り工学部正門に向かう道路の名前が「桜小路」となっているとところにも注目したい．大正期のキャンパス整備時より，この一帯には桜が植えられていたと推測され，昭和期の日本機械学会誌掲載の論文内の著者住所にもその名前が使われている（図4）．図1の法文学部仮教室となっている一帯は，現在は片平キャンパス地区内の学都記念公園という広場になっているが，そこには多くの桜が植えられており，毎年4月初頭には図5に示すような桜の名所として，著者を含む大学教職員を和ませしてくれる．



図3 片平キャンパス内建物の外観比較  
（上）大正13年[1]（下）令和4年

\* 原稿受付 昭和35年4月6日。  
\*\* 正員，（仙台市桜小路，同学）。

日本機械学会誌 第63巻 第498号

図4 機械学会誌の著者情報記載部分



図5 片平キャンパス学都記念公園の桜

## 2.2 昭和期の片平キャンパス

大正15年（昭和元年）には，工学部は一部建屋の焼失災害を受けている．これに伴い，また片平キャンパス地区の拡大と合わせて工学部各学科の再配置が行われ，1939年（昭和14年）には図6に示すようなキャンパス配置となった．図6からわかるように，大正期には「機械工学」としてまとめられていたものが，昭和期に入ると熱力学や

流体力学等を連想させる実験室群が整い、機械工学に関する建屋の数が大幅に増加していることがわかる。一方で教室については、大正期からの流れを引き継ぎ、電気系と同じ建屋を利用していることもわかる。小さなことではあるが、電気系の表記が「電機」から「電気」に変わったことも気になるところである。



図6 片平地区配置図(昭和14年12月)  
\* 出典は「東北帝国大学一覧」(一部加工)

図6中の「27」の建物の外観も一部現存しており、多元物質科学研究所南1号館の正面入口は、図7に示すように大正期から昭和期にかけての旧帝大の建築様式をそのまま残したものとなっており、過去の外観資料が残っていないため図3のように比較して色々と思いを馳せることはできないが、趣のある建物となっている。



図7 旧帝国大学時代の建築様式を残す多元物質科学研究所南1号館正面入口

## 2.3 教育体制

1919年(大正8年)の工学部草創期の体制であ

るが、第1期生22名の第一学期の機械工学科全ての講義は、宮城音五郎教授お一人で担当されていた、と記録にある[4]。驚くばかりである。第二学期になり徐々に体制が整い、砂谷智導助教授、杉原哲二講師が赴任し、次いで1920年(大正9年)に抜山四郎博士が講師として、また、阿部久三郎講師、前川道治郎講師が赴任し、ここから片平地区における伝熱の研究が始まった。これらの記録からすると、抜山四郎博士の実験室は、大正年間には現在の流体科学研究所あたりに、昭和に入ってから現在の多元物質科学研究所にあったということがわかる。

## 3. 抜山四郎博士と研究室

### 3.1 抜山四郎博士

抜山四郎博士の生まれは1896年(明治29年)の東京であり、東京帝国大学機械工学科をご卒業されているが、旧制二高時代に仙台に住まわれていたようである。1920年(大正9年)に赴任されてからはすぐに助教授に昇進され、1922年には文部省在外研究員としてスイス連邦工科大学にて実験研究を行っている。1920年に本学の工学部教員に着任されてから、伝熱に関連する実験的研究をここ片平キャンパス地区にて進めてこられたのだが、興味深いことに抜山先生の在職中の沸騰現象に関するご研究の資料や論文はほとんど残っていない。「沸騰曲線」に示す伝熱形態が世界的な共通認識となり、沸騰現象に携わる研究者であれば必ず目にする沸騰曲線(図8)は、1934年(昭和9年)に初めて機械学会誌に掲載され[5]、それ以外には英文にて623語と3つの図で発表したのみである、と弟子の武山斌郎博士がご自身の著で記している[6]。この英文発表の詳細に関しては記載がなく、恐らく論文という形ではなく紀要や報告か何かの形での発表なのかもしれない。もっとも、このご業績はその後多くの沸騰研究者に引用されることとなり、1966年(昭和41年)になってようやく米国の研究者によって英訳が行われ、著名な学術雑誌International Journal of Heat and Mass Transferに掲載された[7]。抜山四郎博士の30代半ばにおけるご研究が、このように世界の伝熱研究の草創期に多大な影響を与えることになったことは、東北地方における熱科学技術の発展を語る上では決して外せない事実である。

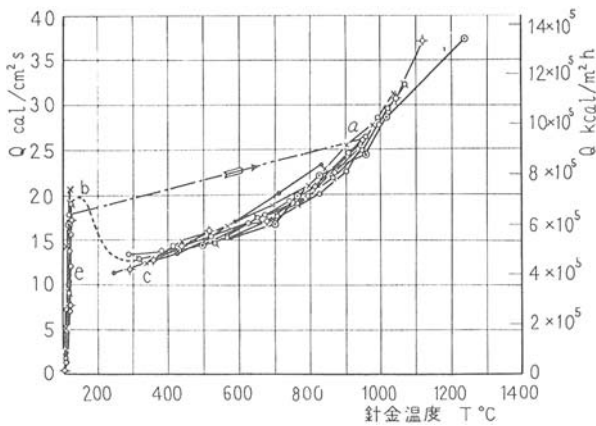


図 8 沸騰曲線[5]

### 3.2 抜山四郎研究室

東北大学工学部の歴史を片平キャンパス地区の歴史とあわせて上述したが、抜山四郎博士の研究室の歴史は、ほぼ工学部の歴史と同時期に始まっていると言える。図 9 に簡略的ではあるが、推定される歴史をまとめてみた。1920 年（大正 9 年）のご着任時には片平キャンパス地区内の機械工学に研究室を構え、そこから「沸騰」「噴霧/微粒化」等に関する研究を始められ、1934 年（昭和 9 年）には沸騰に関する論文の発表をされている。当時の研究室の立ち上げの際には、現在からは想像もできないような不便性があったこと、および 1926 年（大正 15 年）の建屋焼失災害を考えると、研究の密度が大変高かったものと考えられる。

その後、1945 年（昭和 20 年）に終戦を迎え、1959 年（昭和 34 年）に抜山博士は定年退官を迎えられた。以降の後継研究室は 1969 年（昭和 44 年）に青葉山キャンパスに移転となり、片平キャンパス地区における伝熱研究の源流は、本地区での歴史を終えることになる。一方では、1943 年（昭和 18 年）に同じ片平キャンパス地区に高速力学研

究所（現：流体科学研究所）が設立され、工学部の一部の研究分野、特に流体力学や伝熱工学に関する研究が始まり、本学における伝熱研究の流れは閉ざされることなく、青葉山キャンパス地区および片平キャンパス地区にて継続されている。

抜山四郎博士は、その研究活動において多くの後継研究者を残している。八戸工業大学の黒正敏教授より、抜山四郎研究室関係の後継研究者情報を頂戴したので、図 10 にまとめた。この図よりわかるように、抜山四郎研究室は多くの研究者を輩出しており、その分野は機械工学に限らず、化学工学などの他分野に亘っている。また、図 10 内の棚澤泰博士と廣安博之博士の名前は、国際液体微粒化学会（Institute for Liquid Atomization and Spray Systems: ILASS）の国際賞授賞の名前（Tanasawa Award, Hiroyasu Award）として有名である。抜山四郎博士の名前も、2012 年（平成 24 年）に日本伝熱学会が博士の偉業を称え、The Nukiyama Award を創設し、隔年に熱工学分野の優秀な 50 歳以下の研究者を顕賞するに至っている。

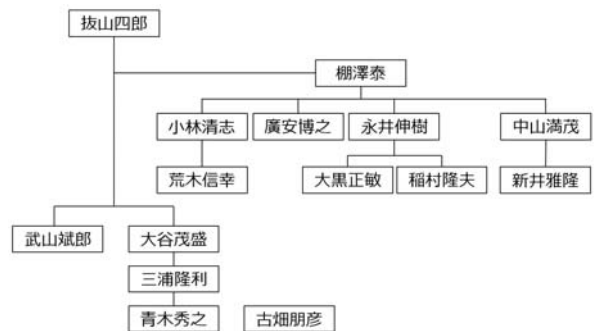


図 10 抜山四郎研究室関係の研究者（一部）[8]

### 3.3 沸騰研究と沸騰曲線と抜山点

上述したように、抜山四郎博士は図 8 の沸騰曲線を 1934 年（昭和 9 年）に初めて機械学会誌に掲載し[5]、それ以外には英文にて 623 語と 3 つの図

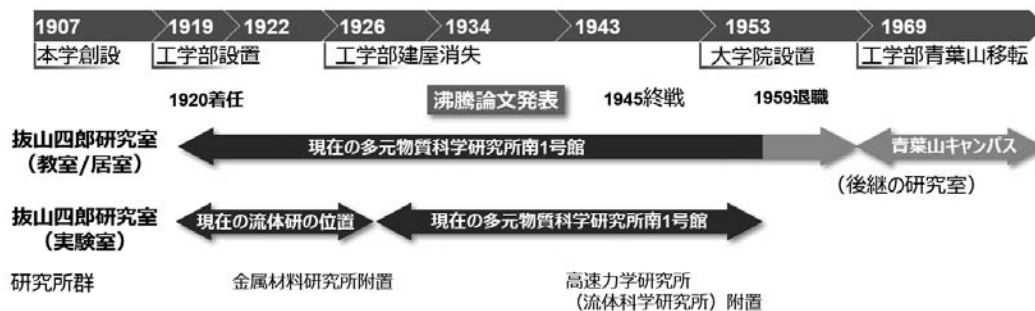


図 9 抜山四郎研究室の歴史

で発表したのみである。その後多くの沸騰研究者に引用されることとなり、1966年（昭和41年）になってようやく英文の論文が掲載された [7]。また、McAdams の Heat Transmission において、“The existence of several regimes of boiling was first clearly discussed by Nukiyama in 1934.” と記載があり、Max Jakob の Heat Transfer にも “Nukiyama [1934], using a platinum wire, 0.14mm in diameter, seems to have been the first to succeed in obtaining a substantially complete boiling curve with a maximum boiling rate at  $\theta_s = 45^\circ\text{C}$ .” との記載があることから、沸騰曲線は抜山四郎博士によって得られたことは世界的に明らかである。

この沸騰曲線が公表されたのは1934年（昭和9年）であるが、参考論文[5]を読むと、興味深いことがわかる。論文標題には、

“（昭和4年4月3日 第6期定時總會講演會及昭和8年11月25日 仙臺地方講演會に於て講演）”

と付記されており、また本文には

“本文の内容の過半は昭和4年4月大阪に於ける總會で講演したものであるが其後實驗結果を追加する爲意外に誌上発表が遅れた。”

とある。このことから、沸騰曲線は1929年（昭和4年）の時点ではある程度のもので出来上がっており、實驗結果の追加の末、1934年（昭和9年）の発表となったようである。着任からわずか9年で沸騰曲線の概形が出来上がっていたことを考えると、改めて研究密度の高さを学ばされる思いである。なお、図8の沸騰曲線は1934年（昭和9年）に発表された図となるが、横軸が現在の教科書に掲載されているような過熱度の対数表示ではなく、高温側の温度でまとめられているところも興味深い。この発見から多くの研究者の手によって現在の両対数の沸騰曲線の形にまとめられ、現在我々が非常にわかりやすく沸騰現象を理解できるようになった。

沸騰曲線の公表後、弟子の武山斌郎博士が沸騰研究の発想について抜山四郎博士にお伺いした記事が印象に残る。武山斌郎博士が研究の動機についてお伺いしたところ、抜山博士は即座に「三面記事だよ」とお答えになったという。新聞紙上に蒸気タービン船舶の難破記事が掲載されており、ボイラの蒸気発生に時間を要したことが難破の原因となったことが書かれており、その回避策を真

剣に考えられたようである。その時に考えられたポイントについても、武山博士は記事に残しておられる。

- ・蓄熱式の蒸気発生器に、いざという時に大量の水を散らし、瞬時に大量の蒸気を発生させたい。果たして可能であろうか？
- ・そもそも、高温面から水への熱伝達率が全く解っていない
- ・ボイラの蒸気管の熱負荷をどこまで上げることが可能なのかも解っていない

これらの記録から、我々は工学における事象と研究内容をどのように結びつけるかを学ぶことができる。なお、抜山四郎博士は沸騰曲線の発表後、沸騰研究を続けることはなかった。そのことについて、前出の武山博士が伺ったところ、「本質は全部終わった。あとは付録だけだ。」とお答えになり、弟子のどの研究者にも沸騰の研究を行わせなかった。沸騰の研究にはその後、研究室で行われることは無かったが、武山博士は昭和35年ごろからこっそりと研究を開始され、1974年（昭和49年）の「凝縮曲線」の発見につながっているようである。

### 3.4 抜山四郎博士四方山話と東北伝熱研究

抜山四郎博士のご研究は沸騰現象に関しては資料がほとんど残っていないが、沸騰現象に関する研究以外にも熱伝導問題を電気槽による実験的に解明する研究や燃焼に関する研究、ボイラに関する研究など多岐に亘る伝熱研究が行われており、抜山四郎研究室ご出身の研究者がその後の東北地方における大学等で伝熱に関する研究基盤を創り上げてきた。現在、機械工学に留まらず、化学工学や原子力工学に至るまでの多くの伝熱研究が東北地方で行われているのも、抜山四郎博士のご研究がこの地から立ち上がったからに他ならないと言える。特に1930年代という欧米の沸騰伝熱研究に先駆けること十数年前という時代に、当時問題となっていたボイラの蒸気発生の際的立ち遅れ現象から高温面と水との間の伝熱現象がどのようなものなのかに疑問を持ち、すぐに実験的研究に繋がったということは、現在の伝熱研究者としてその姿勢を学んでいきたいところである。この先見性にまつわる話として、伝熱研究者の間に伝わる以下のような逸話がある。戦後（1945年～）に

米軍が入ってきたときに、伝熱細線の沸騰研究がどうなっているかを知りたいので東京まで来るようにという連絡が届き、「それなら旅費を出してほしい」と抜山四郎博士は言われたそうである。あの時代に米軍にそんなことを言える人は少なく、当時はなぜこの研究のことを聞かれるのかわからなかったが、米国では沸騰水型原子炉のバーンアウト研究における関連情報収集のため、先駆者である抜山四郎博士のその後の10年の研究成果の公表を要求したのではないかと、後になって考えられている。それくらい先を進んだ研究であったということである。沸騰の研究にはその後、後継研究室で行われることは無かったが、他の研究については現在でも東北地方にて脈々と行われている。

この他にも、今回のシンポジウムOSでの発表を通して抜山四郎博士にまつわる多くの四方山話を知り得る機会を得たが、それらについてはぜひ文献を参考にさせていただきたい[6][9]。

#### 4. おわりに

伝熱シンポジウムが東北地区で開催されたこのタイミングで、オーガナイズドセッションとして抜山四郎博士のご研究に触れることができ、本会の国際顕賞と合わせて紹介できたことは大変意義あることだと考える。この片平キャンパス地区にて本稿にて紹介させていただいた沸騰伝熱研究という熱科学技術の史実が、東北地方仙台片平地区の「人と熱との関わりの足跡」を考えるとときの一助となれば幸いである。

#### 謝辞

本原稿の執筆にあたって、八戸工業大学大黒正敏教授および東北大学青木秀之教授から貴重な資

料のご提供、および本稿に掲載させていただいた挿話等のご提供をいただきました。また、本発表の一部は、抜山研究室 武山斌郎教授のご退官誌「釣月耕雲琢華觴」[6]に記載の内容を参考にさせていただきました。

抜山四郎博士の沸騰曲線に関するご業績と足跡を形に残すことは、東北大学の青葉山・片平両地区に在籍する伝熱研究者にとって重要なことであり、本稿執筆へのご協力に感謝申し上げます。また、このような機会をご提供くださった熱の科学技術史研究会主査の河村洋先生にも御礼申し上げます。

#### 参考文献

- [1] 東北大学百年史一 通史一, 東北大学百年史編集委員会, (2010)
- [2] 東北大学百年史三 通史三, 東北大学百年史編集委員会, (2010)
- [3] <https://www.tohoku.ac.jp/japanese/profile/campus/01/katahira/> (2022)
- [4] 馨咳記, 東北大学機械系源流準備委員会, (2017)
- [5] 抜山四郎, 金属面と沸騰水との間の傳達熱の極大値並に極小値決定の實驗, 日本機械學會誌, **37-206** (1934), 367-374.
- [6] 武山斌郎, 釣月耕雲琢華觴, (1988)
- [7] S. Nukiyama, The Maximum and Minimum Values of the Heat Q Transmitted from Metal to Boiling Water under Atmospheric Pressure, translated from the Japanese by Dr. C.J. Lee, International Journal of Heat and Mass Transfer, **9** (1966), 1419-1433.
- [8] 大黒正敏, private communication. (2021)
- [9] 日本伝熱研究会, 伝熱研究, **22-87** (1983), 1-11.