

# 水圧技術研究を通じた33年におよぶ日独の絆

—水圧技術の基礎研究から国際標準化の提言へ—

宮川新平\*



Alexander von Humboldt

-Stiftung

Herr Dr.

Shimpei Miyakawa

• 1984年11月—1986年1月

• 2004年5月—9月

図1. AvHからの認定書

## 1. AvH留学から始まった新技術開発

1984年7月から1986年1月までRWTH Aachen UniversityのIHP(1968年Prof. W. Backeが創設したInstitut für Hydraulische und Pneumatische Antriebe und Steuerungenの略称)に客員研究員として滞在した。Prof. W. Backeとの最初の面談は1983年3月、翌年11月から始まる滞在前の事前打ち合わせであった。



図2. 1983年3月：事前打ち合わせ時

1984年7月から10月までBremen市での語学研修を経て1984年11月からIHPでの研究生活は始まった。語学が不得手であったため、研究業務の後、18時から始まる同大学のGermanistisches Institutでのドイツ語教室に通ったが成果は怪しいものであった。研究テーマは予め教授に提出していた「油圧技術に係る」内容であった。1986年1月末帰国時に面談した時の先生からの

ご質問「帰国したらどのような研究をするのか」の問いから今後の全てが始まった。本文はその後、始まる三教授(Prof. Backe, Prof. Murrenhoff, Prof. Schmitz)の継続したご指導、ご鞭撻による33年

間に亘る筆者の「水圧技術」開発過程を時系列的に教授との会話形式で記述した。この時の

Oberengineer が今の Prof. Murrenhoff である。家族丸ごと面倒を見て頂いた。住まいも Aachen の Laurenberg にあり、近所であったので、しばしば訪問した。近くの Kneipe で初めて味わったドイツビール「Bitburger」の味わいは格別であった。その後 33 年間 Rathaus の Post-Wagen に通い続けた。「Stammkunde」(常連客) である。



図 3. Bitburger (ドイツのブランドビール)

## 2. 新技術特許とその原理機能の検証

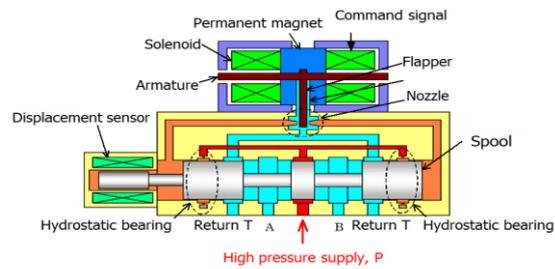
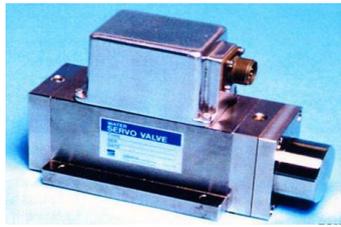
- 1986 年 1 月末帰国。これ以後、年に数回渡独して研究を継続する。

Prof. Backe から帰国後の研究について問われた。荏原製作所はこれまでの「油圧事業」から撤退したので自分の専門分野は無い。自分の居場所は研究所ではあったが研究テーマは決まらず、1987 年 4 月 1 日研究室から開発室へ移籍し、テーマ探索を開始した。多くのテーマ探索の結果、「水圧技術の開発」をテーマと決めた。テーマ決定の動機は単純であった。「荏原製作所の水事業」と自分の「油圧技術」の経験を活かすという考えからであった。油圧技術に従事したのが 1970 年 4 月からであったから 17 年油圧技術に関与してきた時のことであった。「水と油は混じらない」というのが常識。油圧技術は作動液に「水」を用いるのでは機械が機能し難いことから油圧技術が発生しているのに再び作動液を水に戻すことはあり得ないと揶揄される。水圧技術の機械への応用は英国の 1795 年 J. Bramah の水圧プレスの特許からであることは歴史に残る事実であるが、自分はそれについての知識も全く持ち合わせていなかった。単純な動機からのテーマの決定であったが水圧技術に関しての調査は何もせず、後年この史実を知って驚くといった具合であった。

- 1987 年「水圧サーボ弁」の特許を申請。特許に関してもこの分野の事前調査は何もしなかった。本来、知財や特許部門に調査協力を依頼して世の中のこの種の特許や文献を調べることから始めるのが常套手段である。この手の作業はなにもせず、「水圧サーボ弁」の特許(図 4.)を出願した。将来の水圧技術は「インテリジェント化」を展望した。油圧技術が「パワーの油圧」、液圧技術の開発の重要機器はポンプであることから、ポンプの開発から着手するのが通例の手順である。目的とする水圧技術は「インテリジェントな水圧」を予測し、IT との接続が容易と考えられる「電子技術を内在するノズルフラップ方式の制御弁」に帰着した。水圧源ポンプの意識は薄かった。本技術の独創性、新規性の確証は特許の登録が受理されるか否かに全てがかかっていた。

社内研究で、まずは機能の検証から始まった。低粘性流体での弁体に内在する摺動運動には水膜の効果は期待できない。もし、その弁の構造と原理が実証できれば「新技術開発事業団」から公的開発資金が得られる。会社は「良いものであれば外部からの公的資金が得られはらずである」との認識を持っていた。1989 年、本特許の原理が検証され、1.5 億円(開発期間は 3 年、開発終了後 5 年間無利子の均等払いで返済)が認可される。「清水」を作動流体として機械の駆動に利用が可能であれば環境、資源の視点からこれに優れることは無く、世の中はそちらに向くはずである、との認識である。水で丸洗い可能な水圧で駆動される精密機械の開発である。自分は「水」に係るトップ企業で仕事をしているのだ、とうい勝手な自負心に支えられた。市場までの期間は 20 年と考えた。根拠はないが通常 25 から 30 年は必要であると識者から聞かされた。

1993 年までに国内特許を含めて複数件の特許は全て登録された。基本特許の米国出願を図 4. に示した (1)。



**United States Patent** [19]

Sectional model view of the water hydraulic servo valve

[54] **HYDRAULIC SERVO-VALVE**

[75] **Inventors:** Eizo Urata, 18-18, Ogawa 2-chome, Machida-shi, Tokyo, Japan; Shinpei Miyakawa, Kanagawa, Japan

[11] **Patent Number:** **5,186,213**

[45] **Date of Patent:** **Feb. 16, 1993**

**図 4. 水圧サーボ弁の米国特許**

当時の所属研究所の責任者である常務取締役所長（東工大名誉教授）の激励の言葉を今でも忘れない。「世界で初めての技術であれば、通常、新規性・独創性の事前調査に費やす時間は膨大である。君はその時間を稼ぐことができた。君の成果が文献そのものになるから、他人の成果は調べる必要はない、新しいテーマに挑戦すれば良いこともある。」水の粘性は極めて小さい。隙間の水膜効果は期待できない。弁体の摺動は非接触構築のために静圧軸受構造とし、軸受機能作用後の排水はノズルフラップ機構へ導通させ、ノズル背圧の制御に有効利用するといった原理である。他の重要技術はトライボロジー技術と防錆材料である。

**3. Prof. Backe の「水圧技術開発は困難」との発言から始まるドイツ技術調査と日本市場の開拓**

- 1988 年 9 月 Bath Univ. (英国) で FIRST BATH INTERNATIONAL FLUID POWER WORKSHOP (Prof. Burrows が主催者) が開催された。この WORK SHOP で英国の水圧ポンプの創始者である J. A. Currie による水圧ポンプの講演が行われた (2)。この講演が行われた論文集の中で Prof. Backe による質疑応答が記述されている。それは①摩擦とトライボロジー、②キャビテーション、③腐食、それに摩耗の対応で樹脂の応用に係る質問であった。この三つのアイテムの解決が水圧技術開発のポイントであると理解した。そして、この時 Prof. Backe と水圧との接点を知ることができた。後年、この講演での水圧ポンプが基本となって実用化され、日本にも導入される。
- 1989 年 3 月東京工業大学で開催された第 1 回 JFPS (Japan Fluid Power System Society) 国際シンポジウムに Prof. Backe とご一緒に出席された Bath Univ. の Prof. Burrows から英国の Fenner 社で斜板式水圧ポンプが既に実用化されていることを知らされた。①、②、③と樹脂の応用に関して、「作動流体が鉱物油から清水」にした時に、後述する ADS 国際標準化に当たり油圧技術との差異を説明するための重要基本検討事項となる。このアイテムは Prof. Backe から頂いた最高の贈り物となった。
- 1990 年以降から水圧技術の欧州調査が始まる。独自技術は上述の「水圧サーボ弁」だけである。世の中のこの種の技術の存在については全く知らなかった。直ぐに Aachen IHP の Prof. Backe にドイツ技術について相談したところ、関連会社を紹介して頂く。ドイツには「高含水」の歴史は古い。この

地域はルール炭田地帯があることから鉱山で防爆・安全のため、多くの水圧機器企業があった。

「高含水」とは凡そ 98%の水と残りは添加剤(潤滑促進、防錆、防腐などを防ぐ)を含有する特殊流体である。この流体も広域的解釈から「水圧」に含まれる。



図 5. HE 社製ユニット

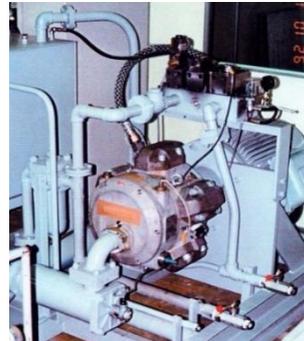


図 6. HY 社製ユニット

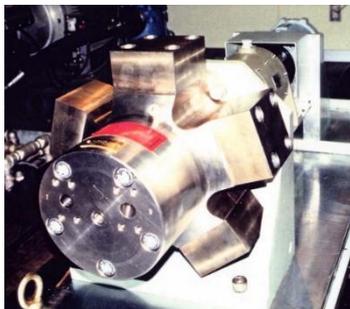


図 7. DU 社製水圧モータ

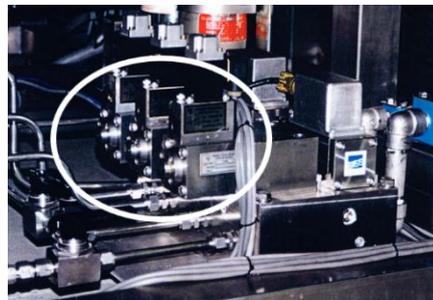


図 8. W/V 社製切換弁

まずは水圧源の基本である水圧ポンプ企業を調査することから着手した。Prof. Backe の IHP はフルードパワーの研究では著名であったので、そこでの研究体験のお蔭で訪問先の企業の責任者の対応は非常に親切であった。また Aachen 工科大学卒業生も支援してくれた。ドイツの HE 社, DU 社, W/V 社, HA 社, スイスの HY 社を精力的に訪問した。これらの企業は後年、多大な役割を果たしてくれた。まずは水圧ポンプをドイツの HE 社からラジアル式水圧ポンプユニット一式を購入した(1991. 7. 2, 図 5)。このポンプをサーボ弁制御の水圧源とした。余りにも大きい水圧ポンプであったが、既存の三連プランジャー式よりも脈動などの点から有利と判断した。その後、ドイツ企業の技術者がスイスの HY 社に移籍し、この会社から二台の水圧ポンプユニットを購入した(1992. 10. 図 6)。荏原製作所が 1993. 3. 12 にはアクチュエータのラジアル式水圧モータを DU 社に開発を依頼した(図 7)。切換弁、リリース弁などの制御弁は W/V 社、HA 社から購入した(図 8)。次第に水圧関連装置が準備された。これらは皆 Prof. Backe の紹介を基本として推進され、訪問会社の対応は多くの場合、会社社長自らが対応してくれることが多かった。こうして水圧技術の実務を学ぶと同時に我々の水圧プロジェクトを多いに進展させた。全てがドイツ技術からのスタートであった。今となつては Prof. Backe の支援が大きかったことを痛感する。この頃から Prof. Backe への報告とアドバイスを頂く訪問が始まった。ご存命であればまずはお礼の一語に尽きる。



図9. FE社製水圧ポンプ

その後、水圧サーボ弁を主体とする水圧システムの応用開発を精力的に推進したが、市場を見いだせず、自分も油圧技術者であることから水圧技術の開発研究に着手したためにどうしても市場調査においても市場が油圧応用分野である「重厚長大」産業に向いてしまった。顧客回りをしても自分は水圧技術が油圧の代替であると思いついてきた。「自分で開発したものは自分で売れ」と親会社のトップからの指示があった。どうも市場に違和感がある、と感じ始めたのはこの頃からである。その後、クリーンを優先する市場は、まずは「食品産業と半導体関連産業」であると気が付き始めた。荏原製作所の主たる事業が「水」であることから比較的容易にクリーン産業への市場調査に舵を切ることができた。「新製品の課題は多くの場合、顧客が与えてくれる」ことの意味が分かり始めた。研究者が営業へ転身する機会となった。この時をさかいに勉強は「技術書からマーケティングの専門書」に向けられた。この業界を知ってから、ユーザーの装置に組み込むには水圧ユニットが余りに大型であった。Bath Univ. の Prof. Burrows からの紹介である FE 社（英国）の斜板式アキシヤルピストン型水圧ポンプの調査を急いだ。ドイツ製、スイス製のラジアル水圧ポンプ購入とほぼ同時期にこの英国の小型水圧ポンプを購入して開発がすすめられた（図9）。



図10. 食肉加工用搭載水圧ベーンモータ

・1993年2月英国 Edinburgh 大学を訪問、FE社製水圧機器を利用した水圧ロボットを見学、併せて Hull 大学の関連研究所を訪問、全セラミックス製の海水ポンプ（高圧容積式）を見学。ピストンやシリンダブロックなど全ての部品がセラミックスなのに驚嘆した。同時に手のひらサイズ（6cc/rev. 16MPa）のその小型水圧ポンプを見た時、「探していた水圧ポンプはまさしくこれだ」とその時の感激は今でも忘れることはできない。その後、更に小型（3cc/rev. 16Mpa）の水圧ポンプの開発を依頼する。1994年には原子力装置の炉心補修装置モデル、地震時に発生する地面の液状化対策防止土木機械、1998年頃からは食品加工機械の開発に着手した。

特に、食品加工分野では電動機出力相当で 100, 200w（図10）のベーンモータを開発し、食肉加工機械の肉のカッター用に利用した。どの応用も油成分による生産物や機械の汚染を嫌う市場となっていた。1997年荏原製作所の協力会社が FE 社製水圧機器の輸入売買契約をすることによってこの斜板式水圧ポンプを国内で優先的に使用することが可能となった。技術開発の進展や使用機器が準備され、日本の市場が見えてきた。水圧技術の新市場の創造であった。実績も見えてきた。

Prof. Backe の IHP に所属する資料室には低粘性流体に係る文献、特にキャビテーション・エロージョンとその対策など多くの技術について学ぶことができた<sup>(3)~(7)</sup>。ここでの水圧は「高含水」であって、「水道水」ではないが「粘性(特にキャビテーション)と防錆」については「水道水流体」とほぼ共通な性質である。Prof. Backe の「水圧技術は難しい」の発言がいつも頭に残っていた。どうしてもその根拠を知りたかった。ご議論頂くためにはその分野についてはまだ勉強不足であったし、ドイツ語も勉強する必要があった。先生を再々訪問するためにはまずは留学中に実施した研究成果を早くまとめ、先生にご指導いただくことが先決であると考えていた。1986年1月帰国後、直ぐに留学時の研究内容を「O+P」のドイツ誌に掲載することを優先とした。共同研究者の力を借りて何とか掲載にこぎ着けた<sup>(8)</sup>。これは「油圧技術」に関するテーマであった。



Em. Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. mult. Wolfgang Backé: „Es ist ein Problem die Bauelemente und Systeme auf Lebensdauer zu bringen. In der Ölhydraulik hatte man diese Probleme früher auch.“

図 11. 水圧会議の Prof. Backe (2002)

Prof. W. Backé: Ich kann sagen dass Dr. Myakawa in Japan stetig nach breiterer Anwendung sucht, aber man kann auch nicht sehr große Fortschritte feststellen, sondern es geht eben sehr langsam, wobei man sagen muss: In Japan sind noch besondere Bedingungen, durch die Bauweise ist die Feuergefährlichkeit ein besonderes Problem und dort darf man an bestimmten Stellen nicht Ölhydraulik, sondern muss Wasserhydraulik einsetzen. Aus diesen Gründen ist da die Wasserhydraulik in gewisser Weise in einer Vorzugsposition gegenüber uns.

図 12. Prof.Backe は「O+P」誌で宮川の活動を委員会で報告している。

#### 4. ドイツ国内の水圧技術の活動と日本市場の進展

・2002年 Prof. Backe (図 11) はドイツ国内の水圧関係者を集めて水圧の全体討論を行い、その内容を「O+P」に掲載している<sup>(9)</sup>。記事の中に先生は自分の活動を紹介して下さったが、その内容は必ずしも自分の考えを反映している内容となつてはいなかったが、公の場で私の名前の紹介をしていただいたことにこの上ない感激を覚えた。Prof. Backe が水圧技術については全く無関心ではないことを知り、できないドイツ語の辞書を引き引きして読んだ。本誌の掲載された委員の方々とは後年知り合うことになる。当時ドイツではVDMA (ドイツ機械工業連盟) が中心となって、水圧技術委員会が組織され活動していた。1998<sup>(10)</sup>、2000<sup>(11)</sup>、2002<sup>(12)</sup>年三回の水圧講演会を開催している。この講演資料が後年役立つことになる。1986年留学後、自分が定期訪問する理由を多くの研究員や関係者から質問された。先生は宮川の他者への紹介はいつも「アレクサンダー・フォン・フンボルト財団の客員研究員で日本から来ている」と説明された。Prof. Backe、そして秘書の方を始め多くの研究員は暖かく対応してくれた。滞在中に必要なPC、メールアドレス、居室なども用意して下さい。できないドイツ語で何とか凌いだ。滞在中は何時しか研究室には先生より先に登校し、部屋の入り口で必ず朝の挨拶をするようになっていた。先生の退出後に研究室を出た。

・1985年留学期間中のAachen滞在時にProf. Backe宅を初めて訪問した。Aachen市郊外に住んでおられた頃である。緊張感で一杯になり言葉も出てこないし、分からないドイツ語にただ先生の顔を見て頷くだけであった。先生は英語ではなく、いつもゆっくりとしたドイツ語で話して下さい。これが更にドイツ語勉強を



図 13. 報告時の Prof. Backe (2002)

鼓舞した。先生はその後 Aachen 市のセンター近くに引っ越された。この頃から大学の研究室ではなく、お宅に伺って水圧の報告をするようになった。訪問すると最初に「食品への応用はその後どうなっているか」と質問された。私は技術の質問にはまだまだ自信が無かった。質問は技術よりもいつも市場への導入に関してであった。奥様は私が先生とは異なった水圧技術分野での功績を讃えて下さった。この頃から先生の水圧への風向きが大きく変わられたようだ。「研究開発よりも新市場への導入の状況」をお聞きになることに強い関心を示されるようになった。私のドイツ語でも水圧に関しては一応ご理解していただけるようになっていたのか、今でも分からない。しかし、先生の期待にお答えするには次年度の訪問までの一年は短かった。先生の質問も次第に内容の濃いモノになっていったからだ。帰国時のフライトの中で次年度、説明できる計画を着陸までの 12 時間で考えた。

日本国内では 1998 年頃から水圧の具体的応用製品が見えてきた。食肉加工機械 (2002 年)、半導体ウエハ封止成形プレス (2002 年)、当初、特許出願した水圧サーボ弁の効果を発揮する状況が到来して来た。やっとのことで本来の水圧市場にたどりつき、市場もそれに乗って来る状況になってきた。Prof. Backe に写真をお見せしてその実感を評価して頂くに至ったようだ。1998 年 3 月 Prof. Murrenhoff は第 1 回の国際シンポジウム(1 回目の International Fluid Power Conference)を主催した。先生には主に技術面でのご指導を頂くようになり、高含水に使用する水圧ポンプのトライボロジーについて議論した。やはり、先生も「水道水」を用いた水圧技術の開発には難色を示したが、この議論はその後有力な情報となった。特に、耐久性についての議論であった。2001 年の訪問時は材料の組み合わせについての議論を始めていた。こうして Prof. Murrenhoff との 技術的な情報交換はその後更に具体的に日本へのご協力をお願いすることにつながった。2003 年 3 月日本フルードパワー工業会調査団はアーヘン工科大学を訪問した。VDMA が主催したもので Prof. Murrenhoff、他ドイツ国内の多くの企業の水圧技術者が一堂に会して開催された。ここでは同じ水圧技術でもドイツ国の技術開発視点と市場の指向性が異なることを知ることができた。同時に Prof. Backe が発言された「水圧技術開発は難しい」の発言の根拠を知ることができた。一方、日本国内での「水圧技術」の市場展開は先に述べたが比較的順調に推進していた。その成果である具体的水圧搭載製品などと市場規模の調査結果を含めて、Prof. Murrenhoff のご尽力でその成果を「O+P」に掲載して頂いた<sup>(13)</sup>。それは 2003 年のことで、2002 年に Prof. Backe により開催されたドイツにおける水圧技術に係る委員会の翌年のことであった。

- 2003 年 11 月、所属会社での水圧プロジェクトは解散した。2004 年 3 月末に退職することにした。Prof. Backe に報告したところ、「それで水圧はどうなるのか？」と聞かれ、「所属会社の水圧に係る特許と試験設備を買い取る会社があり、そこで続行します。」と説明した。

## 5. 二度目の AvH による RWTH Aachen Univ. での滞在とその後の水圧技術開発の継続

- 2004 年 5 月から 9 月まで再度「アレクサンダー・フォン・フンボルト財団」の支援を受けて Aachen 工科大学 に滞在することとなった。ご支援くださったのは Prof. Backe の後継者である Prof. Murrenhoff で、ご尽力いただいた。フンボルト財団からの支援で再び大学にお世話して頂くことに、Prof. Backe は事の他喜んでくださった。1987 年来の水圧術開発の総まとめをすることができた 5 か月間であった。Prof. Murrenhoff には、主に技術的な報告をすることから始めた。当初は水圧ポンプの形式、仕様圧力についてであり、基本的構造への先生からのご発言はいつも「学術的な考察をし



図 14. Prof. Murrenhoff と筆者(2005. 5)

なさい」とのアドバイスを頂いた。引き続き「高含水」流体の水圧ポンプのご指導も頂き<sup>(14)</sup>、<sup>(15)</sup>次第に技術内容は深くなってきた。この頃から水圧事業開発の報告は Prof. Backe, Prof. Murrenhoff の両先生に対しておこなった。

・帰国後、水圧技術開発と市場調査は水圧に係る「特許と設備」と共に移籍会社で継続した。Prof. Backe と Prof. Murrenhoff への定期訪問も継続した。

## 6. Prof. Backe から当初の「水圧技術開発は困難」の発言が消え、Prof. Murrenhoffからは「水圧ポンプの基礎技術」についてご指導いただく

・2009年8月 Prof. Backe の 83 歳。先生のお宅に英国 Bath Univ. の Prof. Burrous 夫妻、そして私も家内と二人でお邪魔する機会を頂いた。夕食後、先生は 1926 年 7 月 25 日アフリカ、タンザニアでお生まれになり、ドイツへ来られ 1968 年 1 月に IHP (現在の IFAS) を創設されて、今に至る歴史を滔々と話された。何時しか深夜まで両教授と自分の三人で「将来のフルードパワー技術」について話題が沸いた。両教授は油圧技術創始者であったので、その話に聞き入った。Prof. Backe の業績 (1955-2009) は記念出版されている<sup>(16)</sup>。この時「宮川は水圧のパイオニア」だと仰せになり意見を求められた。「先生の学位論文<sup>(17)</sup>に記述されている弁に作用する「流体力」については水圧サーボ弁の設計時に多いに参考にすることができた。」とお伝えした。先生の学位論文は大切に保管している。お二人の「油圧の思い出と今後」について時間は瞬く間に過ぎて行った。このような機会に自分が同席できたことに強い感動を覚え、将来の具体的方向性の議論に集中した。この話の続きは、両教授の後継者である「Prof. Murrenhoff と Prof. Plummer (英)」でやって欲しいとのことであったが、残念ながら実現していない。



図 15. 83 歳誕生日(2009) : Prof. Backe ご夫妻、Prof. Burrows ご夫妻と筆者

水圧の応用については以前から話題の「食品加工機械」の分野に絞ってマーケティングを実施してきた。その方向は適正であったことを Prof. Backe に伝えた。お笑いになって「そうか」とお答えになった。これまでの努力が実り始めた瞬間であった。その後、再び「0+P」に高含水作動液の歴史的経緯、と現在推進中の「水道水」を作動流体に採用する技術的差異、そしてその分野の市場規模について掲載された<sup>(18)</sup>。

・2010年頃から具体的市場に向けて、食肉加工機械の製品化開発に着手、これには農林水産省関連機関から開発資金が得られた(図16)。国内では近年、「食の安全・安心」に支えられ、製品の輸出入には今後まもなく法制化される「HACCP: Hazard Analysis and Critical Control Point」に対して、この水圧技術が有効な機械の駆動方法であるとの認識が高まり始めた。食品加工機械の作業後、速やかに構成部品や機械本体の丸洗いが可能となり、生産性の向上、機械の高度衛生化、保守の容易さが認識され始めた。その後、冷凍肉成形プレスと食肉のスライサーとの一体構造へと発展し公表されるに至った。

・2010年8月、Prof. Murrenhoff への報告に水圧の具体的な応用の報告が主体になってきた。二軸ロボットの開発、任意圧力波発生装置、これらは試験機に応用することで効力が発揮可能となる。原子力発電の炉心内部調査ロボットで、これも水圧サーボ弁を用いたサーボ制御装置である。更には海水淡水化装置で逆浸透膜を用いたポンプ・モータの組み合わせで、モータにより膜の背圧を水圧モータによってエネルギー回収変換を可能と

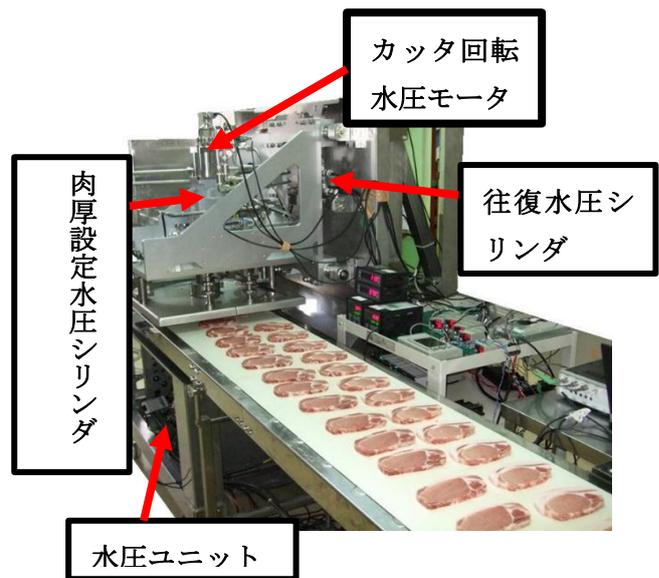


図16. 水圧(ADS)搭載食肉加工機械

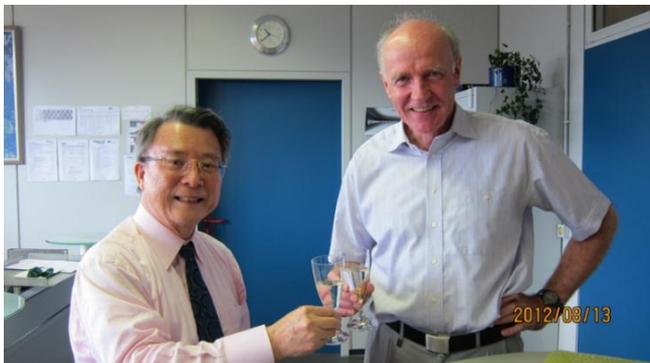


図17. 訪問時はいつも

のピストン形状が重要であることに帰着し始めた。水圧ポンプはピストン表面が樹脂で製作されているが、シリンダブロックとの接触応力の発生は油圧のそれと類似している。日本から持参した水圧ピストン摩耗痕と比較した。ポンプ担当者を部屋に呼んで直接の打ち合わせとなった。研究者の早い言葉に追い付くための緊張感はいつも大きい。この時、先生は翌年の(2013年)60歳誕生日のイベント開催の話がされるなど、私の緊張感をほぐして下さった。

・2013年 Prof. Murrenhoff の60歳誕生日祝賀会の時に Prof. Backe は Prof. Murrenhoff に「作動油」の入ったシャンパンの瓶を贈呈し、会場を沸かせた。後継者への期待と愛情の表現にウイットを込めた対応は温厚な Prof. Backe の人柄であろう、と感じた。この時、ふっと頭をよぎった出来事を思い出した。

2011年9月に日本で発生した「東日本大震災」であった。それは、自分が会社からの帰宅途中、駅の階段を下りていた時に、ポケットの携帯電話が鳴った。おもむろに電話機を取り出し、耳にあてがった。「Prof. Backe am Apparat. Dr. Miyakawa?」と聞こえてきて、「あれ！一瞬何処からか？」と驚いていると、「大丈夫か？義援金の支払いはどうすれば良いのか」と話された。夕方の相模大野の駅舎の混雑時のことであった。今でもその感謝の気持ちを忘れることはできない。2013年8月のProf. Murrenhoffの誕生日 Party の後、Prof. Backe のお宅を訪問する機会を頂いた。



図 18 Prof.Murrenhoff 60 歳誕生日  
Prof.Backe から作動油入りのシャンパンの瓶を贈呈

更なる市場導入についての進展状況を報告した。これまで発言された「水圧技術開発は困難」のお言葉は無い。自分の心中は密かに「お認め下ったのかな？」と感じた。この時から「水圧技術開発の不安感が安心感に変わっていった。

・2010年から2015年の間に製品化と水圧技術の基礎研究の成果をAachen(ドイツ)、Tanmpere(フィンランド)、Linkonig(スウェーデン)、Bath(英国)、日本と国内外のシンポジウムで公表を行うことができた<sup>(19)~(24)</sup>。

Herrn Professor Miyakawa  
Gutapleit seine Besuches in  
Aachen.  
Aachen, 16. August, 2014  
M. Backe



図 19. 贈呈下さる書物にサインを  
(先生のご自宅にて)



図 20. 先生から筆者へ  
贈呈記念

・2014年定例の8月訪問。先生は85歳の誕生日を迎えられた。体力も次第に衰えが見られるようになった、と秘書からお聞きした。「ご報告はキツイかな」と思いながらも、直接訪問のお電話をさせて頂

いた。衰えどころかはっきりと自分の訪問希望を受け入れてくださった。奥様手作りの大きなケーキを召し上り、それを拝見して安堵した。しっかりと会話され、報告を聞いて下さった。この時、ご自身最後の著書<sup>(25)</sup>だ、と仰せられてサインを下さった。「Herr Prof. Miyakawa」と書かれていた。自分はDr. - Eng. で Prof. ではありません。違いますとお話すると、君は「水圧技術の第一人者、パイオニア」だから Prof. なのだ と贈呈式の記念写真を先生のお宅で奥様が撮影して下さいました (図 19, 20)。やっと水圧が市場まで来たことを説明すると先生はまずは「食品分野だ」とまた食品を挙げられた。

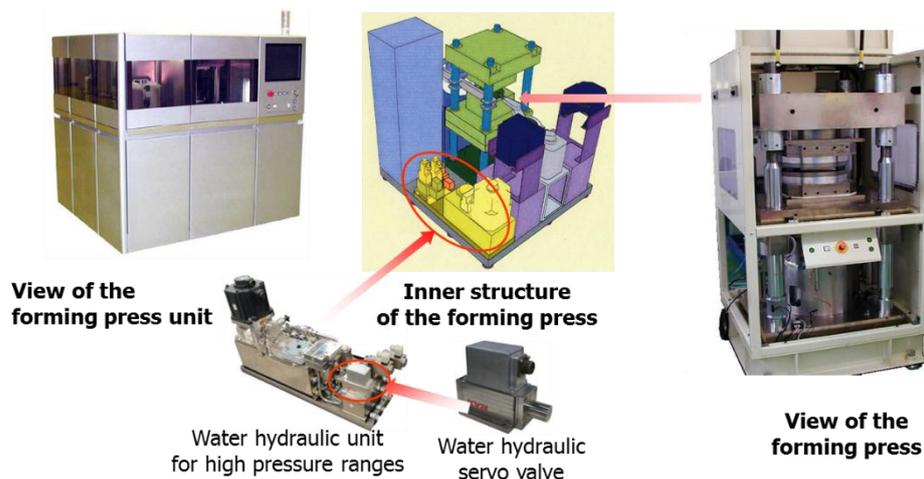


図 21. 水圧サーボ弁、水圧ユニット、成形プレスを一体化

・2015年8月訪問し、「市場は大きくなったか」と質問された。食肉加工機械の実用化に入った、と報告すると先生は「肉市場は日本よりドイツの方が多い」と、答えられた。冷凍肉成形プレス、プレスとスライサーの一体型処理機械と市場で広報された。その次は半導体かな？と、先生は次の市場を言われた。常に市場に係わる会話が中心となっていた。

早速、2002年に実用化した半導体プロセスに採用されるチップサイズ素子の樹脂による保護膜成形プレスを紹介した。水圧市場についてご理解いただいた様だった。「食品と半導体分野」に納得された様で「そうか」と頷かれた。「しかし、製品機械は機能したが、システム全体の流体的なエネルギー伝達の最適化は未達です。水圧システムの性能とエネルギー消費についてはこれからです。」と報告すると、先生は「各機器の流体的消費エネルギーのバランスが重要である」とのアドバイスであった。その時、「標準化が早晚重要となる」と確信した。

## 7. Prof. Backe に報告が出来なかった「ADS 国際標準化への提案」

・2016年の訪問は「国際標準化」に着手することを告げた。市場と規格は同時並行で進めたいと。次回は少し早めに訪問しようと考えていた。8月定例訪問の一週間前に「国際標準化」の概要を説明することなく、Prof. Backe は、訪問直前に亡くなられた。足元から力が抜け、頭がボーっとしたことを覚えている。Prof. Murrenhoff にメール連絡をし、これを聞いた返答が「残念」の一言だった。

・2016年末 継続してきた会社を退社した。(一社)日本フルードパワー工業会に移籍、業界全体の水圧関連の活動に従事すると同時に「ADS 国際標準化推進室長」に着任。その後、国際標準化に向けて欧米の関係諸機関を訪問した。欧米の関係諸機関を訪問すると Prof. Backe に学んだ研究者と会うことができた。これはまた、精神的な支えとなった。

## Proposal of ADS International Standardization

### 図 22. 2017 年 5 月 18 日 ISO T131 San Antonio 会議

「標準化」活動は先生には報告することはできなかったが、この技術はドイツ留学時の Aachen 滞在に始まり、Prof. Backe, Prof. Murrenhoff のご指導、そして後継者の Prof. Schmitz、そしてドイツの水圧機器会社と共に推進してきたことをお伝えしたかった。

・2017 年 5 月 18 日 ISOTC131 会議が米国、San Antonio で開催された。「Proposal Standardization of ADS」の報告が出来なかったことが悔やまれる。この会議で、ドイツ国の VDMA 委員から活発な意見が出された。しかし、私は本作業が日本とドイツの連携作業として推進できることを希望する。

初めての先生との面談が 1983 年、あれから 33 年の歳月が流れた。ADS (新水圧技術) の実用化は多くの人に支えられ現在に至っている。三代の連携に渡る Professoren のご指導の下、水圧関連のドイツ企業、



そして大学の水圧技術資料から多くを学んだ。国内では ADS を理解して下さったユーザー、(一社) 日本フルードパワー工業会、(一社)、日本フルードパワーシステム学会、そして関連企業の多大な支援があったことに感謝するとともに、本技術が標準化を通じて世界へと普及していくことを切に希望する。本技術が多くの産業に貢献できることを願ってやまない。

図 23. Prof. Murrenhoff, Prof. Schmitz と筆者

最後に、Prof. Murrenhoff はこの様な 33 年に亘る「水圧技術開発」の歴史を 11 回目の

International Fluid Power Conference で報告する機会を与え下さった。これは生涯における最高のプレゼントになった。ここに感謝のお礼を申し上げたい。長い期間の訪問時には、秘書の Jutta さんを始め秘書室の方々には大変お世話になり、ここにお礼を申し上げたい。

### 参考文献

- (1) United States Patent, HYDRAULIC SERVO-VALVE, Patent Number 5, 186, 213, Date of Patent: Feb.16, 1993.
- (2) J. A. Currie, The Development of Raw Water Hydraulics, University of Bath, England, 8<sup>th</sup> September 1988, FIRST BATH INTERNATIONAL FLUID POWER WORKSHOP, Edited by C. R. Burrows and N. D. Vaughan, RESEARCH STUDIES PRESS LTD.
- (3) J. Berger, Kavitationserosion und Maßnahmen zu ihrer Vermeidung in Hydraulik-Anlagen für HAF-Flüssigkeit, 1983, Dezember 1983. RWTH Aachen Dissertation.

- (4) S. Rinck, Die Wasserhydraulik entwickelt sich und findet ihre Anwendungsbereiche , O+P “Ölhydraulik und Pneumatik”, 36 (1992), Nr. 1.
- (5) R. Kucharzyk, Druck-und Steuer-Sitzventile bis zu großen Nennweiten, O+P “Ölhydraulik und Pneumatik”, 36 (1992), Nr. 1.
- (6) S. Rinck, Untersuchung und Optimierung schnelllaufender Axial-und Radialkolbenpumpen beim Betrieb mit wasserbasischen Druckflüssigkeiten, 30. November 1992. RWTH Aachen Dissertation.
- (7) H-J. Dittmer, Condition Monitoring für HFA-Hydraulik mit ölhydraulischen Geräten, November 2008, RWTH Aachen, Dissertation.
- (8) S. Miyakawa, Fujisawa, K. Dluzik, Aachen, Dynamisches Verhalten eines Hubwerks mit einem geschlossenen Hydraulikkreislauf, O+P “Ölhydraulik und Pneumatik”, 31 (1987) Nr. 8.
- (9) W. Backé, Gesprächsrunde: Wasserhydraulik, O+P, “Ölhydraulik und Pneumatik”, 46 (2002), Nr. 8.
- (10) Informationsveranstaltung “Wasserhydraulik”, des Fachverbandes Fluidtechnik im VDMA am 23. Juni 1998, 9:45 Uhr in Frankfurt am Main.
- (11) Informationsveranstaltung “Wasserhydraulik”, des Fachverbandes Fluidtechnik im VDMA am 18. Oktober 2000, 9:30 Uhr in Frankfurt am Main.
- (12) M. Inantysynova, TU Hamburg-Harburg, Arbeitsbereich Flugzeugsystemtechnik. Wasserhydraulik Herausforderung & Chance für die Hydrostatik im 21. Jahrhundert, Informationsveranstaltung Wasserhydraulik, VDMA, 10. 2002.
- (13) S. Miyakawa, Anwendungen von Wasserantriebs-systemen, O+P “Ölhydraulik und Pneumatik”, 47 (2003), Nr. 4.
- (14) S. Gels, Einsatz konturierter und beschichteter Kolben-Buchse-Paare in Axialkolbenmaschinen in Schrägscheibenbauweise, November 2011, RWTH Aachen, Dissertation.
- (15) C. Enekes, Ausgewählte Maßnahmen zur Effizienzsteigerung von Axialkolbenmaschinen, Juni 2012, RWTH Aachen, Dissertation.
- (16) Beiträge von Wolfgang Backé, Aus der Entwicklungsgeschichte der Fluidtechnik 1955-2009, Shaker Verlag GmbH.

- (17) W. Backé, Über die dynamische Stabilität hydraulischer Steuerungen unter Berücksichtigung der Strömungskräfte, 13 Februar 1962.
- (18) S. Miyakawa, Aqua-Drive-System, O+P “Ölhydraulik und Pneumatik”, 11-12/2010.
- (19) F. Yoshida, S. Miyakawa, Characteristics of Proportional Control Valve Using Tap Water, Proceedings 7th International Fluid Power Conference, 22-24 March 2010, Aachen, Germany.
- (20) F. Yoshida, S. Miyakawa, Dynamic Characteristics of Proportional Control Valve using Tap Water- Experimental Examination, Proceedings of the 12<sup>th</sup> Scandinavian international on Fluid Power, vol. 2, 18-20 May 2011, Tampere, Finland.
- (21) F. Yoshida, S. Miyakawa, Effect of Parameters on Frequency Characteristics of Proportional Valve Using Tap Water, Proceedings of 8<sup>th</sup> JFPS international Symposium on Fluid Power in Okinawa, 25-28 October 2011, Okinawa, Japan.
- (22) F. Yoshida, S. Miyakawa, Effect of Design Parameter on Response Characteristics of Water hydraulic proportional Control Valves, Proceedings of the 13<sup>th</sup> Scandinavian International Conference on Fluid Power, 3-5 June 2013, Linköping, Sweden
- (23) F. Yoshida, S. Miyakawa, Effect of Design Parameters on Stability of Water Hydraulic Proportional Control Valves, Proceedings of 12<sup>th</sup> International Symposium on fluid Control, Measurement and Visualization, 18-23 November 2013, Nara, Japan.
- (24) S. Miyakawa, New Application of Water Hydraulics (Aqua-Drive-System), Proceedings of the 12<sup>th</sup> Scandinavian International Conference on Fluid Power, Vol. 2, 27-34, 18-20 May 2011 Tampere, Finland.
- (25) W. Backé, H. Baum, Systematik fluidtechnischer Schaltung, Fluidon, Shaker Verlag Aachen 2013.

\* 著者：1970～2016年：荏原製作所（株）、タカコ（株）、KYB（株）を通して水圧技術の研究開発、製品開発、市場導入など水圧技術に係る業務に従事。この間、静岡大学、神奈川大学工学部非常勤講師、横浜国立大学客員教授。アレクサンダー・フォン・フンボルト財団の学術研究員として一度目は1984年10月—1986年1月 IHP (Prof. Backe) に、二度目は2004年5月—9月 IFAS (Prof. Murrenhoff) の、二度に渡って Aachen 工科大学に滞在した。1983年初めての渡独以来、2016年まで毎年8月に定期訪問して、先生方のご指導。ご鞭撻を頂いた。

現在、（一般社団法人）日本フルードパワー工業会、水圧部会長、ADS（Aqua Drive System:新水圧技術）国際標準化推進室長。