

Bulk Forming

(一社) 日本塑性加工学会 鍛造分科会ニュース No.57 2019年12月

ランゲ教授生誕100周年記念コロキウム

2019.12.13 シュツットガルト大学図書館

大阪大学 小坂田 宏造



Kurt Lange 教授

Kurt Lange 教授は1919年生まれ、ハノーバー工科大学で博士号取得後、ダイムラーベンツの塑性加工技術部長を経て、1963年にドイツシュツットガルト工科大学の塑性加工研究所(IFU)の教授、1988年に名誉教授になり、2009年に逝去された。この間、一貫して鍛造の科学的な研究をされ、1968年の国際冷間鍛造グループICFGの創設に関与し、1987年に第2回ICTPを主催されるなど、国際的に塑性加工、特に冷間鍛造、の分野で活躍された。ランゲ教授は日本の冷間鍛造の発展を主導された工藤英明教授と親密な関係があり、多くの日本人研究者がIFUに滞在したり、塑性加工技術者が訪問したりした。

ランゲ教授生誕100年を記念して開催された本コロキウムには、M. Geiger エルランゲン大学名誉教授、E. Tekkaya ドルトムント大学教授などの研究室の卒業生など50人余りのIFU関係者、塑性加工関係の孫弟子にあたるドイツの教授が参加し、ランゲ教授の功績や思い出話を語った。日本からも名古屋大学・金武直幸名誉教授、奈良高専・関口秀夫名誉教授、大阪大学・小坂田宏造名誉教授が出席して話をした。主催者のStuttgart大学のM. Liewald教授はランゲ教授と日本との関係について言及され、現在の鍛造研究はドイツと日本がけん引していると述べられた。以下に小坂田の発表を和訳・追加して示す。

(文責・小坂田)

Ehrenkolloquium

anlässlich des 100. Geburtstags von

Honorary colloquium
on the occasion of the 100th birthday of

Prof. em. Dr.-Ing. Dr. h. c. Kurt Lange†

in der Bibliothek der Universität Stuttgart
at the library of the University of Stuttgart

13. Dezember 2019

- Erinnerungen an Prof. Lange -
- Memories of Prof. Lange -



ランゲ教授と工藤教授および日本の鍛造グループとの関係

小坂田 宏造
大阪大学名誉教授

1. ランゲ教授との筆者の個人的な関係

筆者は1970年3月、大矢根守哉教授の指導のもと作成した研究をまとめた博士論文「冷間鍛造の基礎研究」により京都大学から工学博士号を取得した。1970年4月から神戸大学工学部に助手として勤め始め、翌年助教授に昇格した。その頃、英国の国費留学奨学金である British Council Scholarship に応募して運よく受かり、1971年9月から1年間バーミンガム大学のメラー (P.B. Mellor) 教授のもとで静水圧押出しの研究を行うチャンスを得た。

英国滞在中の1972年7月に横浜国立大学の工藤英明教授の紹介によりシュツットガルト工科大学の塑性加工研究所 IFU (Institut für Umformtechnik) にクルト・ランゲ (Kurt Lange) 教授を訪問した。ランゲ教授に近くのカフェテリアに連れて行って頂き、私は教授との会話を楽しんだが、ランゲ教授の幅広い見識と工藤教授との友情が印象に残った。昼食後、IFU の内部を案内していただいたが、多くの大型実用プレスを備えた実験室に驚いた。当時の日本や英国の工学研究が産業は殆ど関係がなかったのに対し、IFU の研究は産業と直接関係していることが印象的であった。

1974年、国際生産加工学会 (CIRP) が東京 (第1部) と京都 (第2部) で開催されたときに、私はランゲ教授と再会するチャンスを得た。その当時、筆者は CIRP のメンバーではなかったが、学生時代に京都に住んでいたため、工藤教授に京都観光の案内を依頼された。市内観光の後で、お二人は (私の博士論文の副査をされた) 京都大学の山田敏郎教授に祇園の和風レストランに招待され、私も同席を許された。そのレストランでランゲ教授と工藤教授は塑性加工に関する国際会議を発足する話をされた。今まで前例のない国際会議を個人的に立ち上げることは (経済的な) 危険性があったため、当時すでに日本塑性加工学会が存在していた日本で最初の会議を開催することに同意された。後になって、私は国際塑性加工会議 ICTP (International Conference on Technology of Plasticity) の発端の場面に立ち会ったことが分かった。

その後、私は工藤教授の支援により ICFG (International Cold Forging Group) 総会、CIRP 総会などに参加することになり、ランゲ教授と何回も会った。1978年の CIRP の総会はオランダのアイントホーフェンで開催されたが、その折にシュツットガルトに立ち寄りランゲ教授の研究所を訪問した (図1)。

この時にも IFU の実験室を見せて頂き、冷間鍛造部門の責任者



図1 1978年のIFUの建物と筆者

のダンネンマン氏 (Mr. Dannenmann) に紹介された。また、当時 IFU に滞在していたブルガリアのシェルジャスコフ (S. Sheljaskov) 博士や韓国のドンヨル・ヤン (D.Y. Yang) 博士にもお会いした。その日の夜、私はランゲ邸に招待され、ランゲ夫人と息子さんにもお会いした (図 2)。



図 2 ランゲ邸におけるランゲ教授とご家族 (1978 年)

翌朝、私はシュツットガルト駅からアイントホーフエンへの列車に乗る予定だったが、ランゲ教授は彼の車でアイントホーフエンに私を乗せて行くことを提案された。駅での運賃清算により得たお金で私はドイツ人形を娘への土産に買った。高速道路 (アウトバーン) の走行中、ランゲ教授は前方の遅い車にヘッドランプを点滅して低速レーンに退かし、AUDI を常時 160 km/h で運転された。ドライブの途中で、ランゲ教授の研究所 IFU はスラブ法を開発した ジーベル教授 (Prof. E. Siebel) により設立されたと聞き、ランゲ教授の科学的な方法を納得した。

私の国際的な活動には、私はランゲ教に非常にお世話になった。国際的な学会との繋がりのおかげで私が ICFG や CIRP の会員になるため、彼と工藤教授の強い推薦が大きな助けになりました。CIRP や ICFG の会議に参加するたびに、私はランゲ教授の親切心を思い出す。この厚意に報いるため、1993 年に私が ICFG 総会を大阪で開催した折に、ご夫妻を神戸の我が家にお招きすることができたのは、幸せなことであった。

私とランゲ教授との関係は、2009 年に上海で開催された ICFG 総会で彼に対する弔意文を読んだのが、最後になった (図 3)。



図 3 ICFG 2009 での弔意文朗読

2. ランゲ教授と工藤教授

工藤教授は東京帝国大学で福井伸二教授のもとで卒業研究を行い、敗戦の翌月の1945年9月に卒業された。1946年に福井教授の助手になりリング圧縮による摩擦測定から、研究者の道に入られ、それ以来、工藤教授は冷間鍛造に関する研究を終身継続された。

工藤教授は1959年にドイツ・ハノーバー工科大学のキンツレー教授（Prof. O. Kienzle）の研究所に6か月間滞在された。この研究所の研究方法はシステム的であったが、実験中心であったために、同大学で塑性力学の研究を行っていたリップマン教授（Prof. H. Lippmann）などの塑性力学の分野の研究者たちとの交流を持たれた。この頃、工藤教授は冷間鍛造の加工力を塑性力学的に求める研究をされており、1960年に上界法を軸対称問題に適用した論文を *The International Journal of Mechanical Science* に発表されたが、この論文で世界的に知られるようになられた。

ドイツに滞在していた工藤教授は1960年に日本に呼び戻され、通産省の機械試験所に設置された冷間鍛造グループのリーダーに就任された。着任直後から精力的に冷間鍛造の材料、潤滑、力学、素材作成などの広い分野の研究を始められた。その後、横浜国立大学教授に就任されて1967まで機械試験所と兼任された。1969年には日本塑性加工学会の中に冷間鍛造分科会を設立されて日本の冷間鍛造の研究者技術者を結集し、以後、日本の鍛造研究を主導された。

1967年、工藤教授は、英国のピュー博士（Dr. H. Ll. D. Pugh）が主催するOECDの塑性加工専門家グループ会議に参加するために、機械試験所からパリに派遣された。その成果として、1968年にICFGが設立された。この会議で工藤教授はランゲ教授と初めて会い、この会議の後で彼の研究所IFUに招待されました。1970年には工藤教授は冷間鍛造の欧州視察団を編成され、IFUも訪問されました。視察団は冷間鍛造分科会の初期会員（文末に名簿記載）と見らる。



図4 1970年の冷間鍛造の欧州視察団（Stuttgart大学・IFU提供）
中央：工藤教授とランゲ教授，後列左端：豊田中研栗野氏

これ以来、IFU は日本の冷間鍛造研究者、技術者のメッカになり、1972年に工藤教授が私をランゲ教授に紹介されたのは当然のことだったのであろう。

ランゲ教授の80歳を記念する本¹⁾で、工藤教授は1974年にCIRPの総会で日本に初めて来られたランゲ教授と塑性加工の国際会議の創設についての夢について相談されたことを書かれている。10年後の1984年に彼らの夢は、第1回のICTPとして工藤教授が主催して東京で実現し(図5)、第2回ICTPは1987年でランゲ教授が主催してシュツットガルトで開催された。



図5 第1回 ICTP でのバンハイム教授(デンマーク)、工藤教授、ランゲ教授

3. ランゲ教授と日本塑性加工学会の関係

1979年にランゲ教授は、工藤教授の勧めで日本塑性加工学会(JSTP)の会員となり、二人は1990年に名誉会員になられた。名誉会員の紹介欄に、ランゲ教授の研究所に(1990年までに)10か月以上滞在した塑性加工学会会員が4人いたほか、非常の多くの会員たちが訪問したと書かれているが、その中の一人が著者であった。

1979年の「塑性と加工」にランゲ教授の解説(図4)が掲載されている²⁾。この解説では冷間鍛造技術の概要を説明されている。冷間鍛造自体エネルギー消費が少ないが、素材製造に膨大なエネルギーが消費されているために、材料を捨てる割合が小さい冷間鍛造は、特に材料利用効率で省エネルギーに貢献することを指摘されている。

1984年にJSTPは第1回ICTPを東京で開催した(図3)が、これは工藤教授とランゲ教授のアイデアと熱意が実現させた会議である。それ以来、JSTPはICTPの事務局の役割をしているためにICTPは安定的に運営されている。

1996年、JSTPは(株)ニチダイの基金により精密鍛造国際賞“JSTP International Prize for Research & Development in Precision Forging”を創設した。第1回の賞は1996年に工藤教授とアルタン教授(Prof. T. Altan)に米国コロンバスで開催された第5回ICTPで授与され、ランゲ教授(図7)とピュー博士に1999年にドイツ・ニュルンベルクで開催された第6回ICTPで授与された。

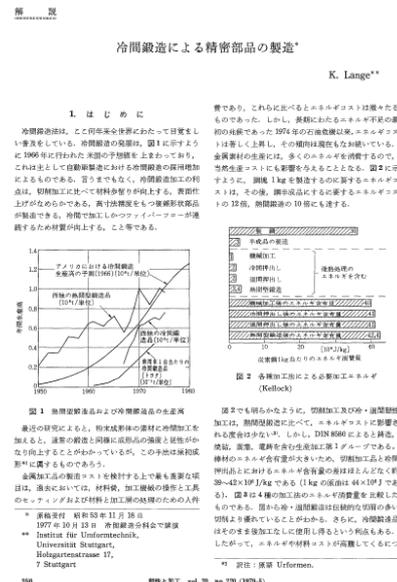


図6 ランゲ教授の学会誌解説²⁾



図7 1999年ICTPでの精密鍛造国際賞の授賞式後の記念撮影
工藤教授，ニチダイ田中社長夫妻，ランゲ教授夫妻

4. 日本の冷間鍛造の発展経過

冷間鍛造技術は第二次世界大戦前の1930年代にドイツで開発され，第二次大戦中には薬莖の製造にドイツのみで使用された。戦後，この技術は戦勝国の米国や英国に移植され，乗用車部品の経済的な製造方法として使用されるようになった。

1960年ごろから日本でも乗用車生産が始まった。これに関して冷間鍛造の重要性が政府により認識され，通産省機械試験所に冷間鍛造の特別研究グループが設置され，工藤教授がリーダーに任命された。工藤教授は1967年まで機械試験所を中心として活躍され，1963年からは横浜国立大学の教授を併任された。国際冷間鍛造グループICFGが結成された1年後の1969年に，工藤教授は塑性加工学会内に「冷間鍛造分科会」を設置して大学や民間企業の研究者を集めて，日本の冷間鍛造の研究開発をリードした。

図6に1960年から1995年にトヨタの中型乗用車に搭載された冷間鍛造部品重量変化と部品を示す。この図は工藤教授とトヨタの高橋昭夫博士により作成されたものである⁴⁾。この図の上段はボルト・ナットなどを除いた冷間鍛造品の重量推移，下の段にはその時代に冷間鍛造化された部品を示す。1960～1980年には急速な重慮増加があるが，これは工藤教授の影響が大きく，ランゲ教授が日本の技術者の西欧への窓口になっていた時代である。1980年頃に急激な増加は終了したが，この頃に日本の冷間鍛造は，欧米の手本を見て開発を行う時代が終わり，先進国に追いつくと見られる。

1980年頃までの冷間鍛造品は比較的単純な回転対称形状が多かったが，これは工藤教授やランゲ教授が主導した初期の冷間鍛造技術であり，1980年頃には広く普及していたと言える。1980年頃から等速ジョイント(CVJ)が重要になったが，この複雑形状部品はそれまで冷間鍛造されていなかったために，新しい技術が必要になった。

1970年代中ごろのオイルショックで石油価格が急騰し，1980～1990年の頃に燃料消費の少ないFF車が多くなるとともにCVJ部品の需要が急増した。世界的にCVJ部品の冷間鍛造化が試みられたが，それまでに冷間鍛造化された軸対称品部品とは異なり，複雑な形状であるために冷間鍛

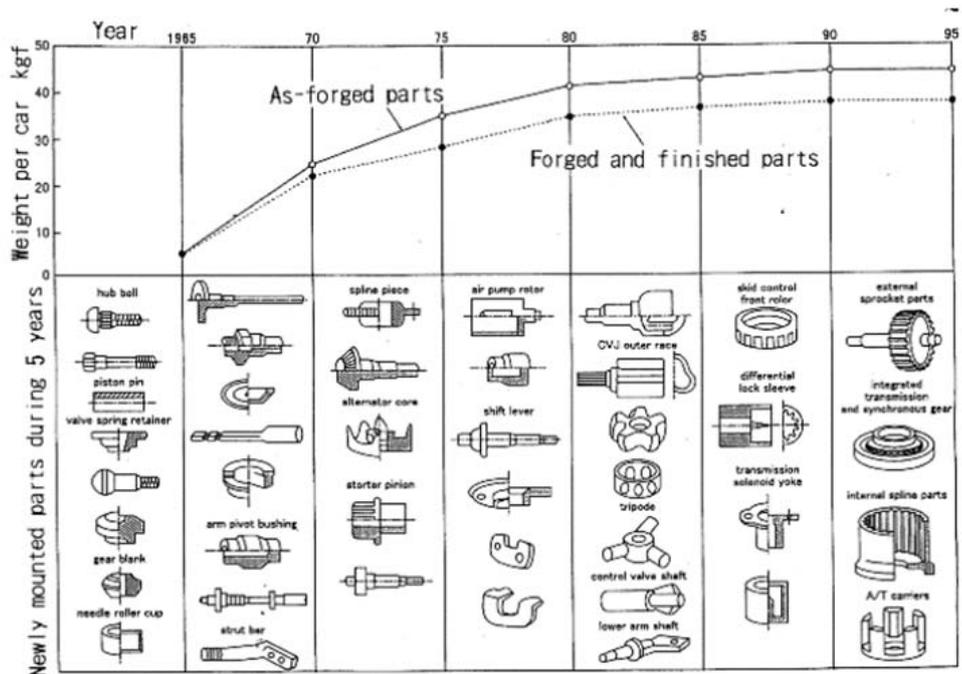


図8 トヨタ中型車搭載の冷間鍛造部品重量の変化と新規開発品⁴⁾

造化は容易ではなかった。温間鍛造や閉塞鍛造などは世界的に研究されていたが、日本ではいち早くこれらを応用して CVJ 部品の鍛造を可能にした。

1982年に冷間鍛造分科会は鍛造分科会と名称を変更したが、理論的な研究を鍛造全般に広げるためであった。工藤教授は1990年に横浜国立大学を定年退職され、1991年に鍛造分科会の主査を筆者が引き継いだ。工藤教授は2001年に亡くなるまで活躍され、工藤教授に励まされたり指導されたりした多くの鍛造関係の研究者や技術者が研究開発を続け、新しい精密鍛造技術を作り出した。1990以後における日本で開発された精密鍛造関連技術として次のような分野がある。

- 1) 複数の駆動軸を持ち自由なスライド運動を可能にした各種サーボプレス
- 2) 精密歯車部品の冷間鍛造化を可能にしたネットシェイプ鍛造技術
- 3) 単純な操作で素材に塗布が可能な環境対応潤滑剤
- 4) 軽量化部品の製造のための板鍛造

5. 結言

ランゲ教授と工藤教授は自動車部品の製造のための冷間鍛造の世界的な発展に対し貢献した。彼ら以前の鍛造技術は経験と実験的なルールで設計していたために、工具面圧の非常に高い冷間鍛造工程の開発には長いトライアル・アンド・エラーの時間が必要であった。両教授は塑性力学を用いた科学的なアプローチを取り入れ、鍛造工程の開発過程に大きな変化をもたらした。

ランゲ教授や工藤教授が取り組んだ冷間押し出しや冷間据え込と言った鍛造方法自体は、現在では既に広く行きわたったが、彼らが基礎を作った科学的なアプローチは新しい時代にも活用されている。例えば塑性加工と熱処理を組み合わせた工程を、CAEを活用して確認しながら開発するといった方法で、鍛造の世界にイノベーションを起こしている。

参考文献

- 1) H. Kudo: My relations with Professor Kurt Lange on the stage of forming technology of the 20th century, Umformtechnik 2000 Plus, Festschrift zu Eheren von Professor Kurt Lange anlässlich seines 80. Geburtstages, edited by M. Geiger, 29-34.
- 2) K. Lange: Production of Precision Parts by Cold Extrusion Method, Journal of JSTP, 20-220 (1979), 351-358.
- 3) H. Kudo: the birth, Growth and Maturation of 1st International Conference on technology of Plasticity 1984, Tokyo, Journal of JSTP, 26-289 (1985), 112-122.
- 4) H. Kudo: Manufacture of Net or Near-Net shape Forgings in Japan, 25th Plenary Meeting of International Cold Forging Group, (1992), 1-18.

[付録] 1970年頃の冷間鍛造分科会委員名簿

本分科会は日本塑性加工学会、学界・業界の方々および国際冷間鍛造グループ(ICFG)からの手厚い援助の下に、1年近くの準備期間を経て昭和44年4月26日発足した。委員数は発足当時72名(内工業界より49名)であったが、45年3月現在で78名(内工業界53)名に増えた(表1)。なおほかに聴講会員(オブザーバ)が17名いる。

氏名	所	属
浅村 均	大阪府立工業奨励館	
安部 淳	三菱製鋼開発部	
荒川 武二	愛知製鋼研究所	
栗野 泰吉	豊田中央研究所	
石黒 邦彦	梅針鋼業技術部技術開発課	
伊藤 蒼朗	大同製鋼中央研究所	
伊藤 正己	日本工作油技術部	
内坂 恒彦	プレスエッジエヤリダ研究所	
裏川 康一***	神戸製鋼所鉄鋼事業部開発部	
海老 正人	中京ダイス	
大沢 均	本田技術研究所	
大和久 重雄	アトムロイ技術部	
岡 忠義	富士通小山工場製造技術部	
岡田 知典	荏原工業所	
岡本 豊彦	住友金属工業中央技術研究所	
小沢 兼三	日本パーカライジング東京営業部	
鹿島 幸太郎	第二精工舎外装開発グループ	
橋 兼敬***	トヨタ自動車工業第六技術部	
工藤 繁	日立製作所多賀工場	
工藤 英明*	横浜国立大学工学部機械工学科	
小橋 昌俊	名古屋大学工学部鉄鋼工学教室	
小橋 明	山陽特殊製鋼技術開発課	
五弓 秀雄	東京大学工学部冶金学科	
近藤 武男	日本楽器製造管楽器工場	
佐賀 二郎	大阪大学基礎工学部	
佐野 正平	富士通川崎工場交換機部	
沢辺 弘***	冷間鍛造	
鎌原 宗憲	都立大学工学部機械工学科	
柴田 博治	東日本鍛造	
清水 幸男	新日本製鉄技術開発部	
清水 次郎	信州大学工学部	
高木 六弥	自転車技術研究所	
高瀬 恭二	日本鋼管技術研究所	
高橋 杜治	日立製作所中央研究所	
高橋 裕男***	工業技術院機械試験所	
竹内 豊**	竹内ハガネ商行	
田嶋 可	上滝圧力機製造部	
田中 栄太郎	九州鍛造工業所	
田村 今男	京都大学工学部金属加工学教室	
田村 公男	工業技術院機械試験所	
出口 喜男	日本特殊鋼	
戸沢 康寿	名古屋大学工学部鉄鋼工学教室	
中尾 晃	日産自動車鍛造工場	
中川 威雄	東京大学生産技術研究所	
中根 電男***	工業技術院機械試験所	
中山 邦弘	日本理鉄製造技術部	
中山 達男***	小松製作所営業企画部	
南雲 道彦	新日本製鉄東京研究所	
西浦 鳩治	光洋精工同分工場技術部	
四川 吉太郎	ヤマハ発動機本社	
西中川 裕	山陽製作所	
根本 雅可***	工業技術院製品科学研究所	
灰川 昭三	寺内製作所生産部技術課	
旗野 裕之	新潟県工業技術センター三条試験場	
馬場 惇	住友重機工業産業機械事業部	
林 正雄	理化学研究所変形工学研究室	
日小田 正	いすゞ自動車川崎工場生産技術室	
平井 恒夫	福井大学工学部	
藤井 尚	不二越軸受製作所	
藤原 増久	日本精工技術本部	
藤村 豊	東京電子製作所中沢事業部	
前田 敏三	東京大学工学部精密機械工学科	
益田 亮	相模工業大学	
増田 茂	川崎油工技術部	
松浦 佑次	早稲田大学理工学部機械工学科	
松下 久人	会田鉄工所技術二課	
松田 太郎	日本グリース	
松本 周三	島野工業	
宮川 松男	都立大学工学部機械工学科	
村上 明	大興金属	
村松 勁	日本電装生産技術部	
山上 正男	飯村機械製作所技術課	
山田 通	東海理化電機製作所	
山本 晃	東京工業大学精密工学研究所	
山本 博一***	大阪府立工業奨励館	
湯本 良	黒沢通信工業	
吉田 勝彦	日立金属特殊鋼部	
吉田 道雄	日本鍛造工学研究所	

(注) * 主査, ** 幹事, *** 運営委員

表1 45年3月現在 冷間鍛造分科会委員名