

インジウム成形装置の製作

藤田 和之¹

1. 技術部装置開発室

はじめに

インジウムは高価な金属である。現在、直径 1 mm、長さ 1 m のもので約 6000 円であり、アルミニウムの約 10 倍の価格である。銀白色の金属で、融点は摂氏 156.4℃と低い。非常に軟らかく熱伝導や密着性が良い。本研究所では、極低温状態（-263℃）での部品の熱接触に利用されている。何度も利用していると、インジウムの細かいくずが発生する。このくずを集めて成形ができると、再利用が可能になる。

理学部技術部機械工作室では既にインジウム成形装置を製作し利用していたため、この装置を参考にして製作した。この装置は、使用済みのインジウムをシリンダに入れ、シリンダ部分をヒータで 150℃まで温め軟化させる。その後 130℃まで下げてピストンで押し出すものである。

設計

理学部で製作されたものよりも部品数を減らし、大きな減速比¹の得られるウォームギアを考えた。装置開発室に 60:1 の減速比のもの在庫があったため、これを使用した。なお、理学部では平歯車を 6 枚使用して、最大で 27:1 の減速比を得ていた。

理学部ではこの装置を縦にしてインジウムを下方に押し出していたが、シリンダに入っているインジウムが溶けて流れ出てくる事があった。そのため、横にして設置した方がいいとアドバイスをいただき、横置きにした。これらの意見を基に製作したものを図 1 左に示す。

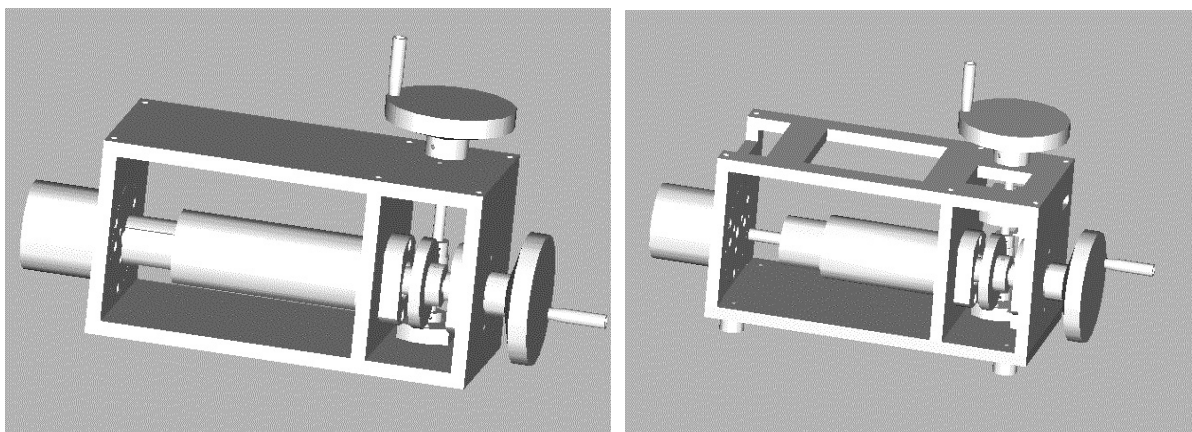


図 1 本製品の設計図。(左) 初期に製作したもの、(右) 改良を加え最終的に完成したもの。

¹ 歯車の歯数の比のこと。この比が大きいほど、軽い力で動作することが可能になる。

問題点と改良した点

初期に製作したものにはいくつか問題点があり、それらを改良する必要があった。表 1 に、製作した本装置の動作確認時に生じた問題点と、それに対する改良点を示す（各部品については、図 2 を参照）。

表 1. 初期に製作したものの問題点と、それに対する改良点

問題点	改良点
軸にかかる負担が非常に大きく、インジウムを押し出す方向とは逆に力がかかってしまう。その結果、軸が押し出され、それに伴い歯車がずれてしまった。	<ul style="list-style-type: none">・スパーサ（図 2 ①）を入れて隙間を減らした。また、セットカラーの止めねじを二箇所を増やし、セットカラーのねじが食い込むように軸に未貫通の穴を 1 箇所空け、軸への負担を減らした（図 2 ②）。・軸の一部を太くし、強度を上げた（図 2 ③）。
ヒータで温めている熱が全体に広がってしまい放熱が悪く、火傷の危険性があった。	上部と横部にスリット（図 2 ④）、さらに脚を 4 つ（図 2 ⑤）つけて、放熱しやすくした。
軸に止めねじの跡がついてしまい、抜けにくくなり解体（分解）するのが大変だった。さらにこのねじ跡が原因でハンドルを傷つけてしまった。	止めねじのあたるところを平らに削った。これにより、軸を抜く時、ねじ跡が引っかけないようにした（図 2 ⑥）。さらに、ハンドルを補強するため、真鍮をアルミの内側に埋め込んだ（図 2 ⑦）。
ウォームの取り付け、取り外しを行うには、ウォームのねじを外す必要があり、非常に不便だった。	ウォームの取り付け、取り外しをスライドで簡単にできるようにした。
組立後にカートリッジヒータを取り付けることはできなかった。	ガイドの先端を細くし、組立後でもヒータを取り付けることができるようにした（図 2 ⑧）。

これらの改良により、正常に動作するようになった。改良後の設計図を図 1 右に示す。

図 3 に最終的に完成した装置、図 4 にインジウムが押し出されている様子を示す。理学部の装置と同様に、150℃まで上昇させ、その後、130℃で動作させてみたが、インジウムを押し出すことはできなかった。140～145℃で動作させたところ、スムーズにインジウムを押し出すことができた。

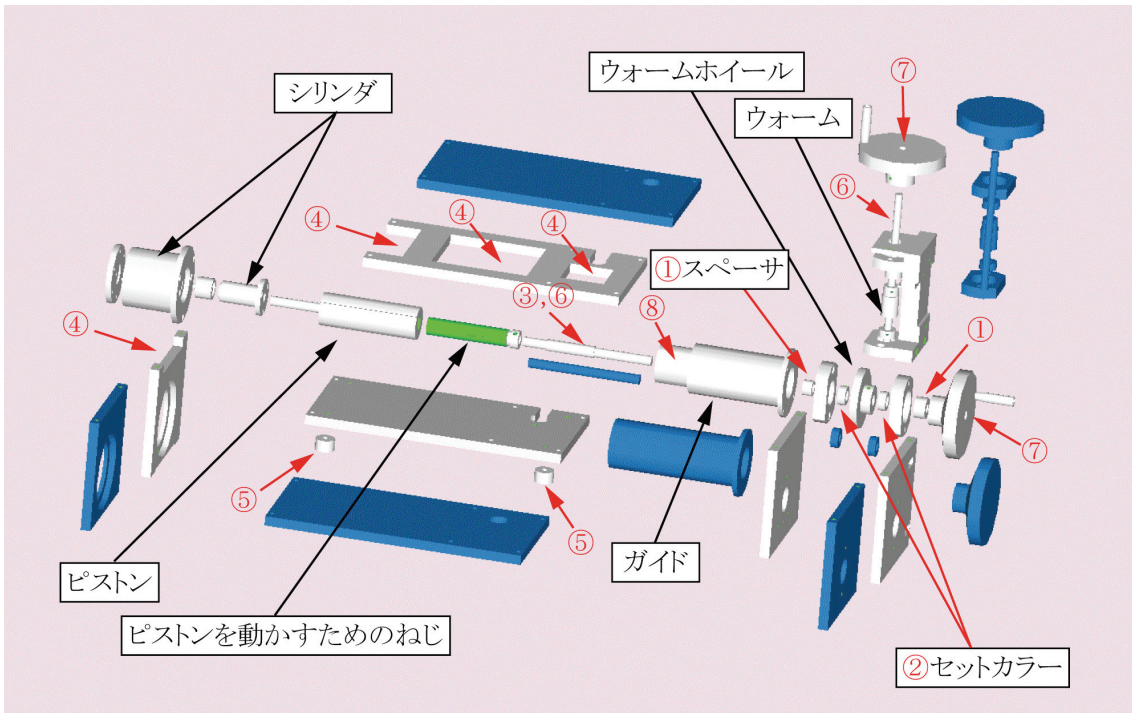


図 2 改良後の分解図（白色）。改良する前の部品を青色で示した。また、改良した箇所を赤矢印で示した。

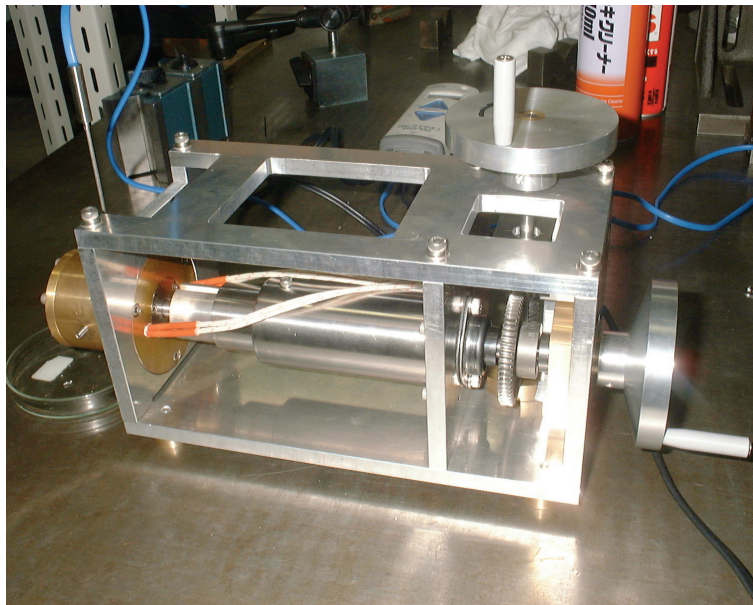


図 3 完成したインジウム成形装置。インジウムのくずをシリンダに入れ、温める。負荷がかかるまでは横のハンドルを回す。負荷がかかってから、ウォームをスライドさせ、ホイールと噛み合わせる。そして上のハンドルを回して、図 4 のように押し出される構造になっている。

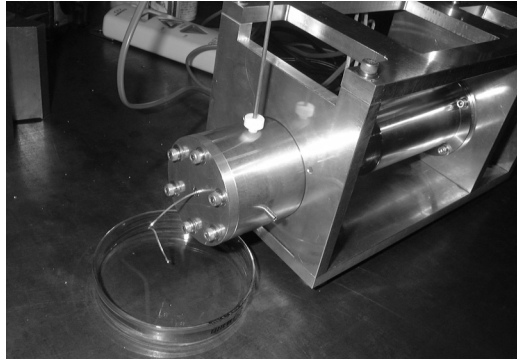


図 4 動作中の装置

NC 旋盤、NC フライス盤での製作

今回、汎用の旋盤やフライス盤に加えて、NC 旋盤や NC フライス盤（新堀ら、2007）も使用した。NC フライス盤では G コードを利用したプログラミングで容易に加工でき、さらに時間も短縮することができた（図 5）。

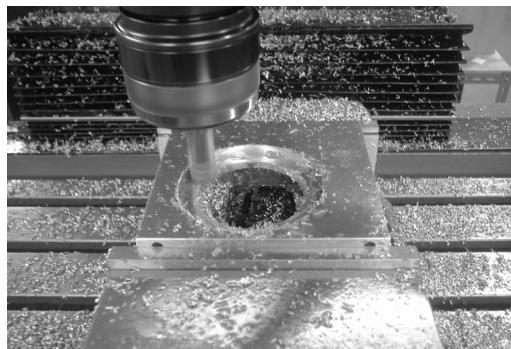


図 5 NC フライス盤で加工している様子

おわりに

インジウムを再利用できる成形装置を製作した。ぜひ利用していただきたい。

また NC フライス盤での加工にあたっては、G コード研修（FANUC 学校）で学んだことが役に立った。今後は G コードを利用した NC フライス盤の制御のスキルアップに努め、所内の皆様に貢献していきたい。

なお、研修への参加には低温科学研究所の予算を使わせていただきました。ここに感謝いたします。最後になりましたが、理学部技術部機械工作室の小川氏、加藤氏、佐々木氏、また本研究所技術部装置開発室の新堀氏、中坪氏に多大なるご協力をいただきました。心よりお礼申し上げます。

参考文献

新堀邦夫 石川正雄 高塚徹 中坪俊一 藤田和之 中鉢健太（2007）：NC フライス盤のレトロフィット 北海道大学低温科学研究所 技術部技術報告 第 12 号 p.25-28