

氏名	おざわ よしのり 小澤 由規
学位(専攻分野)	博士(工学)
学位記番号	博甲第706号
学位授与の日付	平成26年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
研究科・専攻	工芸科学研究科 先端フアイブ科学専攻
学位論文題目	ガスメーター部品の耐久性評価に関する研究
審査委員	(主査)教授 西村寛之 教授 濱田泰以 准教授 小滝雅也 大阪ガス(株) エネルギー技術研究所シニアリサーチャー *樋口裕思

論文内容の要旨

日本の家庭用都市ガスメーターの設置台数は約 2900 万台に及んでおり、その計量に基づいてガス料金が支払われている。近年では、ガスメーターは保安機能を具備しており、ガス供給における保安の要ともされている。また、地球環境保全と資源有効利用の観点から、一部部品の交換・修理された後にリユースされるが、個々の部品の使用期限の判断は各ガス事業者およびメーター製造業者に任せられてきた。しかし、ガスメーターに関する論文や文献は少なく、個々の部品の使用期限の判断根拠となる十分な実験事実により証明されたものがほとんどないのが現状であり、ガスメーターの部品リユースによる資源有効利用促進の大きな課題となっていた。ガスメーターはリユース品でも新品と同等の品質が要求されガスメーター部品の製品寿命を適切に見極め可能な評価手法が必要とされており、最適な評価方法の検討は学術的にも工業的にも重要であると考えられる。

本研究では、ガスメーターの部品リユースによる資源有効利用促進や、その検定有効期限の延長といった将来的なニーズも見据え、計量機能や保安機能を担う主要部品に対して実環境での劣化機構の解明を行い、市場での経年劣化を短期間で模擬再現可能な評価手法やリユース後 10 年の性能担保が可能なリユース時の検査手法の確立について詳細に検討している。

第 1 章では緒論として、本研究の背景、目的と意義、そして本研究に至った経緯を述べている。第 2 章では、第 3 章以降に議論を展開するために、ガスメーターの歴史的背景、計測原理と構造、要求性能などの既知の知見を調査、整理するとともに、主要部品の耐久性評価に必須となるガスメーターの要求性能を明確化している。第 3 章では、計量機能を担う主要部品として、ダイヤフラムの耐久性評価を行っている。その結果、ガスメーターのプラス側の器差変化の主要因は、ダイヤフラムの熱劣化であることを見出している。また、ダイヤフラムの 20 年相当の熱加速試験条件は、70°C で 2000 時間もしくは 60°C で 6000 時間であることを明らかにしている。第 4 章では、計量機能を担う主要部品として、バルブシート用シール剤の耐久性評価を行っている。その結果、バルブシート用シール剤の経年劣化に伴う機能低下の主要因は、シール剤材料の組成変化(分解や酸化劣化)でなく、その形状変化であることを見出している。さらに、熱加速試験の結果から、実環境でのバルブシート用シール剤の形状変化は、市場設置後数年で収束することを明らかにしている。第 5 章では、保安機能の 1 つを担う圧力スイッチに対して、リユース後 10 年間の性能

担保のため、リユース時に実施する選別検査の合格基準を策定している。その結果、選別検査時の各部品の要求性能値として、圧力スイッチの作動オン圧を新品より 0.03 kPa 高く設定することで、リユース後 10 年間の性能担保が可能であることを定量的に示している。第 6 章では、保安機能の 1 つを担う遮断弁に対してリユース後 10 年間の性能担保のため、リユース時に実施する選別検査の合格基準を策定している。その結果、選別検査時の各部品の要求性能値として、遮断弁の作動電圧を新品より 0.1 V 低く設定することで、リユース後 10 年間の性能担保が可能であることを定量的に示し、前述の圧力スイッチのリユース評価に用いた評価手法を発展的に応用できたことから、研究してきた促進劣化試験および統計的手法の汎用性を実証している。第 7 章では、この研究の実証成果をまとめ、さらにそれらの結論の意味するところを吟味している。

本研究においては、ガスメーターの計量機能や保安機能を担う主要部品に対して、耐久性評価手法やリユース時の検査手法を確立している。さらに、本研究成果を応用することにより、ガスメーターの高信頼性維持と部品リユースによる資源有効利用の両立を可能にしている。

論文審査の結果の要旨

本論文では、ガスメーターの計量機能や保安機能を担う主要部品に対して、耐久性評価手法やリユース時の検査手法を確立している点に特徴がある。さらに、本研究成果を応用することにより、従来より課題であったガスメーターの部品リユースによる資源有効利用促進に寄与し、ガスメーターの高信頼性維持と部品リユースによる資源有効利用の両立が可能であることを提案している。

これらの研究成果により、従来評価が困難であったガスメーター部品の実使用環境下での劣化機構解明や市場での経年劣化を短期間で模擬再現可能な評価手法を確立したことは、工業的に大変意義があり、さらに、ガスメーター部品のリユースによる資源有効利用促進や、その検定有効期限の延長といった将来的なニーズも見据え、計量機能や保安機能を担う主要部品に対してリユース後 10 年の性能担保が可能なりユース時の検査手法を確立したことは工業的のみならず、学術的な観点からも評価できる。

本論文の内容は次の 7 報に報告されており、7 報すべて申請者を筆頭著者とするものである。

1. Yoshinori Ozawa, Hiroyuki Nishimura, Takafumi Kawaguchi, Hideki Yamaguchi, "Achievement of the evaluation technique that verifies the 20-year reliability of diaphragm gas meters by several-month", International Gas Research Conference 2008, pp. 247-253 (2008)
2. Yoshinori Ozawa, Takafumi Kawaguchi, "Development of a reuse method for gas meter components", International Gas Research Conference 2011, pp. 2-14 (2011)
3. 小澤由規, 山口秀樹, 浅田昭治, 西村寛之, "ガスメーター用ダイヤフラムの長期信頼性評価", 日本ゴム協会誌, 第 86 巻, 第 7 号, pp. 227-233 (2013)
4. Yoshinori Ozawa, Hideki Yamaguchi, Akiharu Asada, Hiroyuki Nishimura, "Long-term reliability evaluation of the diaphragm for gas meters", Journal of Materials Life Society, Vol.25 Symposia, pp. 78-84 (2013)
5. 小澤由規, 浅田昭治, 西村寛之, "ガスメーター用バルブシートのシール剤の耐久性評価", マテリアルライフ学会誌 (投稿中)

6. 小澤由規, 浅田昭治, 西村寛之, "ガスマーター部品のリユース評価", マテリアルライフ学会誌, 25 [1], pp. 12-18 (2013)
7. 小澤由規, 浅田昭治, 西村寛之, "ガスマーター用遮断弁のリユース評価", マテリアルライフ学会誌, 26 [1], pp.1-7 (2014)

以上の結果より、本論文の内容は十分な新規性と独創性、さらに工業的な意義があり、博士論文として優秀であると審査員全員が認めた。