

A-06

混合物の等温気液平衡測定装置の開発

－ 気液平衡データの測定と予測式の作成 －

○山口朝彦^{*a)}, 志谷彰則^{b)}, 南畑祐司^{b)}, 富松佑介^{a)}, 中村康裕^{b)}, 金丸邦康^{a)}

^{a)}工学部機械システム工学科 混相エネルギー工学研究室

^{b)}大学院生産科学研究科機械システム工学専攻 エネルギーシステム学講座

*TEL: 095-819-2531, FAX: 095-819-2534, e-mail: tomo@nagasaki-u.ac.jp

1. 研究の背景

火力・原子力発電設備における動力サイクルの設計や、冷暖房や冷蔵庫のような冷凍サイクルおよびヒートポンプサイクルの設計には、その作動流体または冷媒の熱物性値が必要となります。また、石油の精製における蒸留、超臨界 CO₂ によるカフェイン分離、製薬における溶液の混合のような化学種の分離・混合過程においても、対象となる物質の熱物性値を知ることが必要となります。実際の装置の設計に際しては、コンピュータシミュレーションが用いられるため、測定によって得られた熱物性データそのものよりも、それらをもとに構築された熱物性予測式が利用されますが、高精度の測定データがないと高性能の予測式をつくることはできません。

現在、純粋物質および混合物の気液平衡データを測定するための装置は、安価で高性能のものは存在しません。また、蒸気圧の測定に際しては、安定した平衡状態を実現するのに時間がかかり、装置の操作に多くの手間を要します。さらに、混合物の熱物性データは、様々な物質に対する膨大な組み合わせの数と無限にある混合比のために、必要なデータがいつも用意されているとは限りません。

2. 研究の概要

我々、混相エネルギー工学研究では、純粋物質および混合物の平衡圧力測定装置を開発し、それで得られたデータをもとに、熱物性予測式を作成しています。今回紹介する研究では、可能な限り規格品を用い、測定を自動化することで、制作コストおよび運転コストをおさえ、高精度の VLE データを容易に測定できる測定システムの開発を行っています。また、同時に、測定されたデータをもとにコンピュータシミュレーションで利用される熱物性予測式の研究・開発を行っています。

測定装置は、自動化が可能な注入ポンプと、平衡セルからなる静止法を用いています。装置全体は、自作によるものですが、ISO および JIS 規格のパーツと Swagelok の配管部品を可能な限り利用しており、精度を維持しながら作成コストを抑えています。精度が必要となる注入ポンプについては、規格品をさらに研磨して精度を上げています。

熱物性予測式については、Peng-Robinson 状態方程式の混合則に UNIFAC または UNIQUAC の活量係数モデルを取り入れた汎用状態式を用いています。使用範囲を測定データで網羅しなくても、精度のよい実験データが数シリーズあれば、高精度の熱物性予測式を導出することが可能です。

3. 研究の応用展開

本測定装置を用いて 3 成分混合物の測定が可能です。また、本測定装置で作成した注入ポンプは、注入体積を高精度で制御できるので、これらを利用した過剰エンタルピー測定装置を作成することが可能です。また、平衡セル内で安定した温度、圧力雰囲気を実現できるので、これを利用して音速の測定を行うことで、PVT データと併用して他の熱力学量の導出が可能となる他、予測式の検証を行うことができます。

1. 研究の背景

混合物の分離・生成プロセス, 物質の不純物除去, 物性値の予測式評価, パラメータフィッティング, 動力サイクルの作動流体

気液平衡 (VLE) データが必要

VLE測定装置の開発
熱物性予測式の導出

2. 研究の概要

静止法を利用した本測定装置の利点

- 安定した気液平衡状態を容易に実現できる.
- 測定に使用するサンプル量が少ない.
- 高精度の測定が可能である.
- 装置の自動化が可能である.

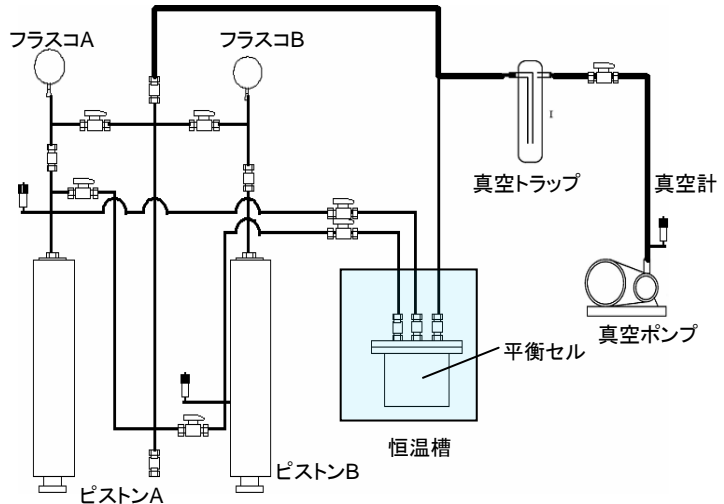


図1. 気液平衡データ測定装置の概略図

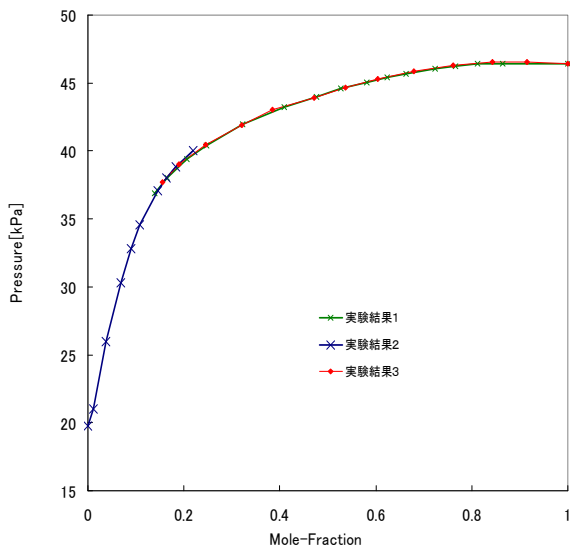


図2. 水-エタノール混合物の等温気液平衡線図 (60°C)

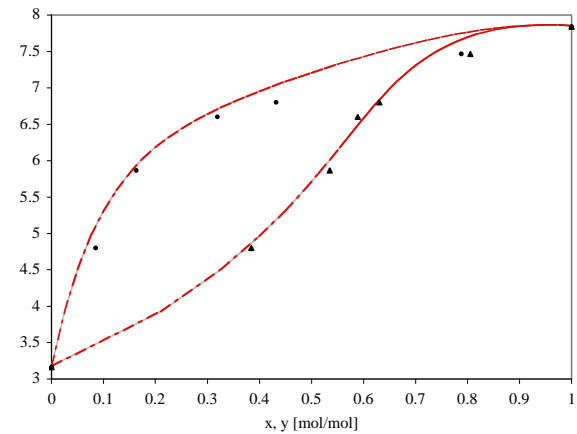


図3. 水-エタノール混合物の予測結果

3. 研究の展開

実験装置の自動化
計測装置の検定

トレーサビリティの確認

・3成分混合物の等温気液平衡データの測定
・過剰エンタルピー, 音速の測定

信頼性の向上および測定実験の効率化