

二液混合液体の臨界点近傍における音速と吸収

九州大学教養部 武田信一
乾 雅祝

1. 序

二成分混合液体の臨界点近傍では非常に大きなスケールの密度あるいは濃度の臨界揺らぎが存在している。この揺らぎは温度 (T) と 臨界温度 (T_c) との差 ($T-T_c$) に依存し、また媒質中を伝播する音波は温度 T に変動を与え、また同時にその臨界温度 T_c が圧力の関数であるため音波により変動を受ける事が知られている。[1, 2] 本研究では相図中に二相分離領域を持つ液体メタノール (CH_3OH) とシクロヘキサン (C_6H_{12}) 二元液体混合系について超音波による音速及び吸収の温度依存性を調べた。特にこの混合液体の等モル濃度近傍の1相-2相臨界点近傍を中心として音速及び音波吸収の挙動を調べるため測定を行った。本稿では実験方法、実験結果、考察について順に述べる。

2. 実験方法

測定には帝通電子研究所製の UAC-77 シリーズ超音波減衰測定装置を用いた。図1に超音波音速測定に用いた実験装置のブロックダイアグラム及び電気炉を含むセル部分を示す。送信及び受信の振動子としては 10MHz のジルコニア振動子を用いた。液体への振動の伝達には両面を研磨したパイレックスガラス棒を用いた。試料の長さは約 20mm 程度である。音速及び音波吸収の測定にはパルス-エコーオーバーラップ法を用いた。測定された音速の精度は 0.2% である。測定試料の温度を 58°C 程度まで上げたのち、 1.0°C/h 程度の割合で $T_c+3^\circ\text{C}$ まで下げ、その後 0.5°C/h 程度で下げて測定を行った。

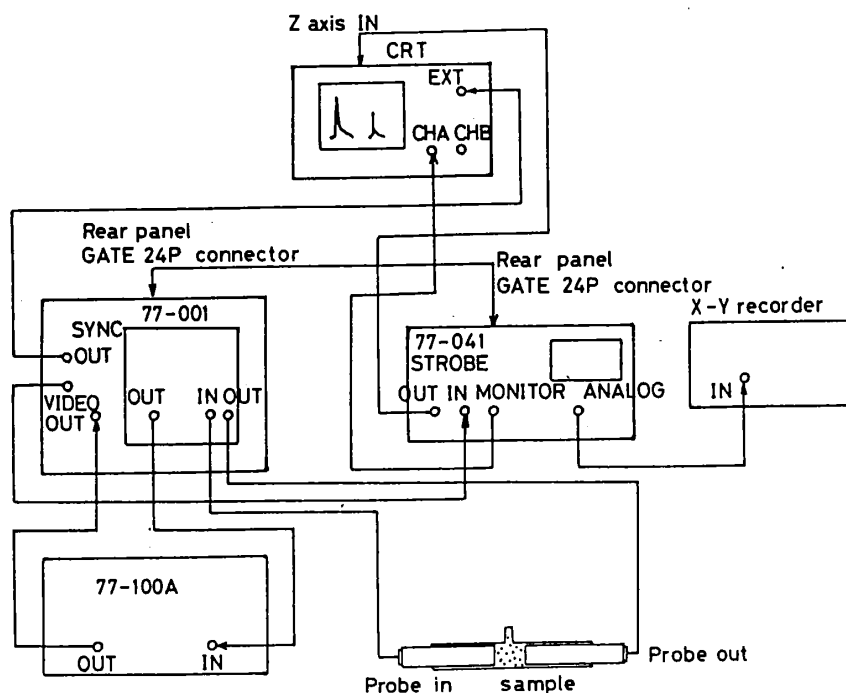


図1 超音波音速及び音波吸収測定装置のブロックダイアグラム

3. 実験結果

測定された液体メタノール (CH_3OH)、シクロヘキサン (C_6H_{12}) 及びその混合系組成の音速の温度変化の様子を図2に示す。また図には臨界組成での音波吸収の温度変化の様子を一緒に示してある。ここで得られた音波吸収の値は相対値である。この音速測定から得られた臨界温度は 51.8°C と光散乱による測定に比べ 3°C 程高い値が得られた [3]。また音速の温度依存性には臨界点近傍では特に急激な変化は見られないが、音波吸収の値が臨界温度に近づくにつれて急激に増大していることがわかる。また高温側でも音波吸収の増加がみられるが、メタノール (CH_3OH) の沸点が 65°C であり、高温側では気体-液体の転移点に近づくためと考えられる。

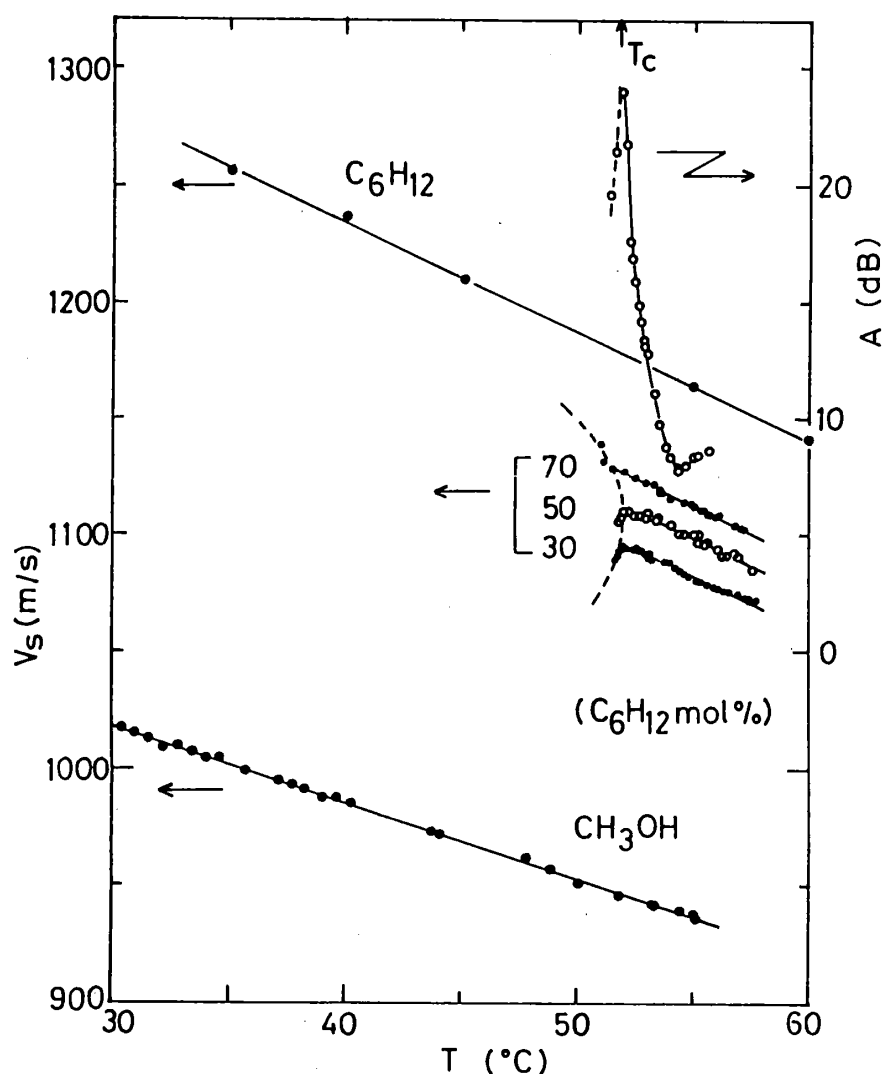


図2 二液混合系 (C_6H_{12}) x (CH_3OH) 100-x の (x=0, 30, 50, 70, 100 mol%) の音速と臨界組成の音波吸収の温度変化

4. 考察

音速の温度依存性には臨界点近傍では特に急激な変化は見られないことから音速はこのような二液混合液体の臨界点で臨界指数は持たない。また音波吸収については、この臨界点より上の温度領域に限れば臨界現象のない場合の通常の運動（ずり粘性など）による吸収は、この狭い温度領域ではほぼ一定と考えられる。従って第一近似としてこの大きな吸収の温度変化は臨界現象による音波吸収の増加と考えてよい。臨界現象による音波吸収を表す部分 A と $T - T_c$ (T_c は臨界温度) との $\log\text{-}\log$ プロットを図3に示す。図からわかるように $\log\text{-}\log$ プロットは直線関係を示しており、これは吸収の温度変化が $A \sim (T - T_c)^{-\gamma}$ の様になっている事を示している。その指数 γ は 0.15 の値が得られた。またこの二元混合液体系の 55°C での音速の組成依存性及び断熱圧縮率を図4に示す。

今後は更に精密な温度制御を行う事により精度を高めた音速、吸収測定の実験を行い、臨界点近傍での振る舞いを調べると共に音波吸収に関する解析を深める予定である。

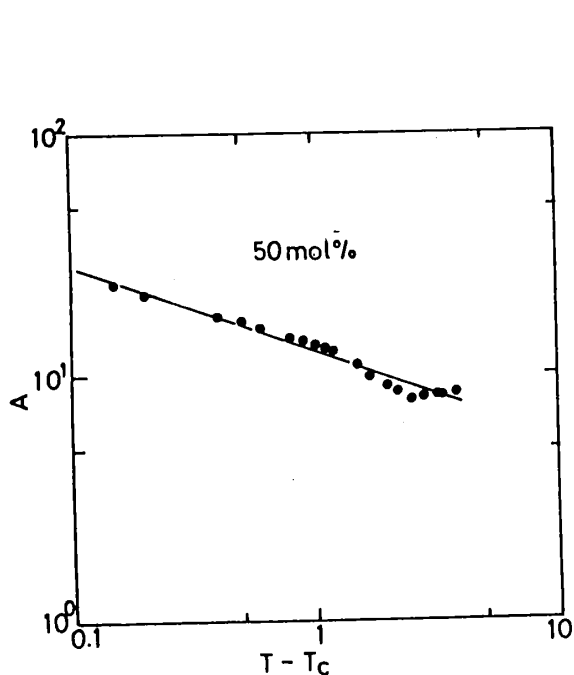


図3 音波吸収 A と $T - T_c$ との $\log\text{-}\log$ プロット

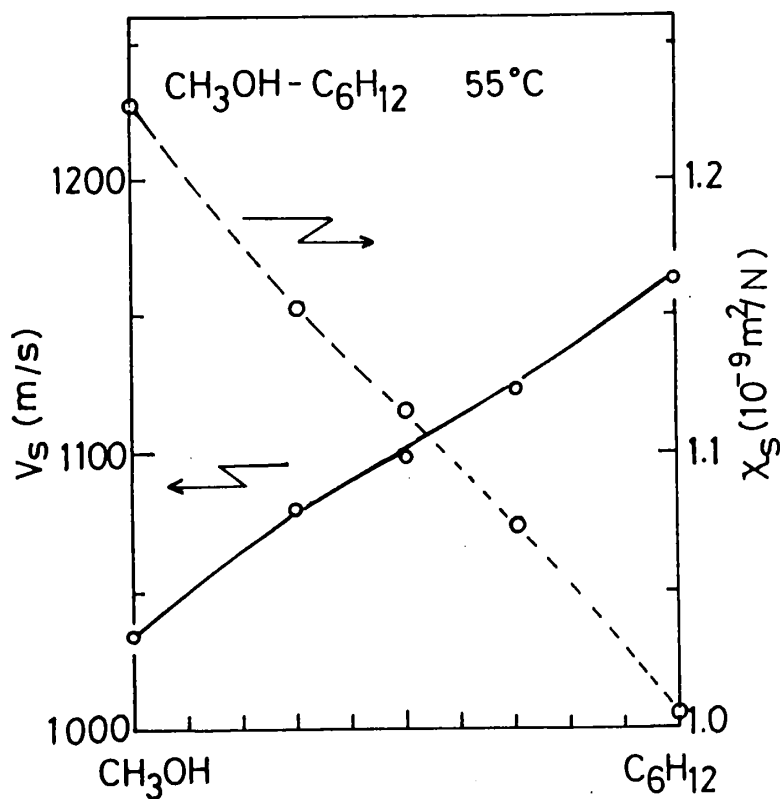


図4 $(\text{CH}_3\text{OH}) - (\text{C}_6\text{H}_{12})$ の混合系の音速及び断熱圧縮率の組成依存性

参考文献

- [1] 和田八三久：音波物性，共立出版(1969)
- [2] W.P.Mason, ed: Physical Acoustics, Vol.1-16, Academic Press (1964-1983)
- [3] S.Kawase, K.Maruyama, S.Tamaki and H.Okazaki: Phys. Chem. Liq. (1993) to be published