Bussei Kenkyu

^{3}He－^{4}He 混合系の気相液相臨界点近傍に於ける臨界揺動

東大・物性研，Duke 大・物理*
三浦裕一，生嶋明，H. Meyer*

二次の相転移である流体系の気相液相転移に関して，従来多くの実験がなされてきた。そして，それらの結果はスケーリング則と普遍性の概念を支持しているように見える。

一方，混合系の気相液相転移は，濃度という，もう一つの自由度を持つ二次相転移であり，この新しい自由度のもたらす効果に着目して，近年静的な量についての研究が，理論的にも実験的にも進められている。

特に，^{3}He−^{4}He 系の研究は組織的に進められている。この系においては，理論的に提出されたスケーリング型の状態方程式によって，熱力学的諸量の臨界点近傍での挙動が定量的に説明される段階にきている。

しかし，動的な量についての研究は，理論的にも実験的にもほとんどなされていないのが現状である。そこで，我々は臨界揺動の動的測面を解明するため，^{3}He－^{4}He系においてRayleigh散乱を臨界等積線に沿って行なった。試料は，x_3 を ^{3}He の濃度として，$x_3 = 0.999$，0.952 及び 0.793 のものを選んだ。

散乱光強度には，混合系では温度揺ぎに加えて濃度揺ぎからの寄与もある。しかし，普遍性の概念から，全体として純粋な ^{3}He，^{4}He と同じ臨界指数で発散することが予想される。測定結果を第1図に示す。実線は，$x_3 = 0.999$ に対する解析曲線であり，純粋 ^{3}He，^{4}He と実験誤差内で一致する臨界指数が得られた。$x_3 = 0.95$，0.79 の場合は，臨界点より遠い温度領域では，この曲線に乗っており，静的スケーリング則が確認された。しかし，臨界点に接近するにつれ，この曲線からそれることがわかった。

散乱光のスペクトルは，光子相関法で測定された。スペクトルの半値幅は，輸送係数に比例している。純粋系では，熱拡散係数のみが存在しており，単一ローレンツ型のスペクトルが得られる。

一方，混合系では熱拡散係数に加えて質量輸送係数も存在する。また，両者のカップリングの大きさも興味ある問題である。測定の結果を第2図に示す。散乱光強度の時間相関は，単一の緩和時間を持つことがわかった。これは，単一のローレンツ型スペクトルであることを示している。よって，熱拡散係数と質量輸送係数とのカップリングは小さく，両者の大きさは実験誤差内で等しいことがわかった。これらの結果は，理論的予想とも一致している。

NII-Electronic Library Service

Bussei Kenkyu

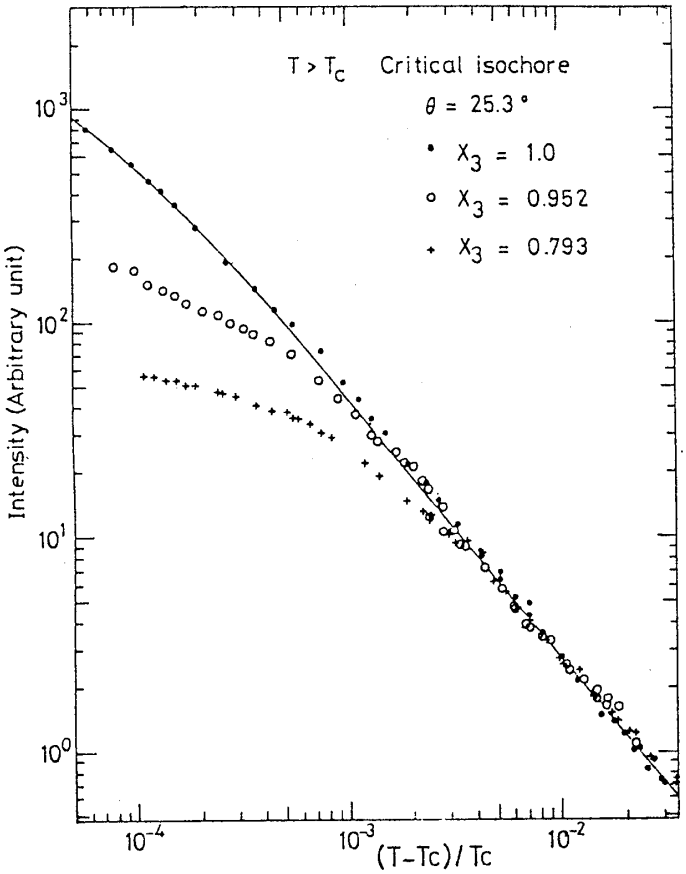

Fig. 1 Rayleigh Scattering near T_c

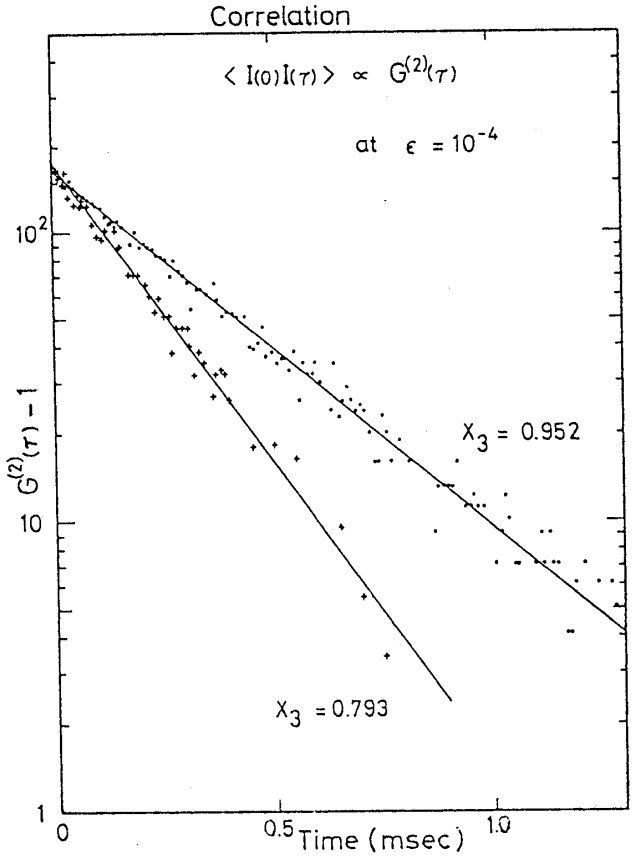

Fig. 2

NII-Electronic Library Service

Bussei Kenkyu

次に，スペクトルの半値幅を臨界等積線に沿って測定し，その結果を第3図に示す。実線は，$x_3 = 0.999$ に対する解析曲線であり，純粋 ^{3}He, ^{4}He と実験誤差内で一致する臨界指数が得られた。しかし，$x_3 = 0.95$, 0.79 の場合は，散乱光強度の結果と同様に，臨界点近傍でこの曲線からそれることがわかった。

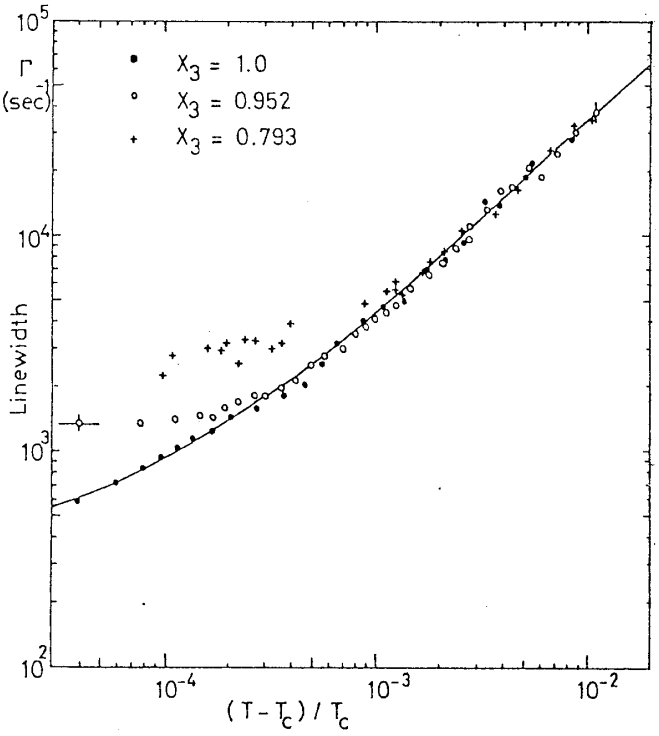

Fig. 3 Rayleigh linewidth
$T > T_c$ Critical isochore
$\theta = 25.3°$

このように，x_3 が 0.5 に近づくにつれ転移が鈍化することがわかった。もし，臨界密度の実験的決定の誤差が大きいとき，見かけ上このような結果が得られる。そこで，光散乱とは独立な光学的方法で試料容器の密度勾配を測定した。その結果，臨界密度の誤差は無視できる程小さいことが確認された。次に，臨界温度については，熱平衡緩和時間が急変する温度と，最大散乱光強度を与える温度が一致することから，誤差が小さいことが確認された。よって，観測された転移の鈍化は，混合系に特有の現象と思われる。

この点について，更に実験的に検討を続けている。

臨界多重散乱

広島大・総合科学部　大林康二・吹野陽一・渡部三雄

臨界光散乱は，静的ならびに動的臨界現象を研究するための有力な実験方法である。近年の実験技術の向上によって，極めて高精度の測定が可能となったが，2つの重要な問題が未解決である。その1つは，臨界指数 η の決定である。この指数は，古典的なOrnstein-Zernicke型の相関関数からのずれを示すものであるが，高精度の測定にもかかわらず，決定的な実験がなされていない。もう1つは，動的臨界現象における，Kawasakiの理論とFerrellの理論との差の験証である。

NII-Electronic Library Service