

# 構造ガラスのミニレビュー - : 個人的な視点

川崎恭治

九州大学名誉教授

## Keywords

Mode coupling theory (MCT)

過冷却液体をさらに冷やして行くと多くの場合結晶化する前に液体の構造を保ったままで凍りつく所謂ガラス状態になる。これは古くから知られている事実で、これまで長い間実験家、理論家や計算機シミュレーションによって研究が続けられてきたが臨界現象のときの様にある時急激に理解が進み解決されると云うことはなく、理解不完全のまま現在に及んでいる。この大きな原因はガラスが基本的には非平衡の問題であることによる。例えば過冷却液体からガラス状態への転移は温度と体積またはエントロピーの相図で記述されるが終わりのガラス状態はこれら 2 つの熱力学的変数だけでは表せない。何故ならガラス生成には液体の過冷却以外に多くの仕方があり終わりのガラス状態はたとえ温度、圧力が同じでも相図の異なった点に行き着くからである。この問題に関係する人々のバックグラウンドは物理だけでなく化学、工学、計算機科学者などなど多様である。従ってこの問題への視点も人により多種多様である。ガラスのレビューについて講演しようとするのと全ての視点を公平に取り上げる事は不可能で、少なくとも私の能力の限界を超えている。ここでは私が 20 年余り関心をよせてきた私の視点からガラスのレビューを試みる。ガラスについての一般的な導入ののち 1980 年代中ごろに始まったガラスのモード結合理論 (MCT) について話す。元々微視的スケールに較べて非常に大きなスケールの揺らぎのダイナミクスのために開発された MCT をガラスの様なマイクロなスケールが関わる問題に適用することに無理がありこの理論がでた当初は私も含めて懐疑的な見方が多くみられた。それから 20 年余りたった現在、MCT は多くの実験や計算機シミュレーションの結果の説明に成功し、揺るぎ無い地歩を確保している。ここでは元来ガラスの研究者が問題にしてきたガラス転移に伴う比熱や粘性係数などのマクロな性質の異常ではなくスピンエコー法による中性子散乱で得られる様な微視的ではあるが長時間の揺らぎの問題に焦点が移っていることは注意すべきである。しかし MCT はガラスの限られた側面しか取扱えず、MCT で問題にしている時間領域をこえた長時間での熱的活性化過程を必要とする現象には手がでない。即ち MCT はガラス問題への多くのアプローチの一つに過ぎない。MCT と相補的なアプローチとして結晶状態から出発する方法がある。即ち結晶に欠陥を次々に入れて乱してゆくと終には非晶質の固体、即ちガラスになる。ここで導入する欠陥のうちの特に重要な転位や回位などのトポロジカルな欠陥といわれるものは独特な幾何学的性質をもっており形の科学と通じるものがある。もし会議までにこれ等の問題について準備できればそれ等についても触れたい。