

ray tracing 法による星形成過程のシミュレーション

成 田 真 二 (同志社大学理工学研究所)

1. はじめに

孤立した太陽質量程度の molecular cloud core の自己重力による収縮・原始星形成過程は、磁場や角運動量が存在すると、かなり異なった非球的収縮・星形成過程に至る可能性がある。特に、角運動量の速やかな輸送が起こらない場合は、central core の冷却が進み、場合によっては星形成に至らない可能性すらあるように思われる。

2. 輻射輸送

ray tracing 法 (long characteristics 法) を用いる。各時刻に各点で最も有効な ray の方向を常に探索し選択すれば、各点での ray の本数はわずか数千本以内で radiation intensity について $10^{-5} \sim -6$ の精度が得られるため、計算量の膨大さの問題を克服することは可能である。Variable Eddington factor 法を用いる。

3. 計算方法・初期条件

2 次元軸対称構造を仮定する。磁場の効果は含まない。 $1M_{\odot}$ 、初期半径 5000AU、一様密度 1.1×10^{-18} g/cm³、角速度 $\omega = 2.0 \text{ s}^{-1}$ の剛体回転とする。初期温度および外部温度を 10K とする。初期 cloud の熱エネルギーおよび回転エネルギーの自己重力エネルギーに対する比は、 $\alpha = 0.51$, $\beta = 0.02$ である。

4. 計算結果

試みに、角運動量が輸送されない場合を計算した。grid number は $N_r \times N_\theta = 150 \times 30$ 。図は計算領域 5000AU の内の中心部分 ~50AU を示す。Fig.1a は子午面内の密度分布である。平板衝撃波が赤道面に平行に $z \sim 4\text{--}5\text{AU}$ 付近に生じる。Fig.1b は温度分布である。中心温度は 40K 余り、衝撃波面では 2~30K 程度である。衝撃波面が高温になる状態は ray tracing によって表現された。参考までに flux-limited diffusion approximation を用いた結果を Fig.2 に示す。この簡便な近似では、衝撃波面の温度上昇を表現できず、disk の構造も幾らか異なる。

5. まとめと課題

ray tracing 法は accreting disk の衝撃波面での温度上昇を表現し、disk の進化の記述についても信頼できるだろう。ray tracing 法を用いることは、時間発展の問題でも可能であり、計算量は必ずしも重過ぎることはない。central disk のその後の進化・星形成に至る過程が、角運動量の輸送率によってどのような影響を受けるかを追求することが課題である。

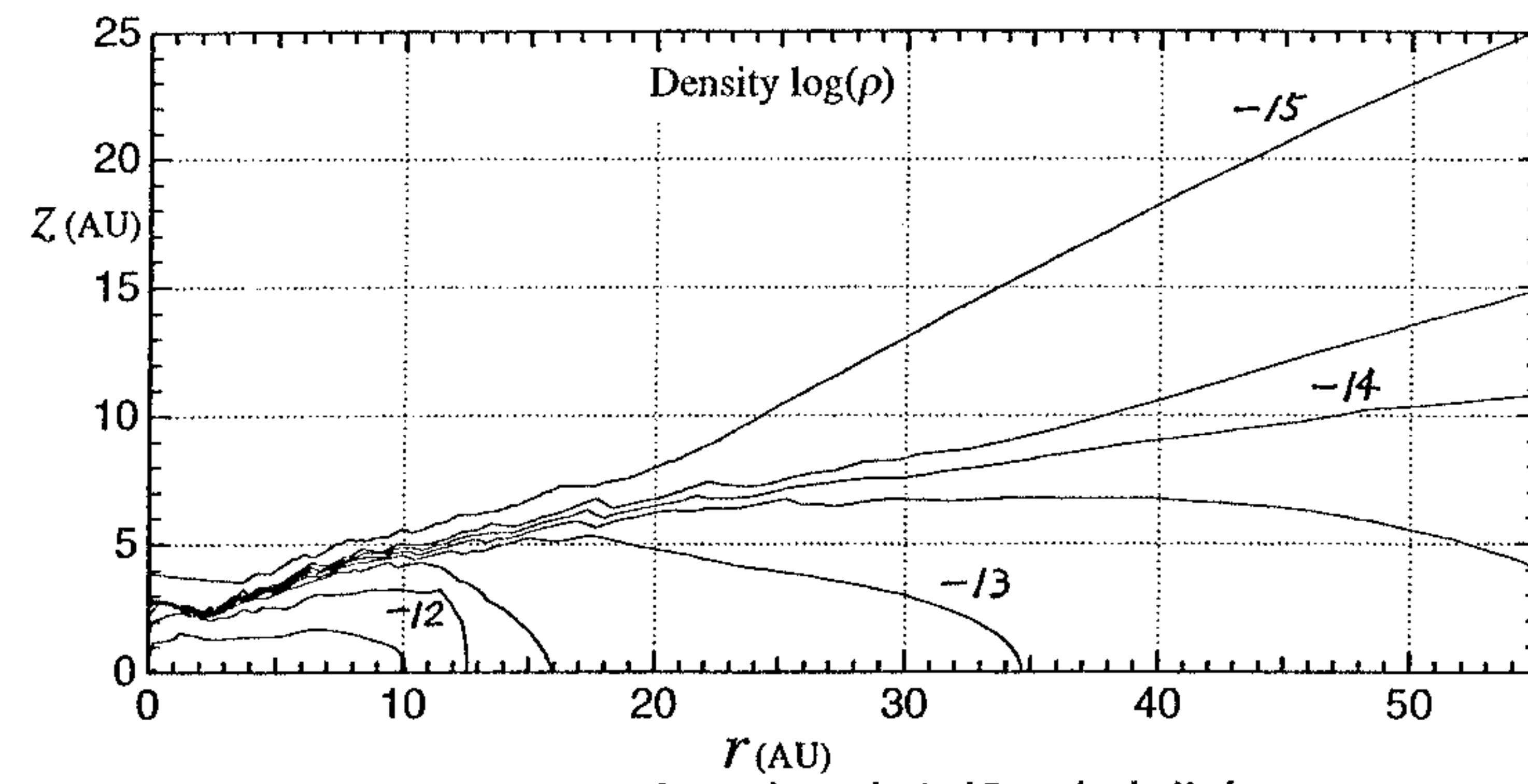


Fig. 1a 子午面内の中心部の密度分布

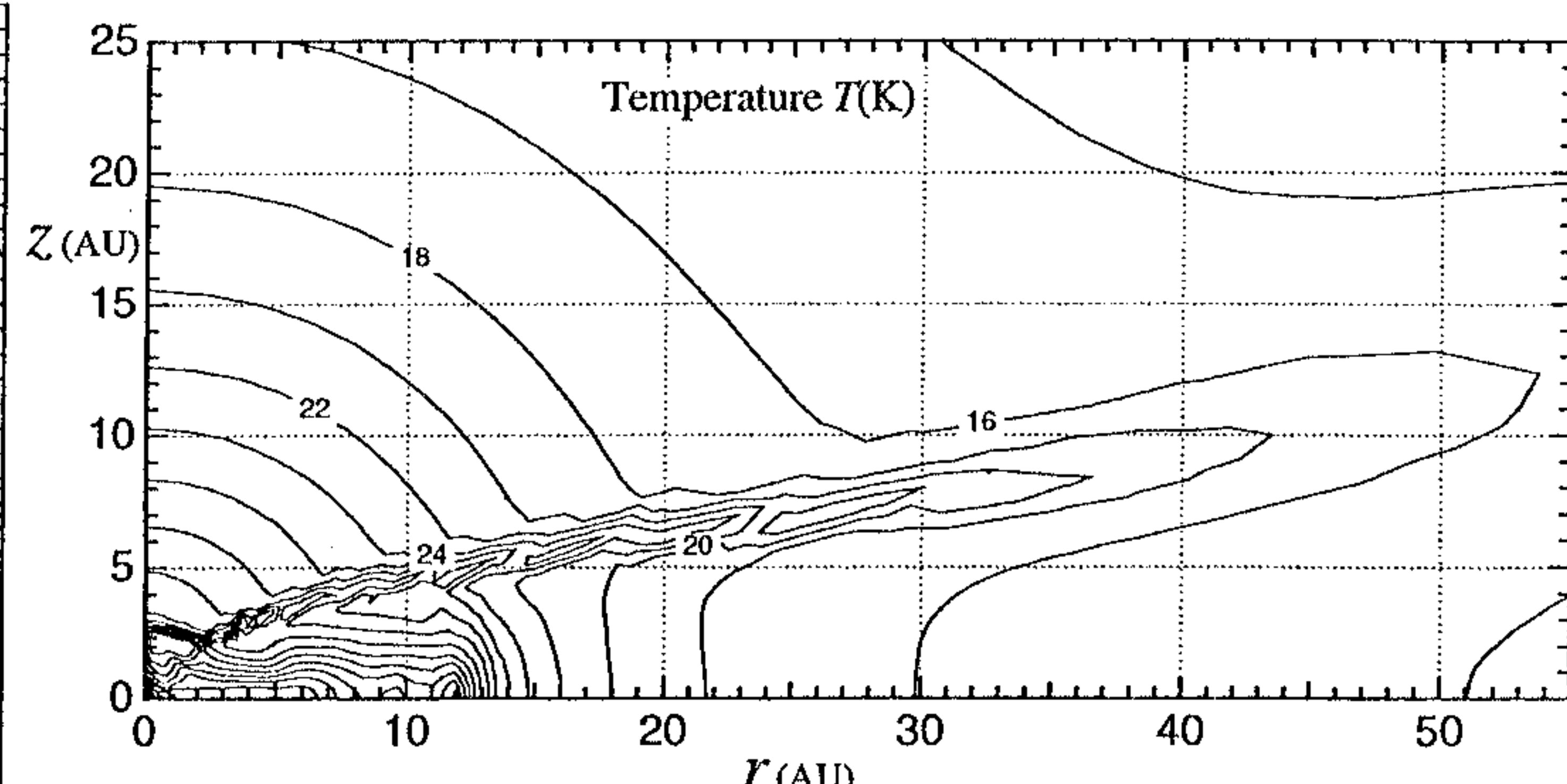
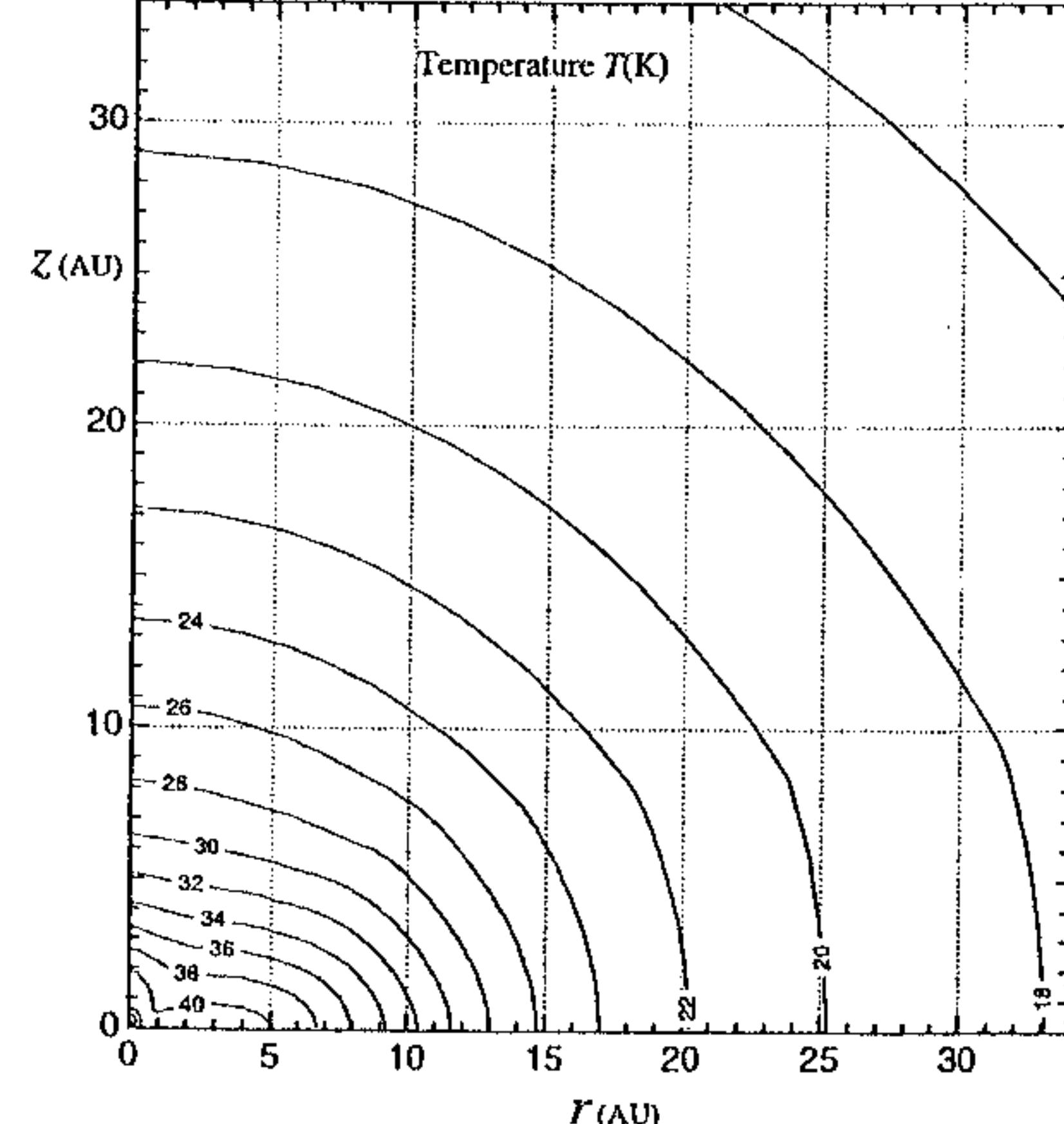


Fig. 2 子午面内の中心部の温度分布 (flux-limited diffusion 近似の場合)