**4**大橋

**The discovery power of modern astronomical instruments**

光学機器と検出器の原理

**4.1 IMAGING THE SKY; MORE THAN PICTURES**

・天体のmapping→天体の位置決定(astrometry)

　　　　　　　　 　天体の形や環境(隕石や連星などの情報)

Friedrich Besselが年周視差の測定方法をはじめて発表(1838)

p[arcsec]を年周視差とすると、天体までの距離dは

 d = 206,265/p [AU] = 1/p [pc]

例)61 Cygni

 p=0.3”　より　d=3.33 pc (テキストの4.33pcは誤植 wikiで確認済)

1989年に打ち上げられたHipparcosにより10万を超える天体の座標及び運動が得られた。後に誤差20-30mas(milli-arcsecond)で250万超の天体(11等以下の天体の99%以上)の座標のカタログが作成された。なお、これはまだCCDでなく光電子倍増管を採用していた。

近年ではGPSの発達により地球の極運動や自転がsub-mas程度の精度(相対論を考慮しなければならないレベル)で測定されている。

・等級

かつては裸眼で見える最も明るい星が１等、最も暗い星が6等。

現在は5等級差が光度比で100倍になるように定められている。2つの天体の光度をS1,S2、等級をm1,m2とした時の関係式はテキストの通り。

2波長間の等級の差はcolorと定義され、天体の温度などが分かる。(HR図など)

また、1つの天体を様々な波長で観測することは、遠方銀河の場合にはその距離を見積もれるだけでなく、その天体の物理状態の解明に役立つ。

明るさが時間変動する天体も非常に重要

周期的→連星系、セファイドのような脈動変光星の場合には周期-光度の法則により天体の距離が分かる。

非周期的→新星やブラックホールを有するAGN、降着円盤、超新星。超新星はタイプ別に特徴的な光度曲線を描くので距離が分かることも。

**4.1.1 Early surveys of the sky**

全天は41,254平方度(月は0.2)で、ほとんどの望遠鏡は倍率が大きいため1度程度しか撮像できない。ただしシュミット式の望遠鏡は42.25平方度程度まで撮像可能。全天の撮像には南北2台の望遠鏡と広視野をカバーする検出器が必要。

初期の感光材やCCDは量子効率が数%以下と非常に悪かったが、高画素の巨大モザイクCCDが作られるようになって広視野撮像の効率も上がった。

**4.1.2 Digitized surveys**

CCDの利点

(1)高感度

(2)UV(0.8um)～近赤(1.0um)の広帯域に対応

(3)pcで処理できる

惑星系を持つ天体のわずかな光度変化(1%程度)を観測できる。分光観測と組み合わせることにより星や惑星の半径も見積もれ、多波長観測と組み合わせることで大気組成も分かる。

前にもあったように、遠方銀河における超新星を見つけるためにCCDを備える望遠鏡が使われる。その光度曲線をいくつもの望遠鏡で数週間にわたって観測し、それが近接する連星系にある白色矮星の爆発によるI型超新星であれば距離が、また分光観測を組み合わせることで赤方偏移が得られる。これらの観測からダークエネルギーの存在により宇宙は加速膨張していると考えられている。

　宇宙の全エネルギーの75%を占めるダークエネルギーは負の圧力を有し、重力に反発して宇宙膨張を加速させている。宇宙の構成成分は状態方程式パラメーター$w=p/ρ$で分類され、w=-1の成分が宇宙項に対応する(w=0は物質・非相対論的成分、w=1/3は放射・相対論的成分)。超新星以外にも弱い重力レンズ効果やバリオン音響振動、cluster counts？などもCCDによる観測対象になっている。(最後訳に自信ないです)

Pan-STARRS:ハワイに設置された4台の望遠鏡を用いて継続的に全天をサーベイし、移動天体や突発天体を検出する計画。

1つのCCDチップは非常に小さいが、液体窒素や冷却器を用いて冷却される必要があり、またCCDを操作する集積回路も必要であるため、カメラ全体は非常に大きい。

非常に明るい天体の近くにある暗い天体を観測するときには、副鏡を支える支柱や主鏡の縁で散乱される散乱光の影響が問題になる。これを克服する方法の一つとして、コロナグラフという、焦点面に不透明なものを置いて明るい天体からの光を妨げる手法がある。副鏡の支柱からの散乱光を取り除くため、副鏡による像の位置に支柱のサイズと方向を模したマスクを設置し、もし必要なら間に補助的にfield lensを挿入する。



T. Mituhashi, Proceedings of EPAC 2004