

論文内容の要旨

論文題目:

The relation of the Galactic extinction map to the surface number density of galaxies

(~~銀河系ダスト減光地図と銀河個数密度~~)

氏 名 矢 幡 和 浩

銀河系ダスト減光とは、銀河系外から到来する光の強度が、銀河系内のダストによる吸収および散乱を受けて実際よりも暗くなる現象である。ダスト減光の度合いは光の波長に大きく依存し、近赤外～紫外の波長域で顕著に観測される。ダスト減光の強さを知らなければ、我々は銀河系外天体の本来の明るさや色などを知る事ができないため、銀河系ダスト減光の地図は銀河系外天体を扱う光赤外天文学にとって非常に重要なデータとなっている。

現在、最も広範囲に利用されているダスト減光地図は、1998年に Schlegel, Finkbeiner, Davis の3名(以下、SFD と表記)によって作られたものである。しかしながらこの地図は、ダスト減光を直接見積もったものではなく、ダストの遠赤外線での放射量から間接的に求められたものである。そのため、この地図の前提となっているいくつかの仮定が破れている場合には系統的な誤差が生じてしまう。過去の研究では、この地図は、分子雲内部およびその周辺のような減光の強い領域 ($A_V > 0.5$ mag、 A_V は V バンドでの減光量。) において、減光を過大評価しているとの報告がいくつかなされている。

本論文では、銀河系外の観測にとって重要な低減光領域における SFD 減光地図の系統誤差の有無を、Sloan Digital Sky Survey(以下 SDSS と表記)によって観測された $\sim 10^7$ 個に及ぶ銀河データを用いてこれまでより高い精度で調べた。

我々は SDSS の観測領域を SFD 減光地図での減光量 A_{SFD} に応じて分割し、それぞれの領域において SDSS 銀河の個数面密度 S_{gal} を求め、これと SFD 減光量との比較を行った。もし SFD 地図が正しく減光を推定していれば、 A_{SFD} が増加するにともない、 S_{gal} は減少していくはずである。また、減光を補正した上で S_{gal} を計算したならば、 S_{gal} は A_{SFD} にはよらず、一定となる事が期待される。しかしながら、我々が得た結果は驚くべきもので

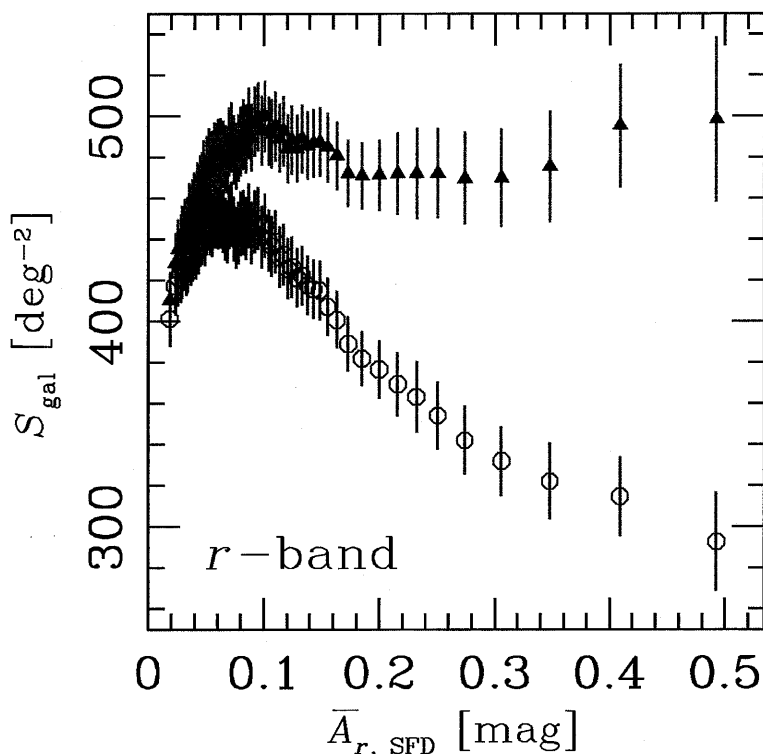


図 1: SDSS 銀河の個数面密度 S_{gal} と SFD ダスト減光 $A_{r,\text{SFD}}$ 。赤は減光補正前。青は $A_{r,\text{SFD}}$ によって減光を補正した後のもの。

あった。 r バンドでの減光が 0.1mag よりも強いところにおいては、おおよそ上に述べた期待通りであったが、減光が 0.1mag よりも弱い所においては、 A_{SFD} が小さくなるにつれて S_{gal} は増加するどころか減少していたのである (図 1)。この事実は、 A_{SFD} に何らかの系統誤差があることを示している。

SFD 減光の小さい領域において S_{gal} が少なくなる原因としては、SFD 地図がそのような領域において減光量を過小評価していると考えるのが最も単純である。しかしながら、この単純な仮説が真である場合、遠赤外線放射量と負の相関をもつダスト成分が大量に存在しなければならず、また、この仮説を元にした減光曲線の評価からは、これらのダストは分子雲に存在するよりも大きな粒子で構成されていなければならないという示唆が得られる。これらを物理的に正当化する事は難しい。

我々は、図 1 に見られた S_{gal} と A_{SFD} の正の相関の原因を探るため、まず SDSS 測光クエーサーの個数面密度を調べた。その結果、クエーサーの個数面密度と A_{SFD} との間には正の相関が見られなかった。次に我々は、遠赤外光と並んでダストのトレーサーである、中性水素 (21cm 線) の地図を SFD 減光地図の代わりに用い、図 1 に示したのと同じ解

析を行った。その結果、中性水素の強度と S_{gal} との間にも図 1 にみられるような強い正の相関は見られなかった。

このように正の相関は SDSS 銀河と A_{SFD} の間でのみ見られるものであった。このことから、SFD 減光地図が持つ何らかの誤差は SDSS 銀河と関係があるものである事が予想される。SFD による減光地図は、実際には遠赤外光の地図である。つまり見方を変えると、我々の解析は銀河個数面密度と減光量の相関というよりも、銀河個数面密度と遠赤外光の相関を調べたのだといえる。この事から我々は、**低 A_{SFD} 領域での S_{gal} と A_{SFD} の間の正の相関は、銀河からの遠赤外光がダストからの光として減光地図に混入している事によって生じている**という仮説を提案した。観測された遠赤外光は銀河系内ダストからの放射と銀河からの放射の和であり、 A_{SFD} が小さい領域では、ダストからの寄与が小さく銀河からのそれが卓越する。そのような領域では、遠赤外光の銀河起源の成分と、その銀河の個数面密度の間に相関が見られる事は自然である。

この仮説を検証するため、我々はまず、「銀河は統計的に一様に分布しているが、銀河の分布と相関のある誤差がダスト減光地図に存在する」という状況の元で、観測された正の相関が再現されるかをシミュレーションを用いて調べた。シミュレーションの手順は以下の通りである。(1)SDSS の観測領域に仮想銀河をポアソン分布で一様にばらまく。(2) A_{SFD} を真の減光だとして、仮想銀河の面密度に応じた“誤差”を A_{SFD} に加えた新たな減光 A_c の地図を作る。(3) 仮想銀河の数を真の減光である A_{SFD} に基づいて減少させる。(4)SDSS の観測領域を A_c の値によって分割し、それらの領域で仮想銀河の個数面密度と A_c の比較を行う。その結果、 10^{-3} mag オーダーの誤差が減光地図に存在すれば観測結果を再現しうる事が判明した。

次に我々は、SDSS 銀河が放射する遠赤外光を見積もり、これが 10^{-3} mag オーダーの誤差を A_{SFD} にもたらすかどうかを検証した。SDSS 銀河と IRAS PSCz カタログの銀河から求めた、遠赤外光と可視光との光度比を用いると、SDSS 銀河からの遠赤外光は確かに 10^{-3} mag 程度の誤差を生じさせる事が確認された。

これらの結果は我々が提案した仮説と一致している。これをふまえ、我々は SFD によるダスト減光地図には銀河からの遠赤外光が混入している事による系統的な誤差が存在するとの結論に至った。

この銀河からの遠赤外光は近く利用可能になる「あかり」の全天サーベイデータによって大部分を取り除く事ができると期待される。