

2. 「夜空の明るさ」問題について

ガイドライン (対象) すべての人

前章 1 - b (2)に見るように、天体観測・観察の障害要因を代表する用語として、これまでは、「光害」が用いられることが多かった。

本章においては、夜間に星が見えにくくなることについて、現象としての「夜空の明るさ」の増大に関する問題であると捉え、環境問題として整理する。

2 - 1 「夜空の明るさ」について

「夜空の明るさ」とは、地上から大気を通して星を観測する際の背景の明るさ（輝度）のことをいう。光学的に星（の光度）が観測される場合には、背景の輝度が低い程、観測条件が良いといえる。

本章において「夜空の明るさ」問題とは、「夜空の明るさ」が自然光に対して相対的に大きい状況が地域的に発生していることをいう。

2 - 2 必要調査検討

「夜空の明るさ」問題は、どのような観察条件を想定して、観察結果の解釈等を議論すべきかについて、既存の知見が非常に少ない。

ところが、当該問題を上記のように地域における環境保全上の問題として捉える場合には、将来のモニタリングのあり方の検討が必要不可欠である。

地域における照明環境の指標とするためにも、「夜空の明るさ」のモニタリングが成立するには、観察結果の（各種要因の影響）評価モデルの設定と必要観察手法（体制）の確立が急がれる。

2 - 3 抑制に向けた取組と将来のモニタリングのあり方について

「夜空の明るさ」の抑制が環境保全上の課題として、どのような意義を持つかについては、上記の調査に基づき整理される必要があるが、地上からの人工光の過剰な漏れが「夜空の明るさ」増大に寄与していることは自明であり、このような状態は、地域内に良好な照明環境を阻害する要因を多く含んでいることを示す。

そこで、「夜空の明るさ」のモニタリングについて、地域における照明環境の一つの指標として捉えることが、本章が示す個々の対策の達成状況の把握としても有効であると考えられる。

また、将来は、地域における「夜空の明るさ」の状況（星が良く見えること等）そのものについて、市民の意識を反映した目標が示されることも望まれる。

[解 説]

2 - a 「夜空の明るさ」について（図 2 - 1 参照）

「夜空の明るさ」とは、地上から大気を通して星を観測する際の背景の明るさ（輝度）のことをいう。光学的に星（の光度）が観測される場合には、背景の輝度が低い程、観測条件が良いといえる。

本章において「夜空の明るさ」問題とは、「夜空の明るさ」が自然光に対して相対的に、大きい状況が地域的に発生していることをいう。

1相対的に：

瞬間的な「夜空の明るさ」は、その時点の（エアロゾルの様態も含め）気象（ミクロ・マクロ）に大きく影響を受ける。

「夜空の明るさ」は天空において一様ではない

2地域的に：

「夜空の明るさ」問題の改善は、（当該問題に対する住民意識も踏まえ、）地域における良好な照明環境の達成に寄与するものであると考えられる。

(1) 問題の環境保全上の意味

「夜空の明るさ」問題は、夜間の地上からの人工光（以下、地上光という）が大気中で光の進行方向にかかわらず、あらゆる方向に散乱されることにより発生する。（ここでの「地上光」は、一般に照明と呼ばれるものだけでなく、様々に発せられる人工光全体を差す。例：ヘッドライト、広告物の掲示等）

地上の観察者は、観察方向における自然光と大気層中の散乱による光度を重ね合わせたものを「夜空の明るさ」として観察することとなる。

観察方向の大気中にエアロゾルが分布している場合には、空気のみが存在する場合に比べ、そこでの散乱は相対的に大きくなる。また、散乱される地上光（特に水平面より上方に漏れる光）の発生の様態（強さ、方向性、分布）にも「夜空の明るさ」は、大きく関係している。

この発生プロセスにおいて、環境保全上の問題とされるのは、

地域における地上光の様態が、照明環境レベルと不均衡であること（地域照明環境）

観察時において、大気汚染が、エアロゾル等による地上光の散乱に影響を与えていること（定性的には、このような現象が現れると考えられるが、寄与の大きさの推定については、殆ど既存の知見がないといえる。夜間の気象の観点からも、総合的な研究が待たれる。）

の2点である。

(2) 自然光（夜天光）と夜空の明るさ（観察の前提条件）

上記のプロセスによって、「夜空の明るさ」の増大が起こる以前に、夜空は、ある程度の明るさ（輝度）を自然に有している。これは、「夜天光」と呼ばれ、（発生源が地上に近いものから）「大気光」、「黄道光」及び「星野光」の3種が主な光源である。この3種は、時間的にも、また地平高度によっても変化する。

(a) 「大気光」：

地球の上層大気の子や原子が太陽からの放射、とくに波長の短い紫外線などに刺激されて発する光。

発光領域が、厚みを持ち、大気層に沿って広く分布するため、地平近くを観察する程明るさが増すが、天頂から半径30度以内では、殆ど差は見られない。

天頂方向での一平方秒角当たりの光度は、23.4等級（自然光全体の17%）

(b) 「黄道光」：

太陽系の中を運動する個体微粒子が太陽光を散乱した光。

天頂方向での一平方秒角当たりの光度は、22.5等級（自然光全体の42%）

（ただし、黄道以外の影響は少ない）

(c) 「星野光」：

恒星や星雲の光の集積である光

天頂方向での一平方秒角当たりの光度は、22.5等級（自然光全体の41%）

（ただし、天の川付近では、より大きな値の分布がある）

これらのことから、黄道から離れた最も暗い夜空の明るさは、「大気光」と「星野光」の合計として、一平方秒角当たりの光度は、22.1等級に相当すると考えられている。

(3) 用語の整理

(a) 等級

天文学において、星の明るさは等級という単位（無次元）で表される。1等級の差は100の5乗根 = 2.512倍とされ、等級が小さい程明るい。明るさの標準となる尺度は、標準星により規定されている。（例：ベガ 0.0等級、アルデバラン +0.8等級）

(b) 一平方秒角当たりの光度（等級）

そもそも、天文の分野で、広がりを持つ（面光源である）天体の光度を示す場合に多く使用される単位。環境庁が主催する「全国星空継続観察」事業における「夜空の明るさ」（写真撮影）の観察についてのとりまとめの際には、この単位が使用されている。

「夜空の明るさ」は、一般的な光学測定（照度・輝度）が対象とするよりも、微少な明るさを通り扱うため、等級として表される一平方秒角当たりの光度を一つの単位として表現することに妥当性がある。（他に、「S10単位」として、1平方度

角中にある10等星の数として表現することもある。)

これは、天文学的に先ず問題が提起されたことにより、天文学上で多用されている測光法が使用されてきたことにも由来する。

(参考)

一平方秒角当たりの夜空の明るさは、1平方秒角の中の光度の総和であり、星の明るさは元来点光源の光度である。従って、星の明るさとその背景の夜空の明るさが表現される等級上等しい場合であっても、1平方秒角が規定する面積を持つ背景の中で、点光源である星の光は判別できることとなる。

2 - b 必要調査検討(モニタリング手法の確立、短中期的課題)

「夜空の明るさ」問題は、どのような観察条件を想定して、観察結果の解釈等を議論すべきかについて、既存の知見が非常に少ない。

ところが、当該問題を上記のように地域における環境保全上の問題として捉える場合には、将来のモニタリングのあり方の検討が必要不可欠である。

地域における照明環境の指標とするためにも、「夜空の明るさ」のモニタリングが成立するには、観察結果の(各種要因の影響)評価モデルの設定と必要観察手法(体制)の確立が急がれる。

(a)各種要因についての有機的調査

- ・地上光様態による影響
- ・気象による影響(季節・天気、エアロゾル様態)

(b)シミュレーションモデルの検証

- ・散乱モデル
- ・大気の光学的厚さ

「夜空の明るさ」と(a)との相関について、(b)における検証で確認することが、モニタリング手法確立のために当面必要と考えられる調査の枠組みである。

2 - c 抑制に向けた取組と将来のモニタリングのあり方について(中長期的課題)

「夜空の明るさ」の抑制が環境保全上の課題として、どのような意義を持つかについては、上記の調査に基づき、整理される必要があるが、地上光の過剰な漏れが「夜空の明るさ」増大に寄与していることは自明であり、このような状態は、地域内に良好な照明環境を阻害する要因を多く含んでいることを示す。

そこで、「夜空の明るさ」のモニタリングについて、地域における照明環境の一つの指標として捉えることが、本章が示す個々の対策の達成状況の把握としても有効であると考えられる。

また、将来は、地域における「夜空の明るさ」の状況(星が良く見えること等)その

ものについて、市民の意識を反映した目標が示されることも望まれる。

(1) 抑制に向けた取組の提案

(a) 光害対策ガイドライン全体との連携

(b) 他施策との連携（地域環境基本計画、地域温暖化防止計画等）

(2) 対策効果の確認としてのモニタリングの活用

良好な照明環境実現に向けた対策の達成度と「夜空の明るさ」抑制効果の関係把握については、今後の調査が必要となるが、逆に、そのための知見の蓄積に向けても、モニタリングがさらに広く行われる必要がある。

なお、当該対策の達成度を確認する一手法として、モニタリングを実施する場合には、その継続性と個々のモニタリングの連携（場所的拡がり。各主体による情報の共有）が重要な条件となる。

(a) 継続の必要性

- ・ 気象要因の把握
- ・ 他諸要因の把握
- ・ 対策スピードとの関連性

(b) 連携の必要性

- ・ 地理的要因の把握
- ・ ネットワーク形成のメリット

(3) 環境教育プログラムとしてのモニタリングの意義

「全国星空継続観察」の実施においても、簡便なモニタリングへの参加が、市民の環境保全意識の向上に大きな効果を上げることが確認されている。

地域においても、本章の趣旨に基づき、モニタリングのプログラムが実施されることが望まれ、そのために、今後環境庁も人工衛星による観測データ等の最新の知見に基づく情報提供を行うことが必要である。

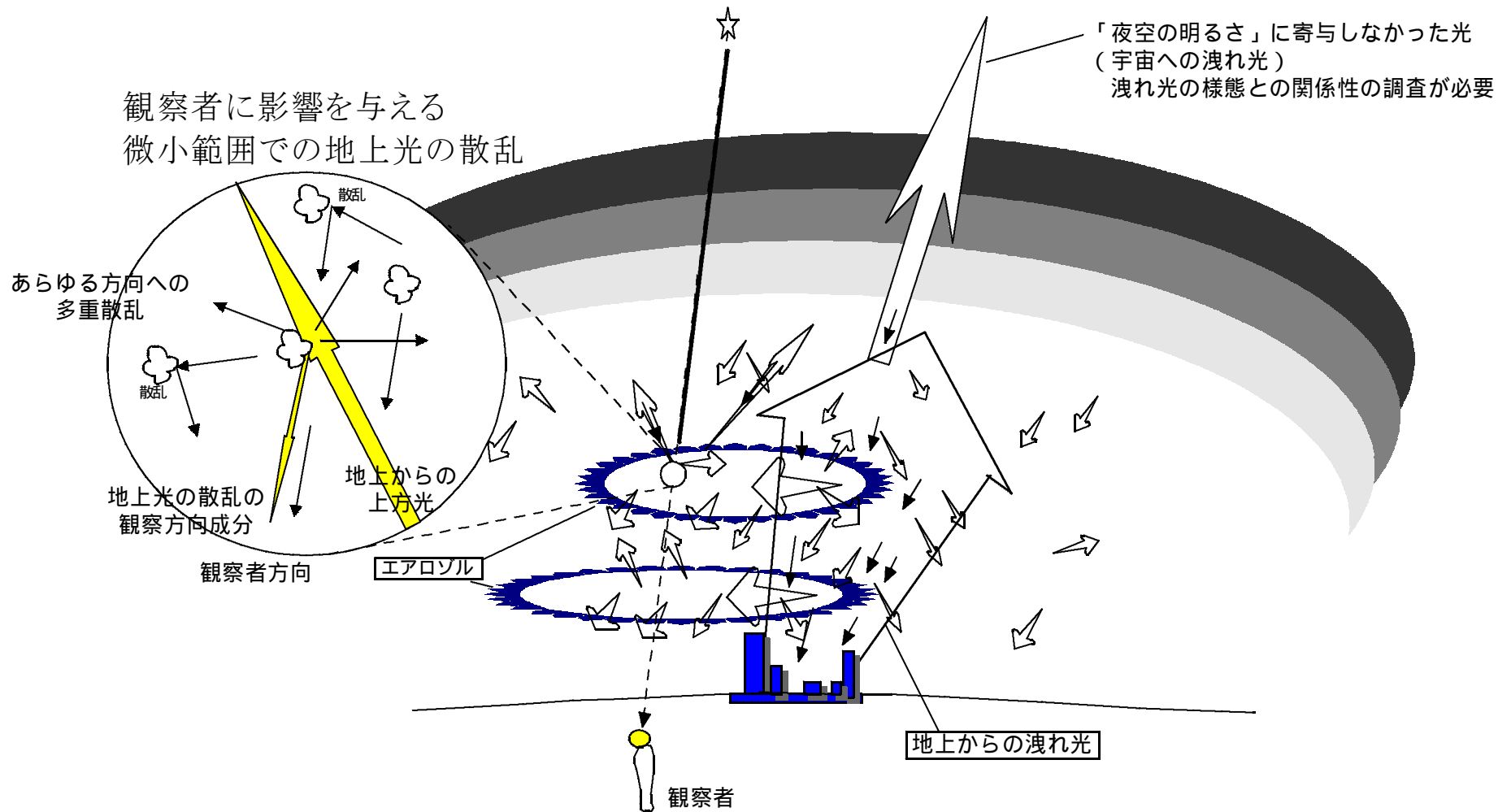


図 2 - 1 地上からの漏れ光と「夜空の明るさ」について