

CIE 85:1989 の廃止と CIE 241:2020 の発行 (2)

前号より続く

*喜多英雄

3. 太陽放射のモデル化 (続き)

太陽放射は、太陽の高度によって大気圏で通過する大気の厚さが変わることにより、大気での吸収も変化する。また高度が変わった場合、地表面で観測する角度が垂直上方か、太陽光に正対するかによっても放射照度が変わる。ここでエアマス(AM: Air Mass)という指標があり(図 7)、エアマスは、地表から垂直上方の大気の厚さを 1 とした時の太陽放射が透過する大気の厚さで表現する。

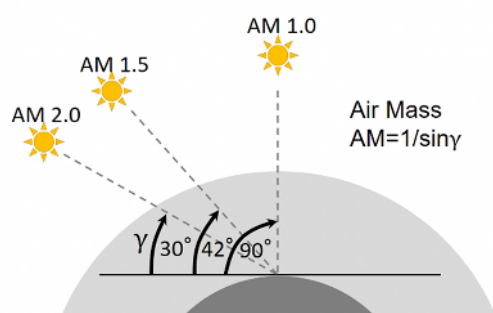


図 7 エアマス(AM: Air Mass) 概略図

エアマス 1.0 は太陽が垂直上方にある時で、水平面から 30 度の時エアマスが 2.0 になる。SMARTS では、このパラメーターも使い太陽放射を計算する。

太陽放射はエアロゾル等により大気中で散乱され、さらに地表では反射されるため、地表での太陽放射には太陽から直接照射されている成分と、散乱等による拡散放射として照射されている成分がある。CIE 241 には、地表面の反射や大気の拡散をすべて含んだ全天太陽放射: Global (hemispherical) solar spectral irradiance と、太陽から直接照射される成分のみの直達太陽放射: Direct spectral irradiance の 2 種類が記載されている(図 8)。

一般的に地表に置かれた対象物は、全天太陽放射が照射されているが、太陽光を導光する場合や、ミラー等を用いる場合、また角度特性を持った受光物の場合には、直達太陽放射を用いて計算に利用する。

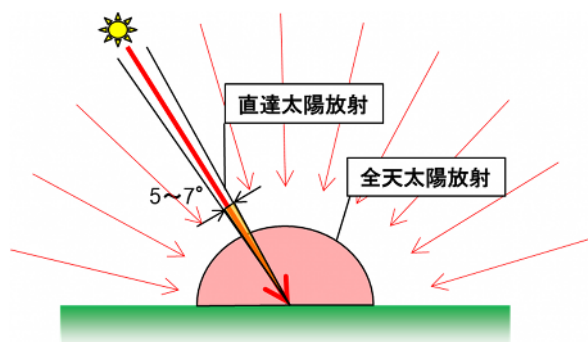


図 8 全天太陽放射と直達太陽放射

4. 各パラメーター

SMARTS 2.9.5 は、様々なパラメーターを設定して太陽放射を計算する。パラメーターには、計算する地点の大気圧・高度、大気特性モデル(US Standard 1976, mid latitude summer, Tropical など)、水分量、オゾン量、吸収ガス、二酸化炭素濃度、ETTR(9 種から選択)、エアロゾルモデルとその光学深度、地表反射率、波長範囲、出力する項目、視野角、スムージング関数、太陽の幾何条件(エアマス等)などがある(表 4)。

NREL (National Renewable Energy Laboratory)によるこの SMARTS 2.9.5 は、Fortran 言語のプログラムで、エクセルで計算できるインターフェースも供給されている(<https://www.nrel.gov/grid/solar-resource/smarts.html>)。

CIE 241 の本文には、22 種の様々な条件の太陽の放射照度の 5 nm ごとの計算結果が表として記載されていて、CIE の Web サイトでは、1 nm ごとの計算結果が入手可能である。またこれらのデータの各パラメーターも、CIE 241 に表としてまとめられている(表 5)。

22 種の内訳は、外部到達光の E0 と、全天放射 H が 11 種、直達放射 D が、10 種であり、直達放射で垂直上方からの入射の DN と、斜め入射で水平面受光の D に分けられ、エアマスや、水分量、オゾン量、エアロゾルの光学濃

*校正部 部長

度 (AOD)が違う様々なケースで計算されている。この
CIE 241 の CIE-H1 と、従来各種促進耐候性試験規格の
ベンチマークとして使われている CIE 85 の Table 4 は、同
じパラメーターとなっている。《次号へ続く》

表 4 SMARTS 2.9.5 で用いられるパラメーター

1	Comments (a text header)
2	Site pressure/altitude
3	Atmospheric profile (US Standard 1976, mid latitude summer, Tropical, etc., total of 10 choices);
4	Water vapour amount;
5	Ozone amount;
6	Gaseous absorption (default from atmosphere, or pollution levels);
7	Carbon dioxide concentration
8	Extraterrestrial solar spectrum (9 choices, plus user defined option)
9	Aerosol optical depth profile (11 choices, plus user defined)
10	Aerosol optical depth total magnitude ('turbidity')
11	Near and far region ground albedo (65 material spectral functions, plus user defined or fixed value input)
12	Spectral limits and wavelength steps for calculation and output files
13	Spectral output data selection (43 spectral dependent parameters available, including solar spectral irradiance for each radiometric component)
14	Configuration for circumsolar field-of-view computations
15	Configurations for smoothing filter (FWHM; Gaussian (normal distribution) or triangular shape) if desired – output defaults to additional 'scan file', *.SCN.TXT
16	Illuminance calculations options
17	Ultraviolet (280 nm to 400 nm only) calculation option
18	Solar geometry specifications (options are specific zenith/azimuth angles, air mass, time, date and location)

表 5 CIE 241 22 種の Table とパラメーター

Spectrum Label	Spectrum Label	Air Mass	Water Vapour	O ₃ content (atm-cm)	AOD ^{※1}
			(atm-cm)		at 500nm
CIE-E0		0	N/A ^{※2}	N/A ^{※2}	N/A ^{※2}
CIE-H1	CIE-DN1	1,0	1,42	0,34	0,10
CIE-H2	CIE-DN2	1,0	1,42	0,34	0,27
CIE-H3	CIE-DN3	1,0	2,00	0,30	0,20
CIE-H4	CIE-DN4	1,0	0,00	0,00	0,00
CIE-H5	CIE-DN5	1,0	2,00	0,30	0,00
CIE-H6	CIE-DN6	1,0	4,00	0,60	0,00
CIE-H7		1,0	2,00	0,30	0,00
CIE-H8	CIE-DN7	1,0	2,00	0,30	0,40
CIE-H9	CIE-D1	1,5	2,00	0,30	0,20
CIE-H10	CIE-D2	2,0	2,00	0,30	0,20
CIE-H11	CIE-D3	5,6	2,00	0,30	0,20

※1 AOD は、エアロゾル光学濃度 Aerosol optical depth の略。

※2 N/A は、該当なし Not applicable の略。

※CIE-H1: 全天放射 H の1つで、CIE 85 の Table 4 と同じパラメーター。