

岡山大学 理学部 地球科学科
平成 22 年度

卒業論文

金星紫外線反射率の時間変化：
金星探査機が撮像した紫外線画像の解析

平成 22 年 2 月 10 日

指導教員 はしもと じょーじ 准教授

岡山大学 理学部 地球科学科

05419531 遠藤 壮啓

要旨

欧州宇宙機関 ESA が打ち上げた金星探査機 Venus Express に搭載されている Venus Monitoring Camera により撮像された紫外線画像を用いて研究を行った。この画像を用いた先行研究には、平成 21 年度弓場勇矢の卒業論文がある。弓場の研究では、金星の紫外線反射率の緯度による違いを調べた。弓場の研究では、金星の南半球において、低緯度での反射率より高緯度での反射率が大きくなっている。

金星の雲の分布は数年の時間スケールなど時間により変動があるのかは分かっていない。それが存在するのか、存在するとしてどのようなものであるのかについて調べた。本研究では、弓場の研究である金星の紫外線反射率の空間的な変動に加えて、時間的な変動について調べた。

本研究では、観測期間 2006 年 5 月 15 日から 2007 年 10 月 21 日に撮像された画像と、観測期間 2007 年 10 月 22 日から 2009 年 5 月 3 日に撮像された画像を使用した。この 2 つの観測期間の各緯度での輝度の値を比較した。

結果は、両方の観測期間で南半球において高緯度で輝度が大きくなる傾向がみられた。また、観測期間が 2007 年 10 月 22 日から 2009 年 5 月 3 日の各緯度での反射光の輝度の平均に比べて、観測期間が 2006 年 5 月 15 日から 2007 年 10 月 21 日の各緯度での反射光の輝度の平均の方が約 10% 程度大きくなっている。

目次

第1章 序論

1.1 Venus Express と Venus Monitoring Camera	1
1.1.1 Venus Express	1
1.1.2 Venus Monitoring Camera	1
1.1.3 紫外線画像	2
1.2 金星の紫外線画像を用いた研究	3
1.3 研究の背景・目的	4

第2章 反射率

2.1 反射率	5
2.2 入射角・射出角・方位角	5
2.3 反射率の入射角・射出角・方位角依存性	5

第3章 データの概要

3. 第3章 データの概要	8
---------------	---

第4章 データ処理

4.1 画像の選別	9
4.2 入射角・射出角・方位角・緯度・経度の計算	10
4.3 使用したデータの範囲	10

第5章 反射率の入射角・射出角・方位角依存性

5. 第5章 反射率の入射角・射出角・方位角依存性	12
---------------------------	----

第6章 反射光の輝度の時間による変化

6. 第6章 反射光の輝度の時間による変化	27
-----------------------	----

第7章 まとめ

7. 第7章 まとめ	32
------------	----

参考文献

謝辞

第1章 序論

1.1 Venus Express と Venus Monitoring Camera

1.1.1 Venus Express

Venus Express は、欧州宇宙機関(ESA)により 2005 年 11 月に打ち上げられた金星探査機である。この金星探査機は、金星の周回軌道を回っている。その軌道は橢円軌道で、北極側で最も金星に近づき南極側で最も金星から遠くなる極軌道をとり、24 時間で金星を 1 周する。近金点はほぼ北極上空である。2006 年 4 月に金星の周回軌道に投入され観測を開始し、現在も観測を行っている。主に金星の大気組成の観測や、金星周辺に広がる電離大気を調査している^[1]。



図 1-1 金星探査機 : Venus Express

(画像は http://www.esa.int/SPECIALS/Operations/SEM7QM7NVE_1.html#subhead1 からの引用)

1.1.2 Venus Monitoring Camera

Venus Express にはいくつかの観測装置が搭載されている。そのうちの 1 つが Venus Monitoring Camera である。図 1-2 は Venus Monitoring Camera の写真である。このカメラは中心波長が 513nm の可視光線、中心波長が 965nm の近赤外線、中心波長が 1010nm の近赤外線、中心波長が 365nm の紫外線の 4 つの波長で金星を観測している。本研究では、中心波長 365nm の紫外線で金星を観測し撮像した紫外線画像を使用した。現在でも観測は続いているが、本研究では、2006 年 5 月 15 日から 2009 年 5 月 3 日までの観測で取得されたデータを解析した。

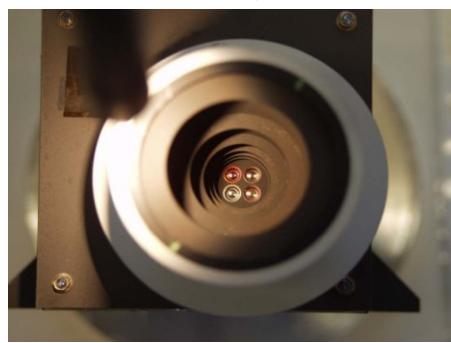


図 1-2 観測装置 : Venus Monitoring Camera

(画像は http://www.ittechnews.info/2008_02_01_archive.html からの引用)

1.1.3 紫外線画像

Venus Monitoring Camera により撮像された紫外線画像は、太陽の光が金星で反射された反射光を撮像したものである。

図 1-3 は本研究で使用した紫外線画像の一例である。この図を見ると、写っている金星に濃淡があるのが分かる。これは、金星の大気中に存在する紫外線吸収物質が関係している。金星は厚い雲によって覆われている。そのため雲が太陽の光を反射している。大気中の紫外線吸収物質の分布が場所によって違うためこのような濃淡ができていると考えられている。これまでの研究により、紫外線吸収物質が大気中に存在していることは明らかにされている。しかし、この吸収物質の正体は未だ明らかにされていない。



図 1-3 紫外線画像
(V0968_0048_UV2.IMG)

1.2 金星の紫外線画像を用いた研究

Venus Monitoring Camera が撮像した紫外線画像を用いた先行研究には、平成 21 年度弓場勇矢の卒業論文がある。弓場の研究では、金星の紫外線反射率の緯度による違いを調べた。図 1-3 は、反射光の輝度の緯度に対する依存性を表した図である。横軸は緯度で、 0° (赤道)から 60° (南緯)までである。縦軸は反射光の輝度である。縦軸の輝度は入射フラックスで補正(入射角のコサインで割り算)されている。これは、入射角が異なると入射してくる太陽光のフラックスも異なるためである。反射率を比べるために、反射面に同じ太陽光のフラックスが当たるように補正しなければならない。そこで、輝度の値により反射率の変化を見るために輝度を入射フラックスで補正した。以下入射フラックスで補正した輝度のことを輝度ということにする。また、この輝度は、それぞれの角度に含まれる輝度のデータを平均した値である。各点は、それぞれの緯度における反射光の輝度の平均の値を表している。この図から金星の南半球において、低緯度での反射光の輝度の値より高緯度での反射光の輝度の値の方が大きくなっている。

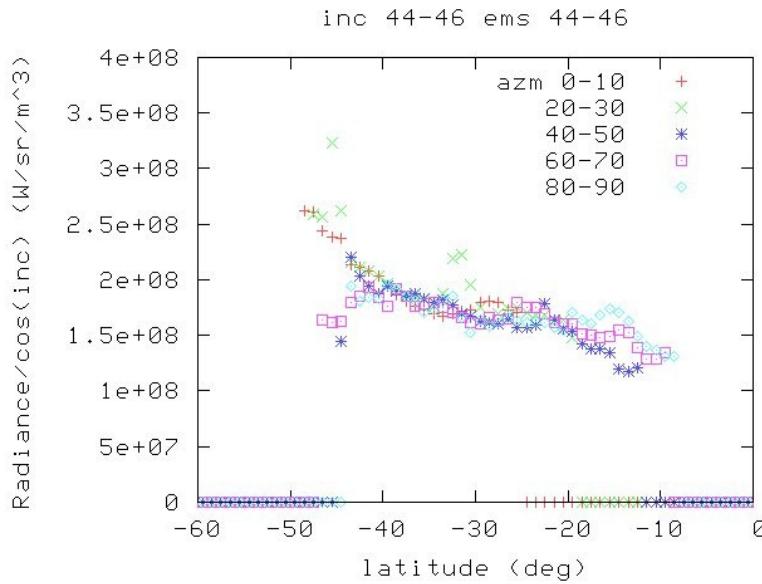


図 1-3 反射光の輝度の緯度に対する依存性(入射角が 44° 以上 46° 以下、射出角が 44° 以上 46° 以下で、方位角がそれぞれ 0° 以上 10° 以下、 20° 以上 30° 以下、 40° 以上 50° 以下、 60° 以上 70° 以下、 80° 以上 90° 以下の条件でのデータを抽出して各緯度における輝度の平均をプロットした図である)

(図は弓場の卒業論文[7]からの引用)

1.3 研究の背景・目的

本研究では、金星の紫外線反射率の時間による変化について解析した。

地球では数ヶ月や数年のスケールで雲の分布が変わるなど、時間スケールで雲の分布は変化している。一方で、金星では数年の時間スケールなど、時間により雲の分布に変化があるかどうか分かっていない。また、弓場の研究では時間による紫外線反射率の変化は調べていない。そこで、本研究では使用する紫外線画像の観測期間を弓場の研究で使用された紫外線画像の観測期間より延ばし、弓場の研究で使用された画像の観測期間での反射光の輝度と、本研究で使用した画像の観測期間での反射光の輝度を比較することにより、金星の紫外線反射光の輝度が時間により変化しているのかを調べた。

第2章 反射率

2.1 反射率

反射率とは、入射する光のエネルギーと反射して出していく光のエネルギーの割合である。反射率は、光が反射して出していく方向が同じでも、入射してくる方向が違えば異なる。また、光の入射してくる方向が同じでも反射して出していく方向が違えば反射率は異なる。光が入射してくる方向と反射して出していく方向が同じでも、光を反射している物体が違えば反射率は異なる。このような要因により反射率は変化する。

2.2 入射角・射出角・方位角

反射率を比べるために重要な3つの角度について説明する。

図2-1は入射角、射出角、方位角がどのような角度かを表した図である。鉛直方向上向きをZとすると、入射角は光が入ってくる方向とZ軸とのなす角度*i*である。射出角は、反射した光が出て行く方向とZ軸がなす角度*e*である。光が入射してくる方向をXZ平面とすると方位角は、反射した光の進行方向をZ軸に垂直な平面に投影したものとX軸のなす角度である。

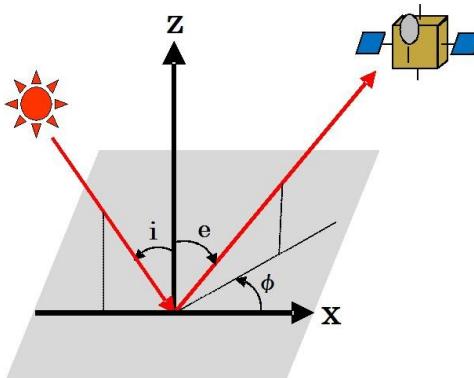


図2-1 入射角・射出角・方位角

2.3 反射率の入射角・射出角・方位角依存性

反射率を比べるには同じ角度で入射/射出したもの同士で比べなければならない。

図2-2, 2-3, 2-4は、反射率の入射角・射出角・方位角依存性を表した図であり、弓場の研究により得られた結果である。それぞれ横軸に入射角、射出角、方位角をとり、縦軸に反射光の輝度の値をとっている。この輝度は入射フラックスで補正されており、それぞれの角度に含まれる輝度のデータを平均した値である。

図2-5, 2-6は、方位角が違う場合の光の射出方向を視覚的に表した図である。赤の矢印の方向が光の入ってくる方向と反射した光が出ていく方向である。図2-5は方位角が 20° の場合で、図2-6は方位角が 80° の場合である。図2-4で、方位角が 20° のときの輝度の値と方位角が 80° のときの輝度の値を見ると、輝度の大きさが違うことが見てとれる。つまり、入射角、射出角がそれぞれ同じ角度のとき、反射しているものが変化していないくても方位角が変化することにより輝度の値は変化する。このこ

とは、図2-4から明らかである。入射角と射出角についても同じことが言える。図2-2を見ると、射出角、方位角がそれぞれ同じ角度のとき、入射角が変化することにより輝度の値は変化している。また、図2-3を見ると、入射角、方位角がそれぞれ同じ角度のとき、射出角が変化することにより輝度の値は変化している。これらのことから、反射率を比べるには同じ角度で入射/射出したもの同士で比べなければならない。

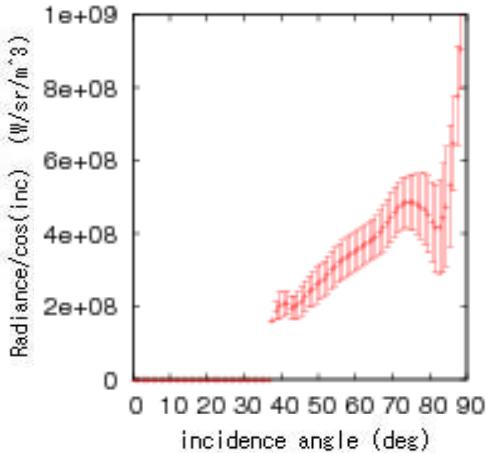


図2-2 反射率の入射角に対する依存性

(射出角が 50° 以上 60° 以下、方位角が 50° 以上 60° 以下、緯度が 40° 以上 50° 以下のデータを抽出して、入射角が変化すると輝度がどのように変化するかを表した図である)

(図は弓場の卒業論文[7]からの引用)

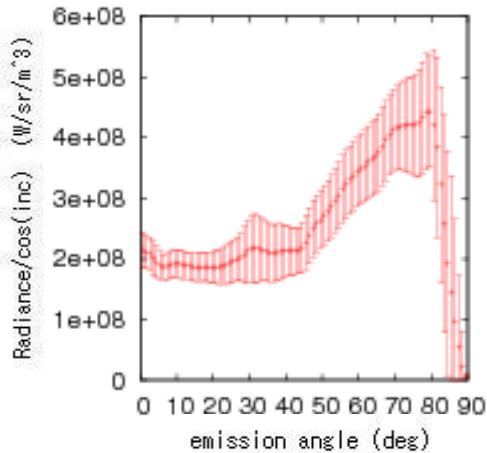


図2-3 反射率の射出角に対する依存性

(入射角が 50° 以上 60° 以下、方位角が 50° 以上 60° 以下、緯度が 40° 以上 50° 以下のデータを抽出して、射出角が変化すると輝度がどのように変化するかを表した図である)

(図は弓場の卒業論文[7]からの引用)

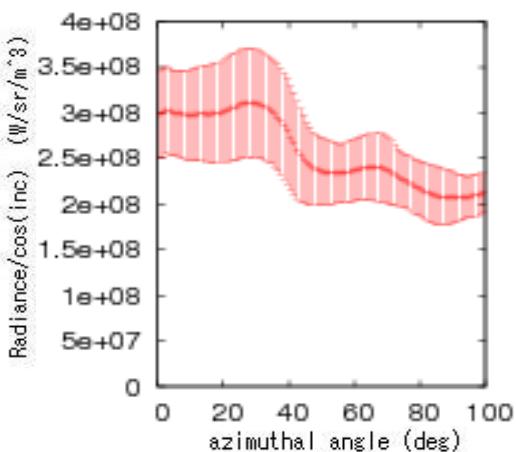


図2-3 反射率の方位角に対する依存性

(入射角が 50° 以上 60° 以下、射出角が 50° 以上 60° 以下、緯度が 40° 以上 50° 以下のデータを抽出して、方位角が変化すると輝度がどのように変化するのかを表した図である)

(図は弓場の卒業論文[7]からの引用)

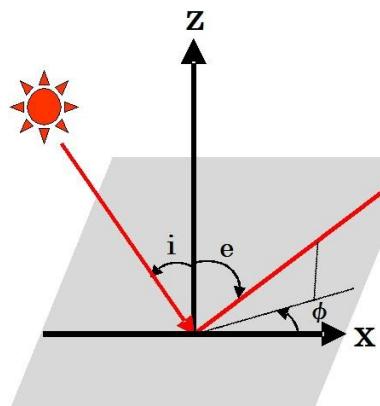


図 2-5 方位角が 20° の場合の
光の射出方向

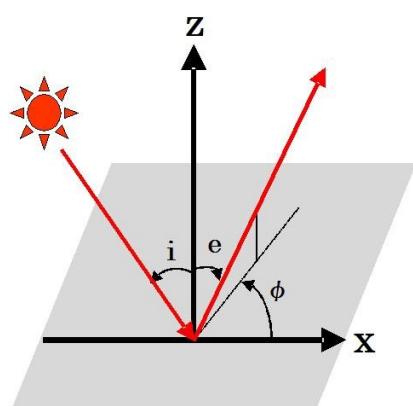


図 2-6 方位角が 80° の場合の
光の射出方向

第3章 データの概要

本研究では、2つの観測期間の紫外線画像を使用した。1つは <ftp://psa.esac.esa.int/pub/mirror/VENUS-EXPRESS/VMC/VEX-V-VMC-3-RDR-V1.0/DATA/> にアーカイブされている弓場の研究で使用された画像で、観測期間 2006 年 5 月 15 日から 2007 年 10 月 21 日に撮像された画像である。この期間に撮像された画像は 27050 枚で、そのうち 9872 枚使用した。この観測期間は地球での 524 日間で、金星での約 2.16 日、約 2.3 年に相当する。これは金星の自転周期 243 日と、公転周期 224.7 日から計算した。本研究では、弓場の研究で使用した画像に加えて <ftp://psa.esac.esa.int/pub/mirror/VENUS-EXPRESS/VMC/VEX-V-VMC-3-RDR-EXT1-V1.0/DATA/> にアーカイブされている画像を使用した。この画像は、観測期間 2007 年 10 月 22 日から 2009 年 5 月 3 日までに撮像された画像である。この期間に撮像された画像は 19912 枚で、そのうち 4958 枚使用した。この観測期間は地球での 560 日間で、金星での約 2.3 日、約 2.5 年に相当する。

本研究では、主に南極上空から撮像された画像を解析した。その理由は、探査機の軌道が橈円軌道で、北極側で最も金星に近づき南極側で最も金星から遠くなる極軌道をとるためである。これについては第 4 章で詳しく解説する。

第4章 データの処理

4.1 画像の選別

紫外線画像を、使用する画像と使用しない画像に分けた。画像を1枚1枚目でチェックして使用する画像のみを取り出した。図4-1は本研究で使用した画像の一例である。図4-2,4-3は本研究で使用しなかった画像の一例である。図4-1のように全球が写っていて、写っている金星が欠けていないもののみを使用した。図4-2のように金星の一部しか写っていない画像や、図4-3のように全球は写っているが、写っている金星の一部が欠けている画像は省いた。本研究の選別作業は、弓場の研究と同じ条件で選別作業を行っている。この選別により、観測期間2006年5月15日から2007年10月21日までに撮像された画像は、弓場の研究で行われた選別作業により27050枚から9872枚になった。また、観測期間2007年10月22日から2009年5月3日までに撮像された画像は、本研究での選別作業により19912枚から4958枚になった。上記2つの観測期間の画像の合計14830枚を使用した。



図4-1 使用した紫外線画像
(V0968_0048_UV2.IMG)

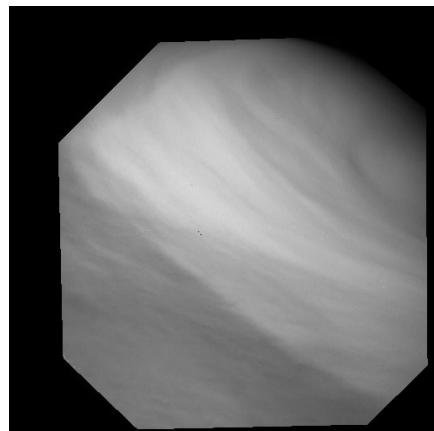


図4-2 使用しなかった紫外線画像
(V0556_0006_UV2.IMG)



図4-3 使用しなかった紫外線画像
(V0812_0127_UV2.IMG)

4.2 入射角・射出角・方位角・緯度・経度の計算

本研究で使用した画像のサイズは、 512×512 ピクセルである。ピクセルとはデジタル画像を構成する最小の単位である。本研究では画像の1ピクセルを1つのデータとした。本研究で使用した紫外線画像の各ピクセルは、輝度の情報をもっている。データを解析するには、この輝度が金星のどの場所で反射された光を観測したものなのか、その場所にはどの方向から光が入ってきて、どの方向に光が出ていったのかという情報が必要である。そこで、画像の各ピクセルについて入射角、射出角、方位角、緯度、経度を計算した。これは、それぞれの画像が撮影された時刻における太陽の位置、金星の位置、探査機の位置・姿勢(これらのデータは <ftp://psa.esac.esa.int/pub/mirror/VENUS-EXPRESS/SPICE/VEX-E-V-SPICE-6-V1.0/DATA/> にアーカイブされている)に基づいて、SPICEツールキットというソフトウェアを用いて計算した。

4.3 使用したデータの範囲

図 4-4a,b は緯度・経度とデータ数の関係を表した図である。図 4-4a が弓場の研究により得られた図であり、図 4-4b が本研究により得られた図である。横軸に経度、縦軸に緯度をとったもので、緯度・経度 1° 四方に含まれるデータ数を色で表している。これらの図から、ほとんどのデータが南半球のデータであり、経度によりデータの分布にばらつきがあることが分かる。ほとんどが南半球のデータである理由は、探査機の軌道が楕円軌道で、北極側で最も金星に近づき南極側で最も金星から遠くなる極軌道をとるためである。また、撮像しているカメラの視野は変化しない。そのため北極側で撮像された画像は金星の1部しか写っていない。選別の作業により全球の写っている画像のみを選別しているので、南半球のデータが多くなった。このため本研究では、南半球についてのみ調べた。経度によりデータ数の分布にばらつきがあるのは、探査機が金星を撮像したときの金星の経度が軌道毎に異なるためや、選別により使用した画像の枚数が軌道毎に異なるからである。

図 4-4a,b を比べると、図 4-4a の方がデータ数が多いことが見てとれる。これは、選別の作業で使用することにした画像の枚数が、本研究より弓場の研究の方が多いいためである。このことは、図 4-5a から図 4-7b についても同じことが言える。

図 4-5a,b は緯度・入射角とデータ数の関係を表した図である。図 4-5a が弓場の研究により得られた図であり、図 4-5b が本研究により得られた図である。図 4-6a,b は緯度・射出角とデータ数の関係を表した図である。図 4-6a が弓場の研究により得られた図であり、図 4-6b が本研究により得られた図である。図 4-7a,b は緯度・方位角とデータ数の関係を表した図である。図 4-7a が弓場の研究により得られた図であり、図 4-7b が本研究により得られた図である。横軸に緯度をとり、縦軸にそれぞれ入射角、射出角、方位角をとり、各緯度での入射角、射出角、方位角のデータがそれぞれどのくらいあるのかを表している。それぞれ緯度・入射角、緯度・射出角、緯度・方位角の 1° 四方毎に含まれるデータ数を色で表している。

図4-5aから図4-7bからも、ほとんどが南半球のデータであることが見てとれる。

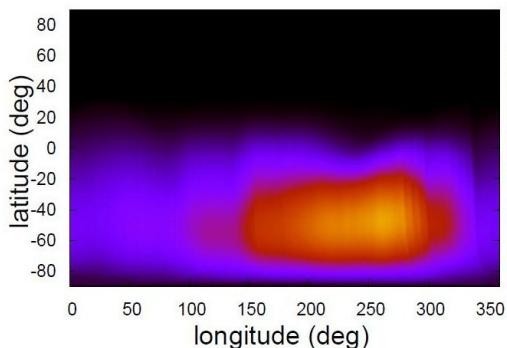


図4-4a 経度と緯度でのデータ分布
(弓場の研究の結果)

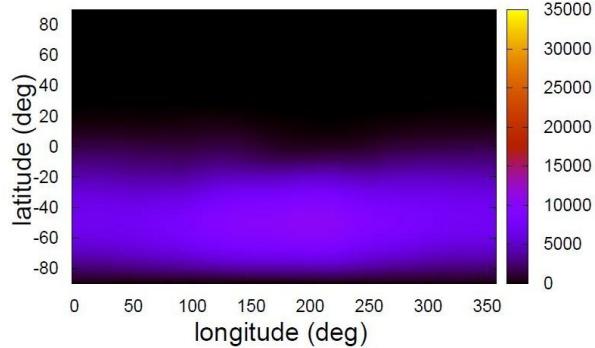


図4-4b 経度と緯度でのデータ分布
(本研究の結果)

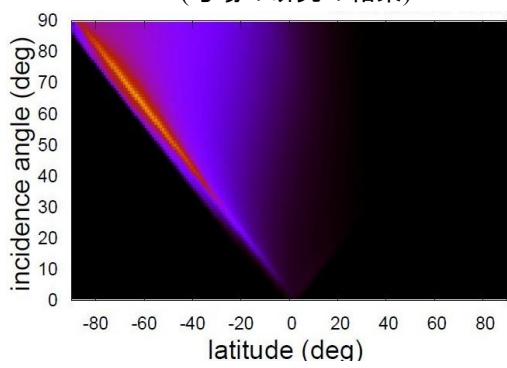


図4-5a 緯度と入射角でのデータ分布
(弓場の研究の結果)

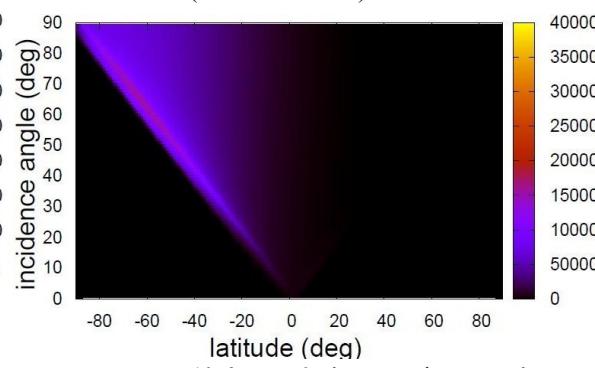


図4-5b 緯度と入射角でのデータ分布
(本研究の結果)

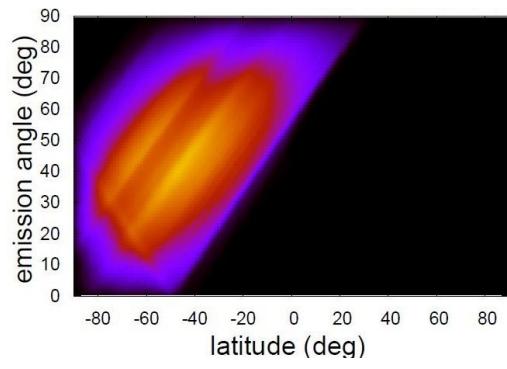


図4-6a 緯度と射出角でのデータ分布
(弓場の研究の結果)

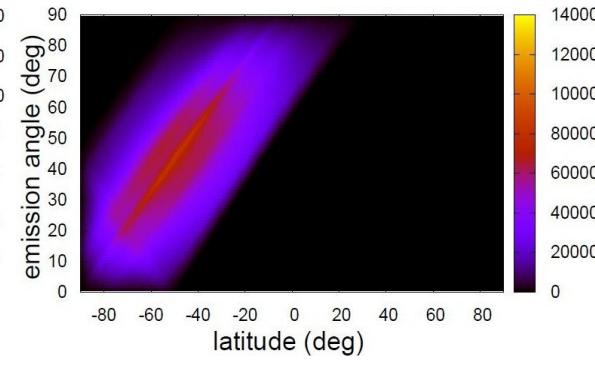


図4-6b 緯度と射出角でのデータ分布
(本研究の結果)

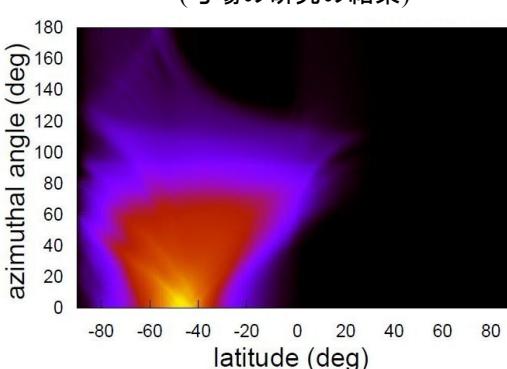


図4-7a 緯度と方位角でのデータ分布
(弓場の研究の結果)

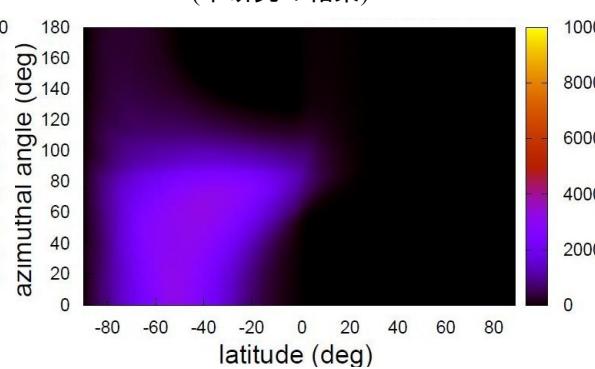


図4-7b 緯度と方位角でのデータ分布
(本研究の結果)

第5章 反射率の入射角・射出角・方位角依存性

図5-1から図5-81は、本研究により得られた反射率の入射角、射出角、方位角に対する依存性を表した図である。それぞれの図は、図の上部に書いてある入射角、射出角と図の右に書いてある緯度の条件のデータを用いて描いた図である。横軸に方位角で、縦軸はそれぞれの角度に含まれる輝度のデータを平均した値である。この輝度は、入射フラックスで補正している。プロットされている点は、入射角、射出角、緯度のそれぞれの条件での方位角における輝度の値である。

図5-1のように、図にプロットした点が見えないのは、その図を描くときの入射角と射出角の範囲にデータが存在しない場合である。図5-73から図5-81のような入射角が大きい場合の図を見ると、ばらつきが大きいことが見てとれる。この原因是、輝度を入射角のコサインで割り算していることによるものである。 $1/\cos(\text{入射角})$ のグラフは、入射角が90度に近づくにつれて無限大になる。このことから入射角の角度が大きな範囲では、入射角がわずかに変わっただけでも輝度の値が大きく変化する。これにより、大きなばらつきが出たと考えられる。

図5-1から図5-81から言えることは、以下の通りである。

反射光の輝度の方位角に対する依存性を見てみると、入射角、射出角、方位角がそれぞれ変化することにより、入射フラックスで補正した輝度の値が変化していることが見てとれる。入射角、射出角が共に大きい角度の条件で描かれたグラフの方が反射光の輝度の変化が顕著であった。つまり、入射角、射出角が大きな範囲では、反射率の方位角に対する依存性が大きくなる。

反射光の輝度の入射角に対する依存性を見てみると、射出角が大きく方位角が小さいとき反射光の輝度の変化が顕著であった。つまり、射出角が大きく、方位角が小さい範囲では、反射率の入射角に対する依存性が大きくなる。

反射光の輝度の射出角に対する依存性を見てみると、入射角が大きく方位角が小さいとき反射光の輝度の変化が顕著であった。つまり、入射角が大きく、方位角が小さい範囲では、反射率の射出角に対する依存性が大きくなる。

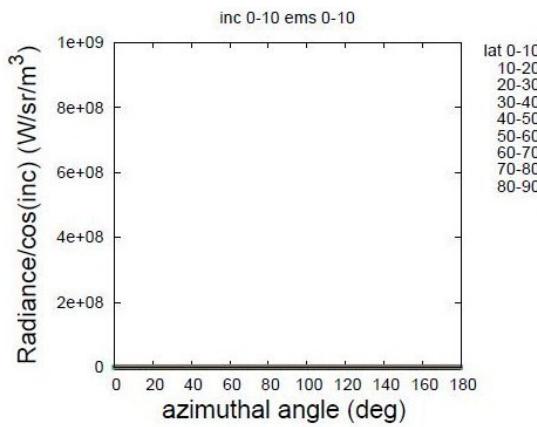


図 5-1 輝度の方位角に対する依存性
($0^\circ \leq \text{入射角} \leq 10^\circ$)

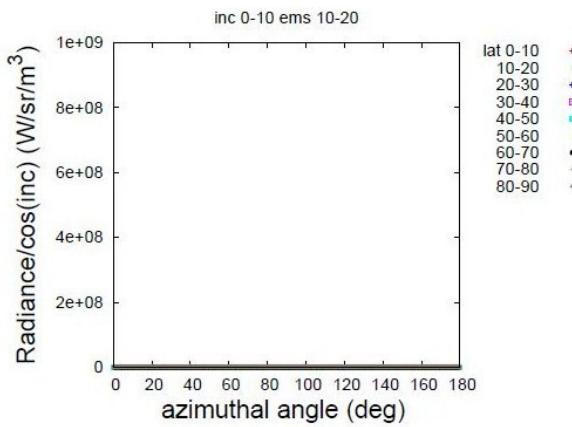


図 5-2 輝度の方位角に対する依存性
($0^\circ \leq \text{入射角} \leq 10^\circ$)

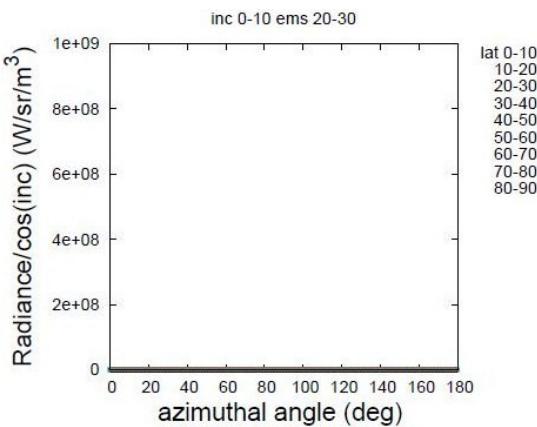


図 5-3 輝度の方位角に対する依存性
($0^\circ \leq \text{入射角} \leq 10^\circ$)
($20^\circ \leq \text{射出角} \leq 30^\circ$)

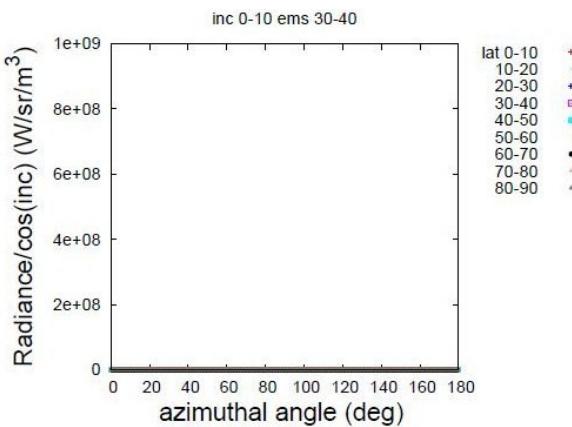


図 5-4 輝度の方位角に対する依存性
($0^\circ \leq \text{入射角} \leq 10^\circ$)
($30^\circ \leq \text{射出角} \leq 40^\circ$)

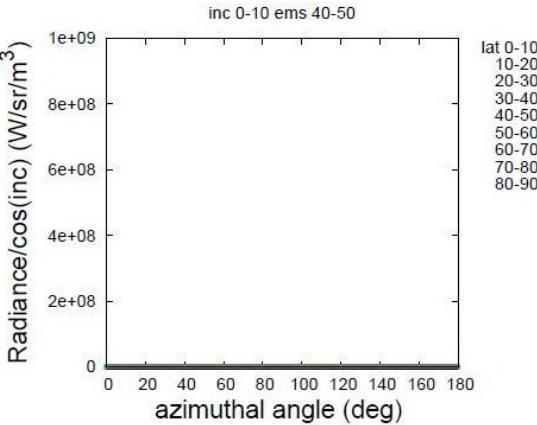


図 5-5 輝度の方位角に対する依存性
($0^\circ \leq \text{入射角} \leq 10^\circ$)
($40^\circ \leq \text{射出角} \leq 50^\circ$)

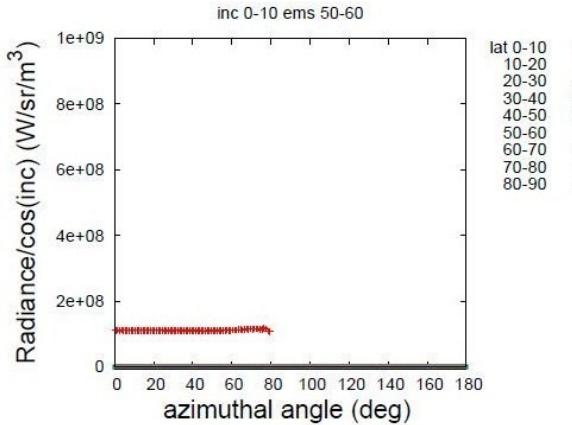


図 5-6 輝度の方位角に対する依存性
($0^\circ \leq \text{入射角} \leq 10^\circ$)
($50^\circ \leq \text{射出角} \leq 60^\circ$)

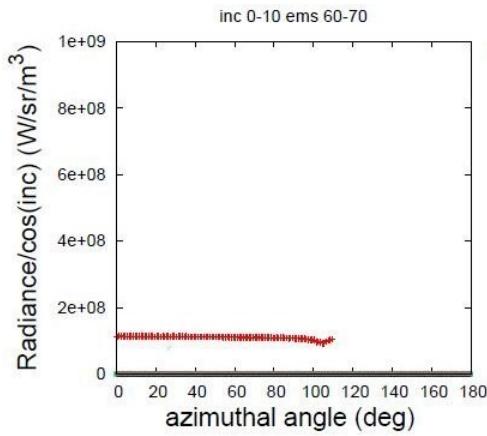


図 5-7 輝度の方位角に対する依存性

($0^\circ \leq \text{入射角} \leq 10^\circ$)

($60^\circ \leq \text{射出角} \leq 70^\circ$)

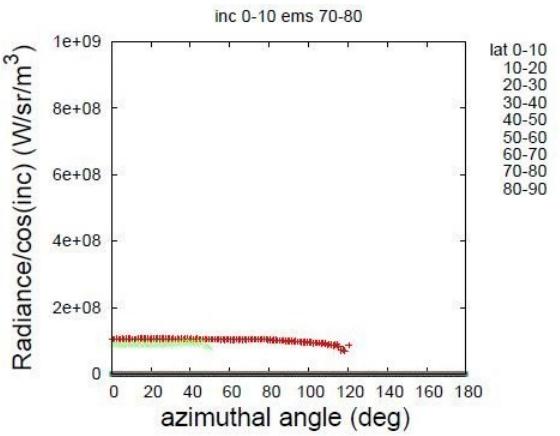


図 5-8 輝度の方位角に対する依存性

($0^\circ \leq \text{入射角} \leq 10^\circ$)

($70^\circ \leq \text{射出角} \leq 80^\circ$)

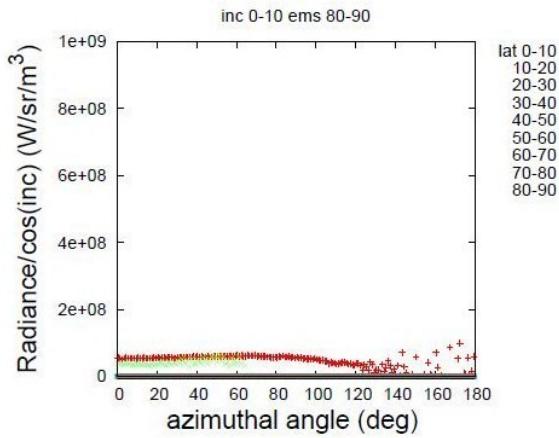


図 5-9 輝度の方位角に対する依存性

($0^\circ \leq \text{入射角} \leq 10^\circ$)

($80^\circ \leq \text{射出角} \leq 90^\circ$)

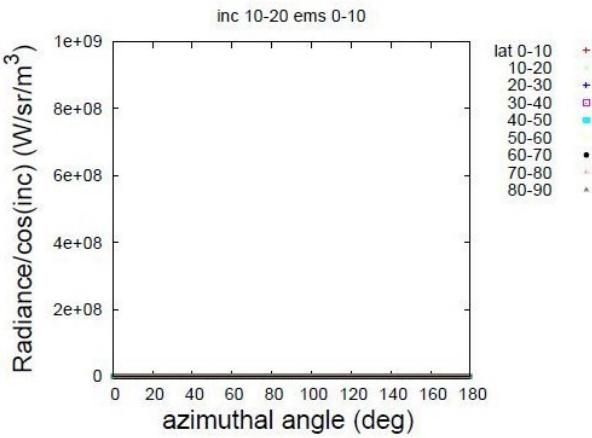


図 5-10 輝度の方位角に対する依存性

($10^\circ \leq \text{入射角} \leq 20^\circ$)

($0^\circ \leq \text{射出角} \leq 10^\circ$)

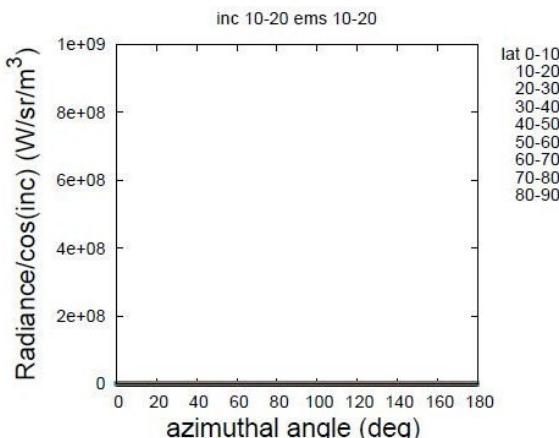


図 5-11 輝度の方位角に対する依存性

($10^\circ \leq \text{入射角} \leq 20^\circ$)

($10^\circ \leq \text{射出角} \leq 20^\circ$)

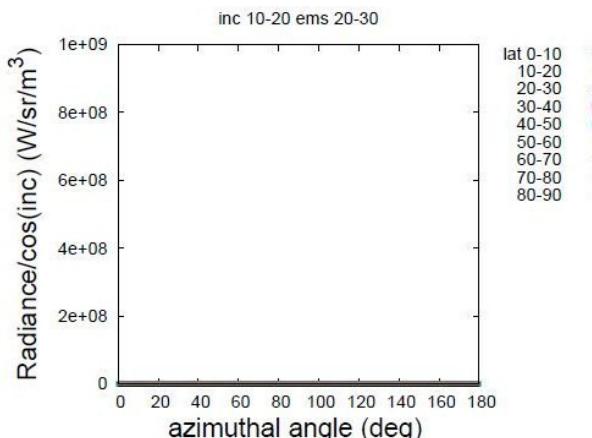


図 5-12 輝度の方位角に対する依存性

($10^\circ \leq \text{入射角} \leq 20^\circ$)

($20^\circ \leq \text{射出角} \leq 30^\circ$)

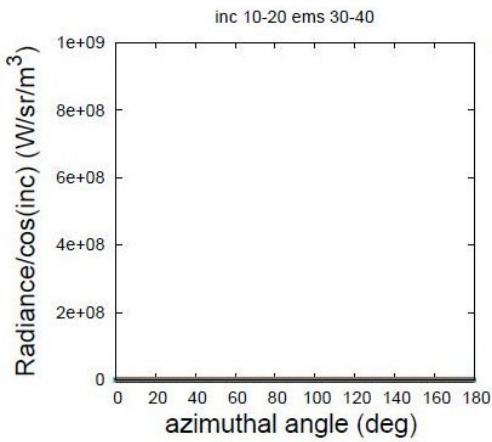


図 5-13 輝度の方位角に対する依存性
($10^\circ \leq \text{入射角} \leq 20^\circ$)
($30^\circ \leq \text{射出角} \leq 40^\circ$)

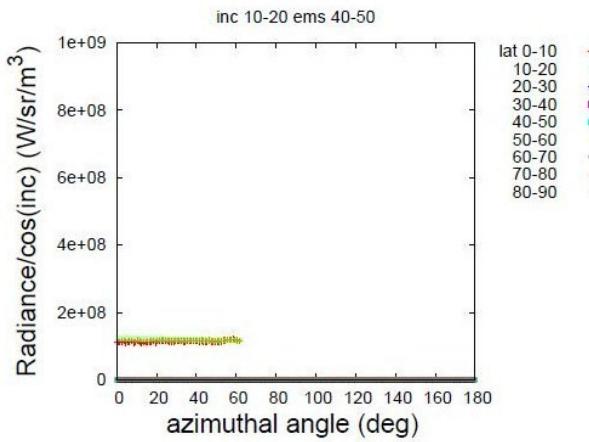


図 5-14 輝度の方位角に対する依存性
($10^\circ \leq \text{入射角} \leq 20^\circ$)
($40^\circ \leq \text{射出角} \leq 50^\circ$)

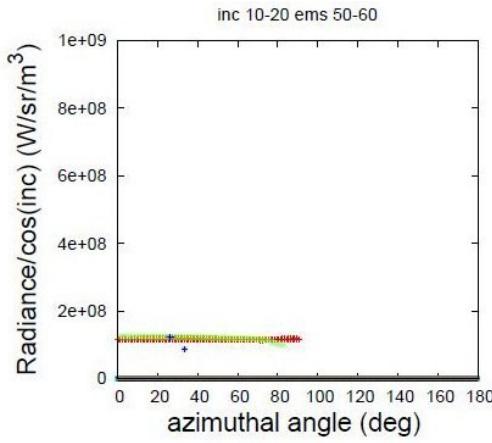


図 5-15 輝度の方位角に対する依存性
($10^\circ \leq \text{入射角} \leq 20^\circ$)
($50^\circ \leq \text{射出角} \leq 60^\circ$)

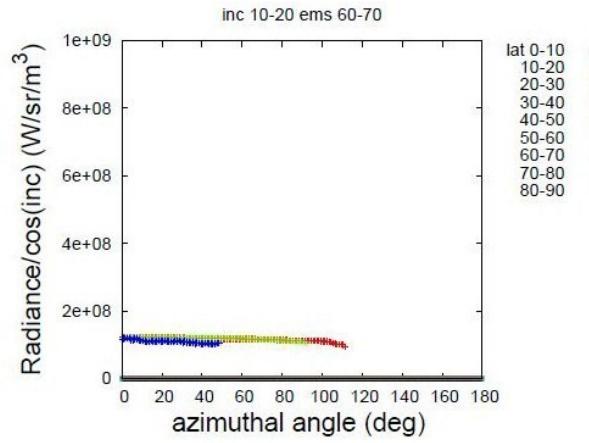


図 5-16 輝度の方位角に対する依存性
($10^\circ \leq \text{入射角} \leq 20^\circ$)
($60^\circ \leq \text{射出角} \leq 70^\circ$)

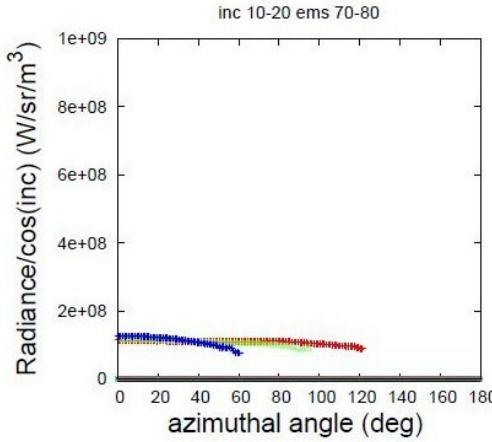


図 5-17 輝度の方位角に対する依存性
($10^\circ \leq \text{入射角} \leq 20^\circ$)
($70^\circ \leq \text{射出角} \leq 80^\circ$)

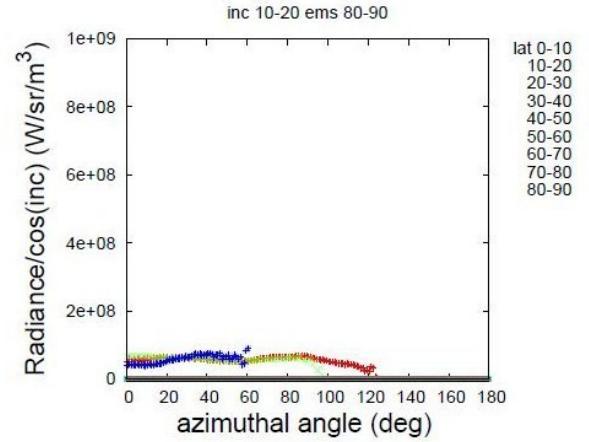


図 5-18 輝度の方位角に対する依存性
($10^\circ \leq \text{入射角} \leq 20^\circ$)
($80^\circ \leq \text{射出角} \leq 90^\circ$)

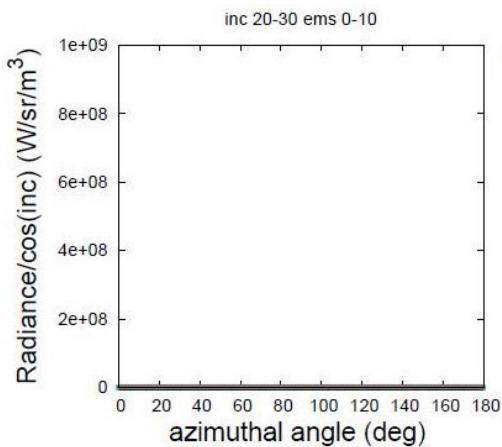


図 5-19 輝度の方位角に対する依存性
($20^\circ \leq \text{入射角} \leq 30^\circ$)
($0^\circ \leq \text{射出角} \leq 10^\circ$)

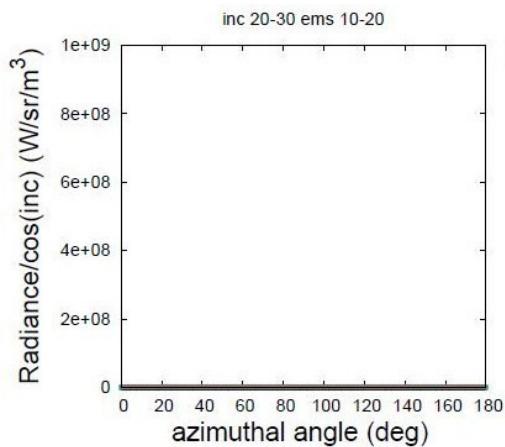


図 5-20 輝度の方位角に対する依存性
($20^\circ \leq \text{入射角} \leq 30^\circ$)
($10^\circ \leq \text{射出角} \leq 20^\circ$)

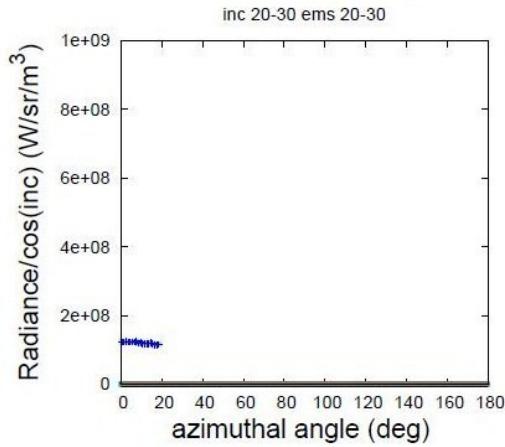


図 5-21 輝度の方位角に対する依存性
($20^\circ \leq \text{入射角} \leq 30^\circ$)
($20^\circ \leq \text{射出角} \leq 30^\circ$)

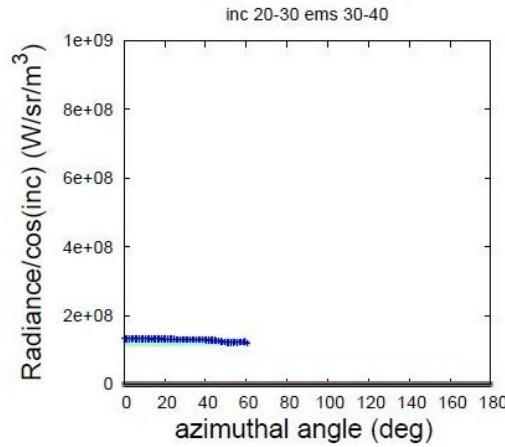


図 5-22 輝度の方位角に対する依存性
($20^\circ \leq \text{入射角} \leq 30^\circ$)
($30^\circ \leq \text{射出角} \leq 40^\circ$)

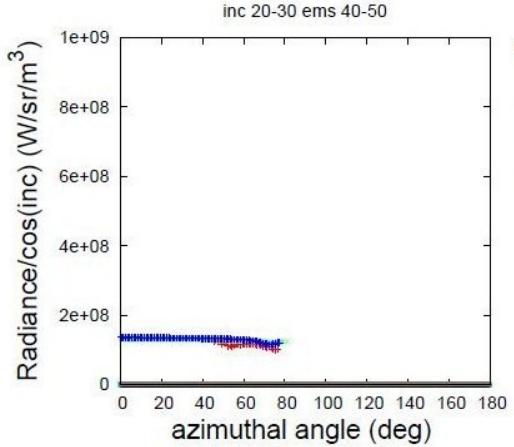


図 5-23 輝度の方位角に対する依存性
($20^\circ \leq \text{入射角} \leq 30^\circ$)
($40^\circ \leq \text{射出角} \leq 50^\circ$)

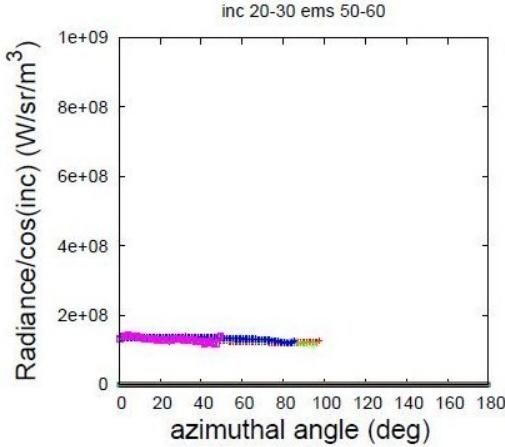


図 5-24 輝度の方位角に対する依存性
($20^\circ \leq \text{入射角} \leq 30^\circ$)
($50^\circ \leq \text{射出角} \leq 60^\circ$)

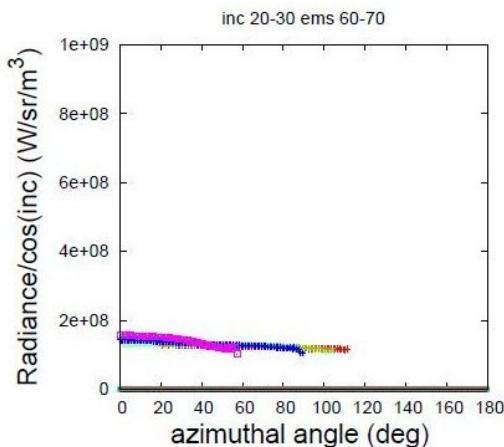


図 5-25 輝度の方位角に対する依存性

(20° ≤ 入射角 ≤ 30°)

(60° ≤ 射出角 ≤ 70°)

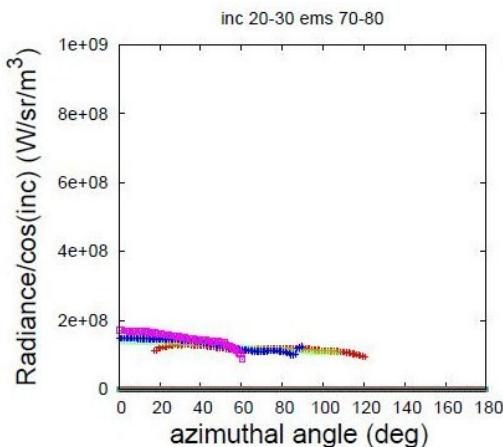


図 5-26 輝度の方位角に対する依存性

(20° ≤ 入射角 ≤ 30°)

(70° ≤ 射出角 ≤ 80°)

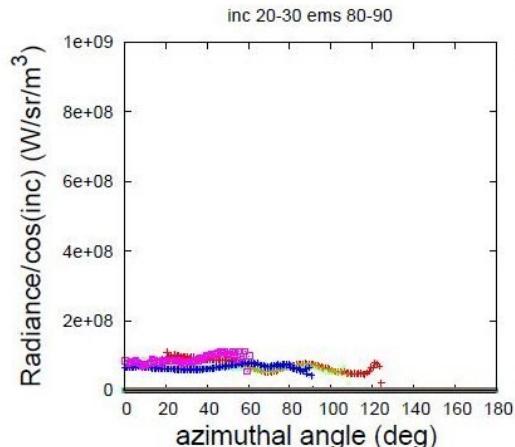


図 5-27 輝度の方位角に対する依存性

(20° ≤ 入射角 ≤ 30°)

(80° ≤ 射出角 ≤ 90°)

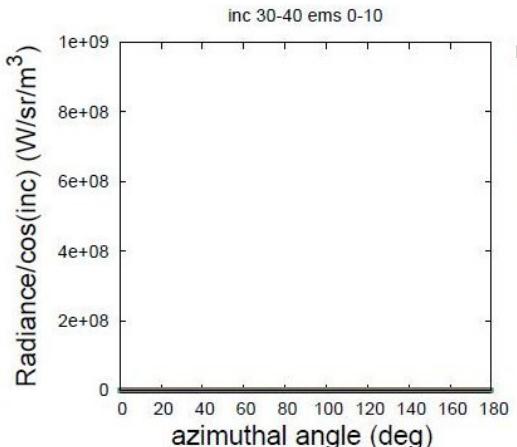


図 5-28 輝度の方位角に対する依存性

(30° ≤ 入射角 ≤ 40°)

(0° ≤ 射出角 ≤ 10°)

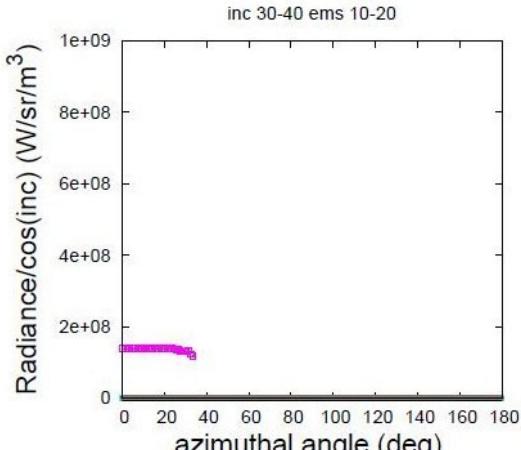


図 5-29 輝度の方位角に対する依存性

(30° ≤ 入射角 ≤ 40°)

(10° ≤ 射出角 ≤ 20°)

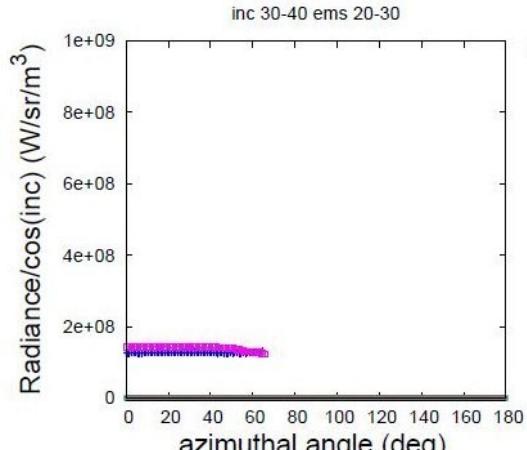


図 5-30 輝度の方位角に対する依存性

(30° ≤ 入射角 ≤ 40°)

(20° ≤ 射出角 ≤ 30°)

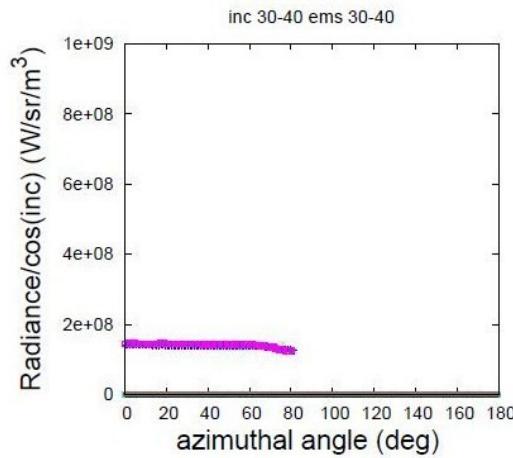


図 5-31 輝度の方位角に対する依存性
($30^\circ \leq \text{入射角} \leq 40^\circ$)

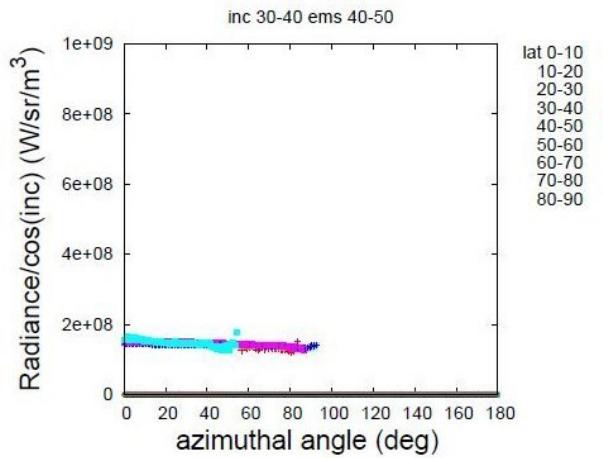


図 5-32 輝度の方位角に対する依存性
($30^\circ \leq \text{入射角} \leq 40^\circ$)

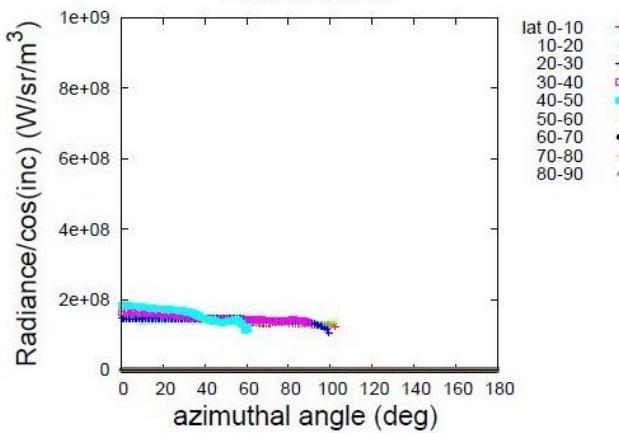


図 5-33 輝度の方位角に対する依存性
($30^\circ \leq \text{入射角} \leq 40^\circ$)
($50^\circ \leq \text{射出角} \leq 60^\circ$)

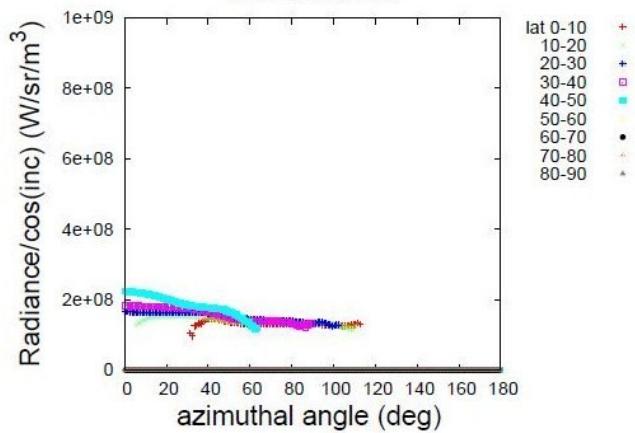


図 5-34 輝度の方位角に対する依存性
($30^\circ \leq \text{入射角} \leq 40^\circ$)
($60^\circ \leq \text{射出角} \leq 70^\circ$)

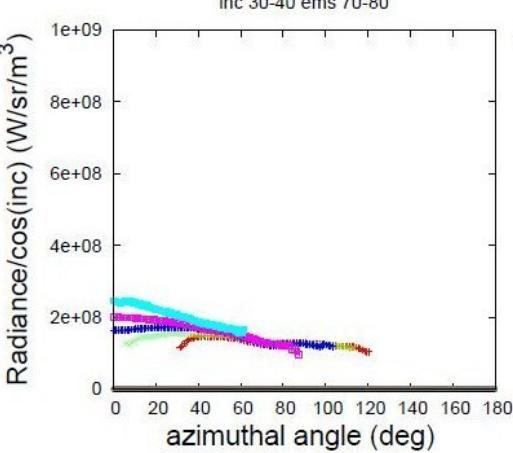


図 5-35 輝度の方位角に対する依存性
($30^\circ \leq \text{入射角} \leq 40^\circ$)
($70^\circ \leq \text{射出角} \leq 80^\circ$)

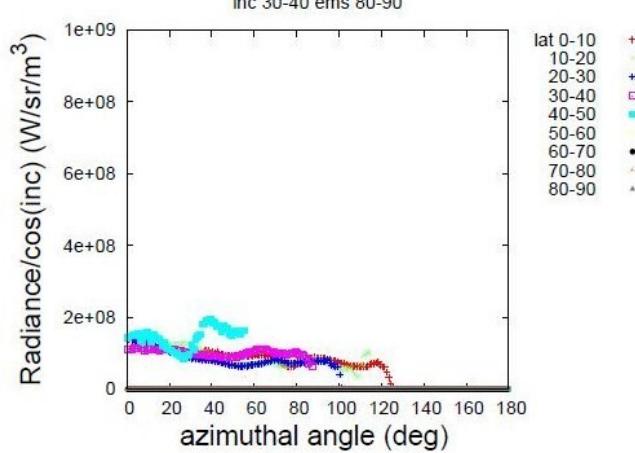


図 5-36 輝度の方位角に対する依存性
($30^\circ \leq \text{入射角} \leq 40^\circ$)
($80^\circ \leq \text{射出角} \leq 90^\circ$)

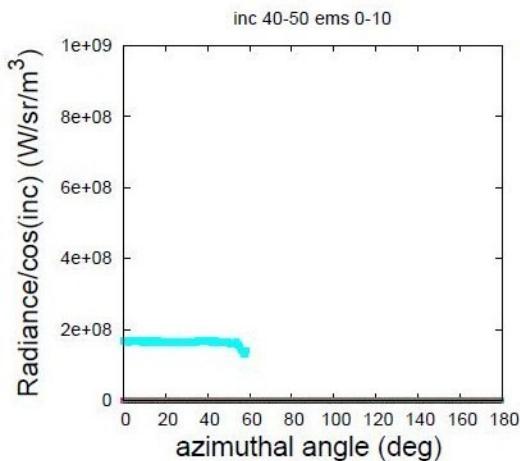


図 5-37 輝度の方位角に対する依存性

($40^\circ \leq \text{入射角} \leq 50^\circ$)

($0^\circ \leq \text{射出角} \leq 10^\circ$)

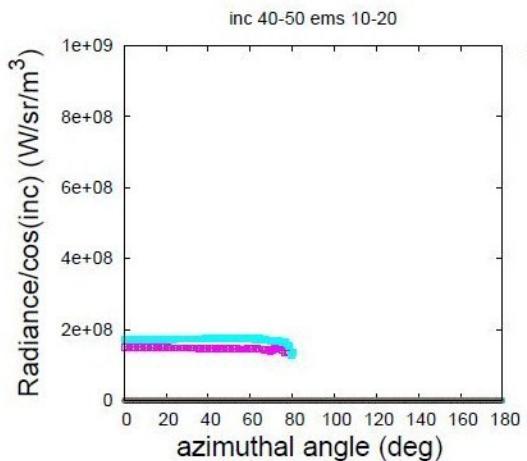


図 5-38 輝度の方位角に対する依存性

($40^\circ \leq \text{入射角} \leq 50^\circ$)

($10^\circ \leq \text{射出角} \leq 20^\circ$)

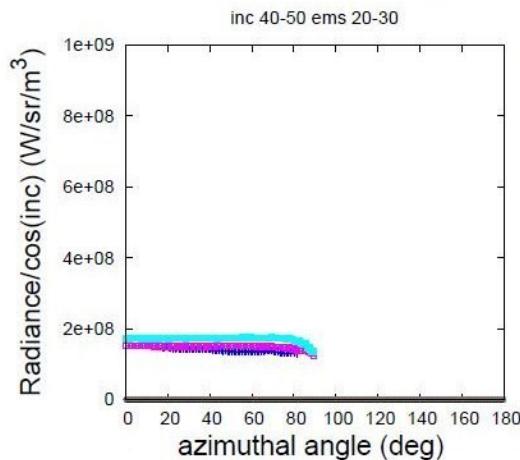


図 5-39 輝度の方位角に対する依存性

($40^\circ \leq \text{入射角} \leq 50^\circ$)

($20^\circ \leq \text{射出角} \leq 30^\circ$)

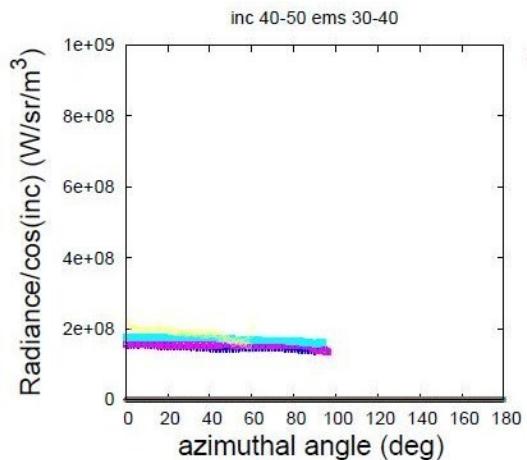


図 5-40 輝度の方位角に対する依存性

($40^\circ \leq \text{入射角} \leq 50^\circ$)

($30^\circ \leq \text{射出角} \leq 40^\circ$)

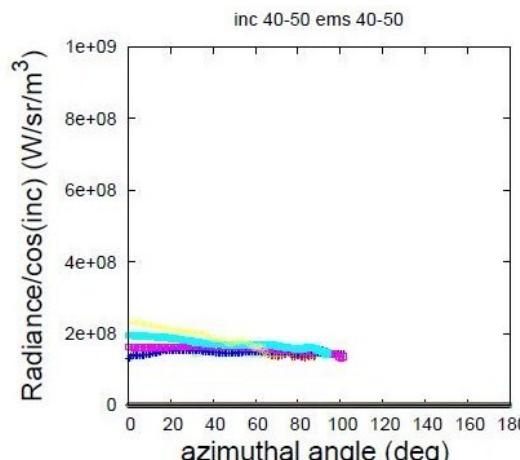


図 5-41 輝度の方位角に対する依存性

($40^\circ \leq \text{入射角} \leq 50^\circ$)

($40^\circ \leq \text{射出角} \leq 50^\circ$)

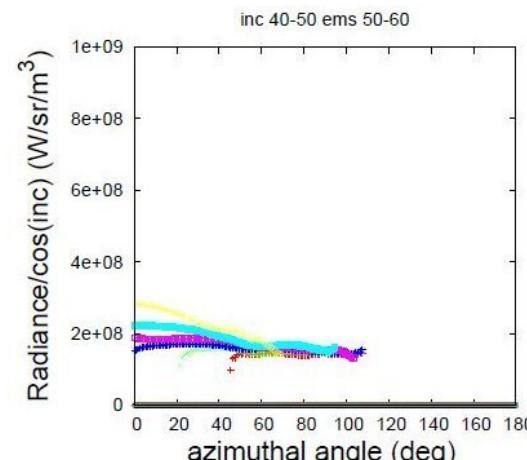


図 5-42 輝度の方位角に対する依存性

($40^\circ \leq \text{入射角} \leq 50^\circ$)

($50^\circ \leq \text{射出角} \leq 60^\circ$)

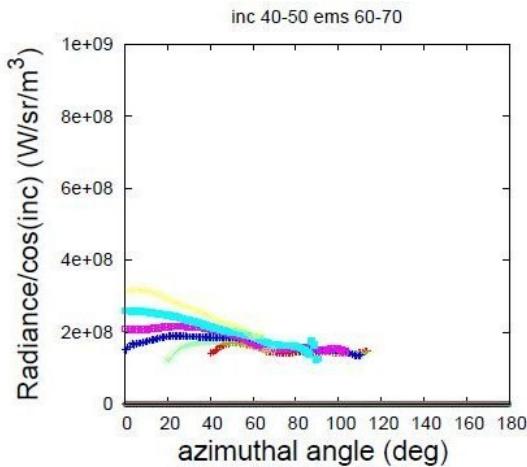


図 5-43 輝度の方位角に対する依存性

($40^\circ \leq \text{入射角} \leq 50^\circ$)

($60^\circ \leq \text{射出角} \leq 70^\circ$)

inc 40-50 ems 80-90

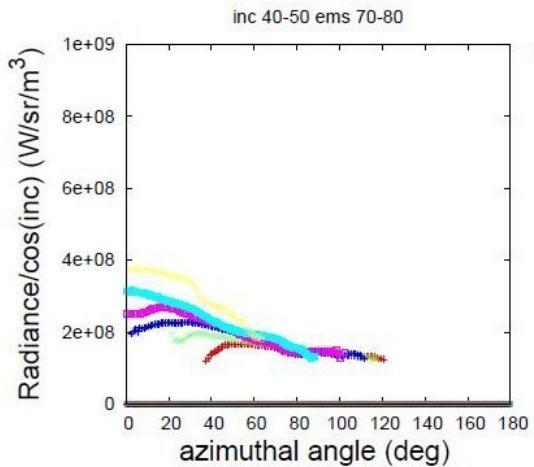


図 5-44 輝度の方位角に対する依存性

($40^\circ \leq \text{入射角} \leq 50^\circ$)

($70^\circ \leq \text{射出角} \leq 80^\circ$)

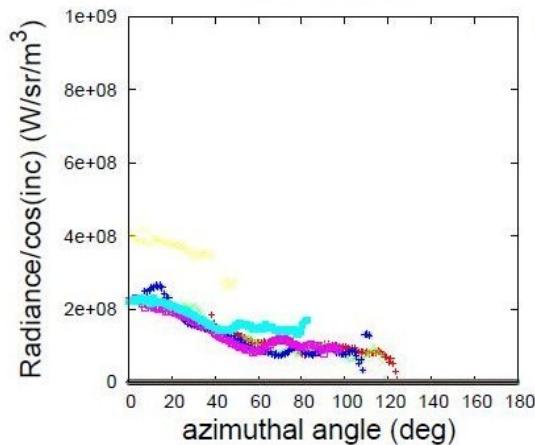


図 5-45 輝度の方位角に対する依存性

($40^\circ \leq \text{入射角} \leq 50^\circ$)

($80^\circ \leq \text{射出角} \leq 90^\circ$)

inc 50-60 ems 0-10

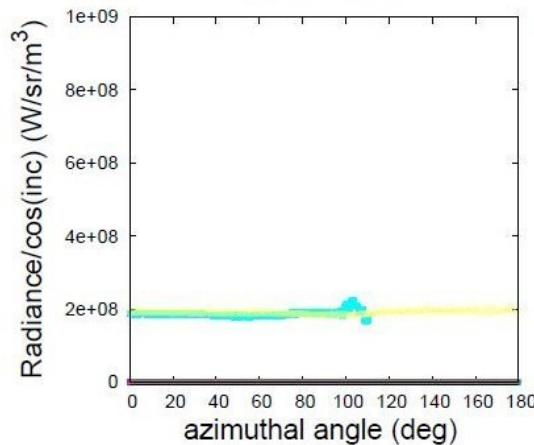


図 5-46 輝度の方位角に対する依存性

($50^\circ \leq \text{入射角} \leq 60^\circ$)

($0^\circ \leq \text{射出角} \leq 10^\circ$)

inc 50-60 ems 10-20

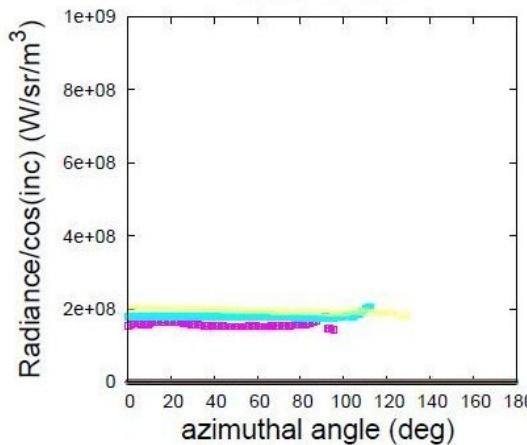


図 5-47 輝度の方位角に対する依存性

($50^\circ \leq \text{入射角} \leq 60^\circ$)

($10^\circ \leq \text{射出角} \leq 20^\circ$)

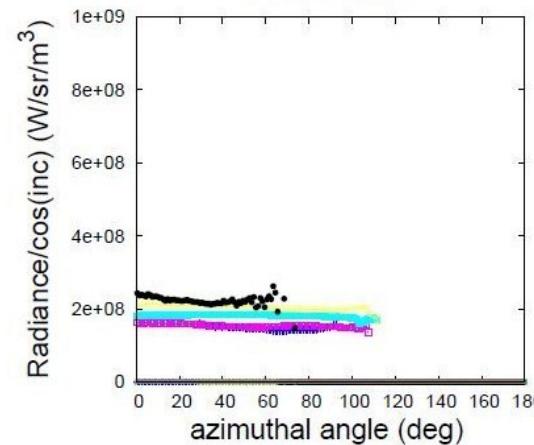


図 5-48 輝度の方位角に対する依存性

($50^\circ \leq \text{入射角} \leq 60^\circ$)

($20^\circ \leq \text{射出角} \leq 30^\circ$)

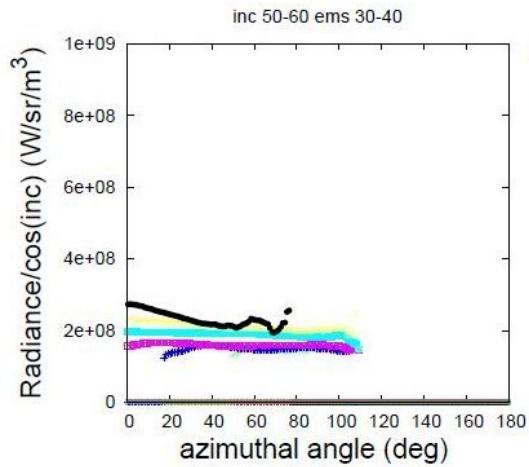


図 5-49 輝度の方位角に対する依存性

($50^\circ \leq \text{入射角} \leq 60^\circ$)

($30^\circ \leq \text{射出角} \leq 40^\circ$)

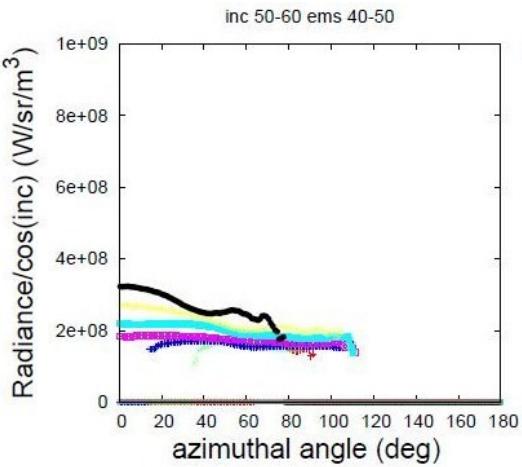


図 5-50 輝度の方位角に対する依存性

($50^\circ \leq \text{入射角} \leq 60^\circ$)

($40^\circ \leq \text{射出角} \leq 50^\circ$)

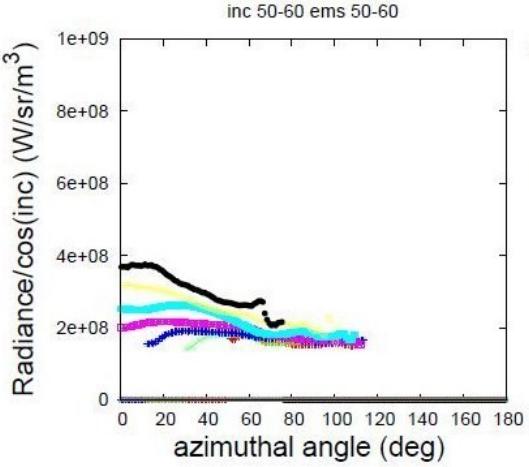


図 5-51 輝度の方位角に対する依存性

($50^\circ \leq \text{入射角} \leq 60^\circ$)

($50^\circ \leq \text{射出角} \leq 60^\circ$)

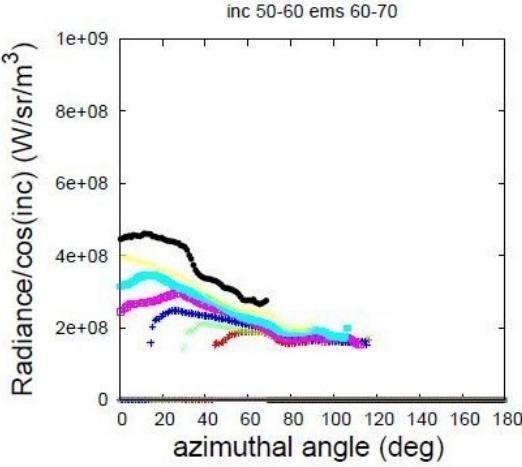


図 5-52 輝度の方位角に対する依存性

($50^\circ \leq \text{入射角} \leq 60^\circ$)

($60^\circ \leq \text{射出角} \leq 70^\circ$)

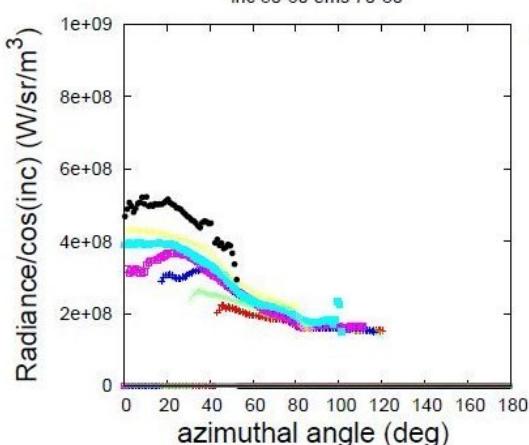


図 5-53 輝度の方位角に対する依存性

($50^\circ \leq \text{入射角} \leq 60^\circ$)

($70^\circ \leq \text{射出角} \leq 80^\circ$)

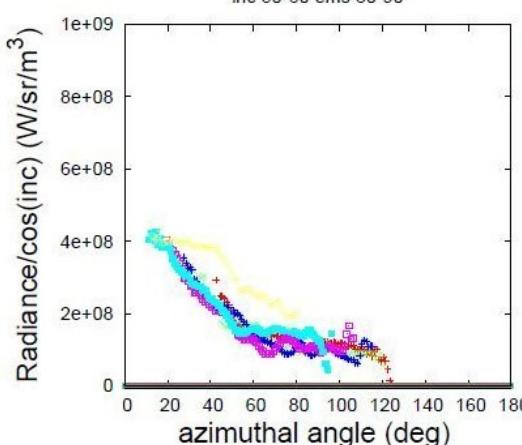


図 5-54 輝度の方位角に対する依存性

($50^\circ \leq \text{入射角} \leq 60^\circ$)

($80^\circ \leq \text{射出角} \leq 90^\circ$)

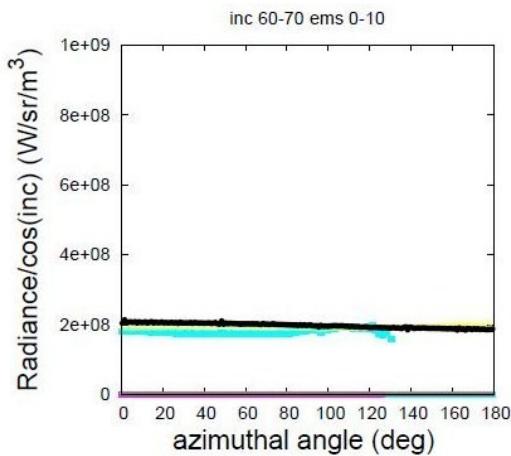


図 5-55 輝度の方位角に対する依存性
($60^\circ \leq \text{入射角} \leq 70^\circ$)
($0^\circ \leq \text{射出角} \leq 10^\circ$)

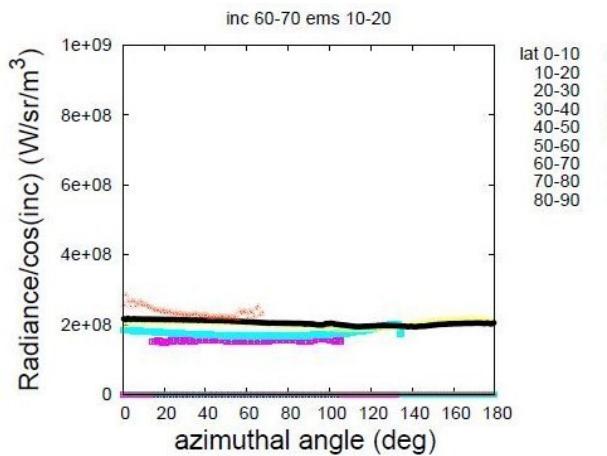


図 5-56 輝度の方位角に対する依存性
($60^\circ \leq \text{入射角} \leq 70^\circ$)
($10^\circ \leq \text{射出角} \leq 20^\circ$)

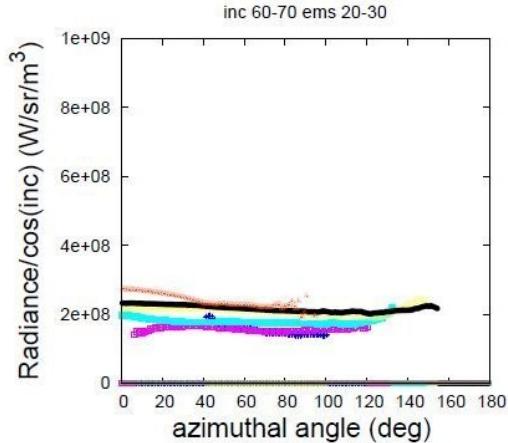


図 5-57 輝度の方位角に対する依存性
($60^\circ \leq \text{入射角} \leq 70^\circ$)
($20^\circ \leq \text{射出角} \leq 30^\circ$)

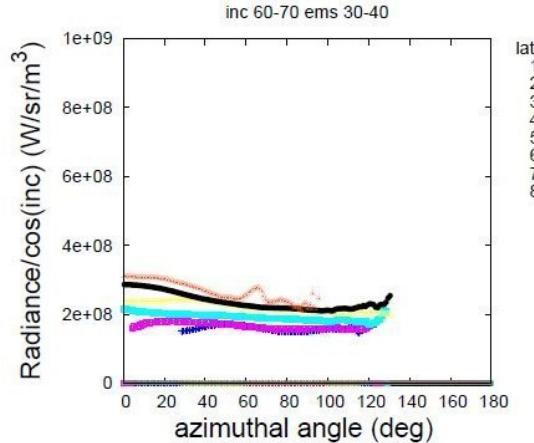


図 5-58 輝度の方位角に対する依存性
($60^\circ \leq \text{入射角} \leq 70^\circ$)
($30^\circ \leq \text{射出角} \leq 40^\circ$)

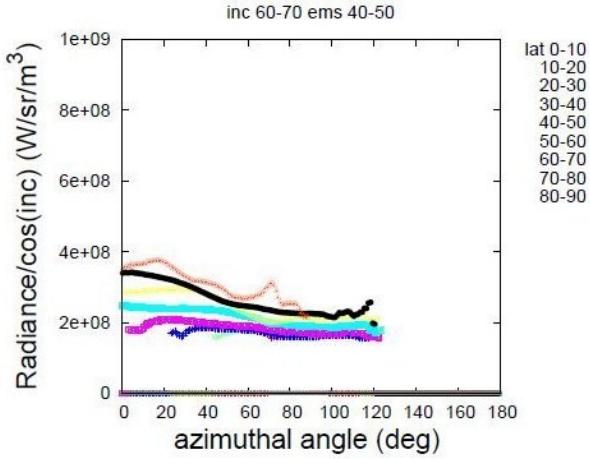


図 5-59 輝度の方位角に対する依存性
($60^\circ \leq \text{入射角} \leq 70^\circ$)
($40^\circ \leq \text{射出角} \leq 50^\circ$)

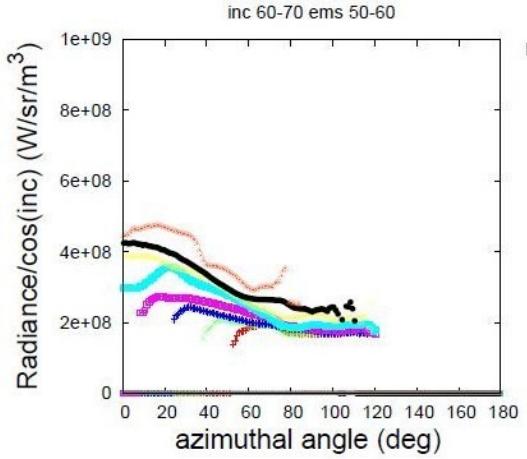


図 5-60 輝度の方位角に対する依存性
($60^\circ \leq \text{入射角} \leq 70^\circ$)
($50^\circ \leq \text{射出角} \leq 60^\circ$)

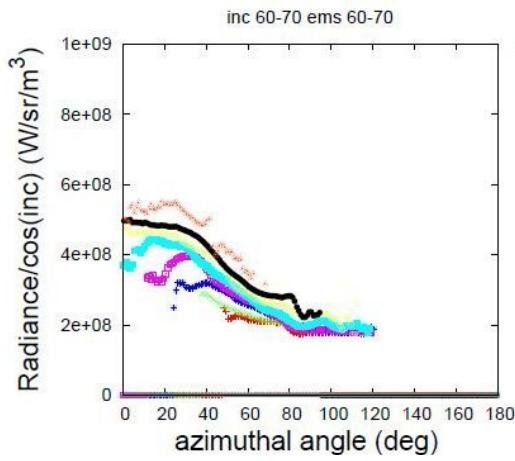


図 5-61 輝度の方位角に対する依存性

($60^\circ \leq \text{入射角} \leq 70^\circ$)

($60^\circ \leq \text{射出角} \leq 70^\circ$)

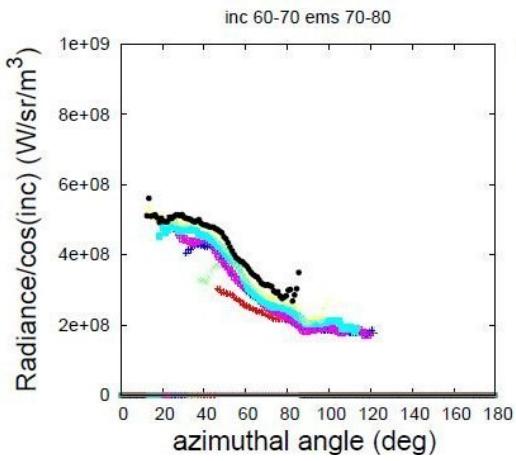


図 5-62 輝度の方位角に対する依存性

($60^\circ \leq \text{入射角} \leq 70^\circ$)

($70^\circ \leq \text{射出角} \leq 80^\circ$)

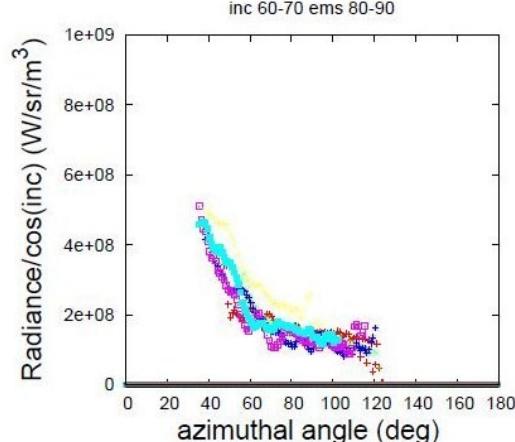


図 5-63 輝度の方位角に対する依存性

($60^\circ \leq \text{入射角} \leq 70^\circ$)

($80^\circ \leq \text{射出角} \leq 90^\circ$)

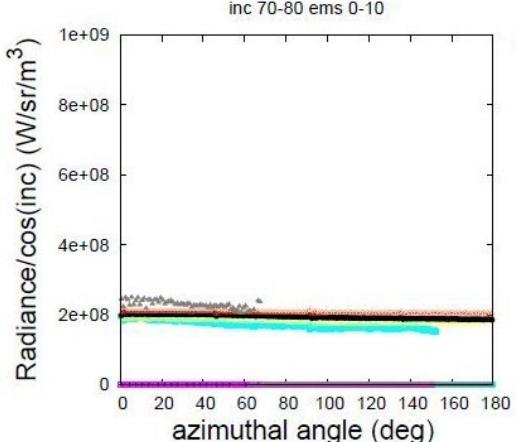


図 5-64 輝度の方位角に対する依存性

($70^\circ \leq \text{入射角} \leq 80^\circ$)

($0^\circ \leq \text{射出角} \leq 10^\circ$)

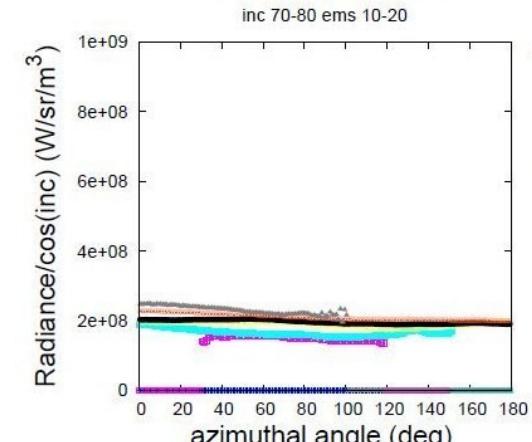


図 5-65 輝度の方位角に対する依存性

($70^\circ \leq \text{入射角} \leq 80^\circ$)

($10^\circ \leq \text{射出角} \leq 20^\circ$)

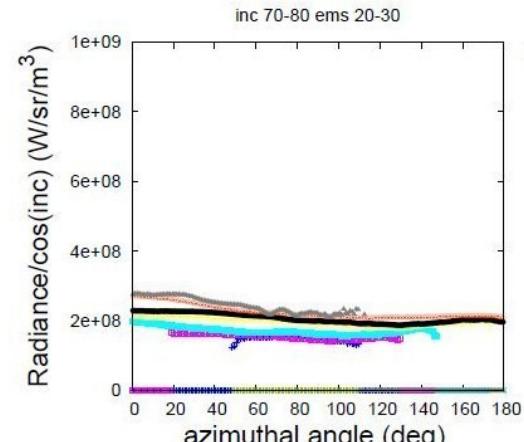


図 5-66 輝度の方位角に対する依存性

($70^\circ \leq \text{入射角} \leq 80^\circ$)

($20^\circ \leq \text{射出角} \leq 30^\circ$)

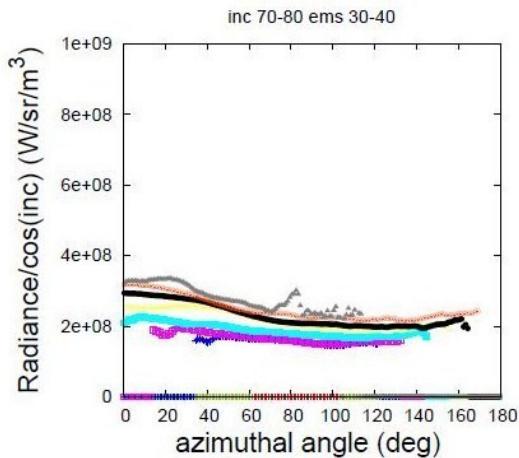


図 5-67 輝度の方位角に対する依存性
($70^\circ \leq \text{入射角} \leq 80^\circ$)
($30^\circ \leq \text{射出角} \leq 40^\circ$)

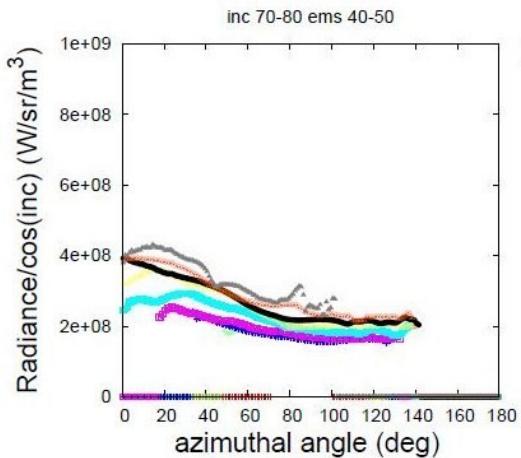


図 5-68 輝度の方位角に対する依存性
($70^\circ \leq \text{入射角} \leq 80^\circ$)
($40^\circ \leq \text{射出角} \leq 50^\circ$)

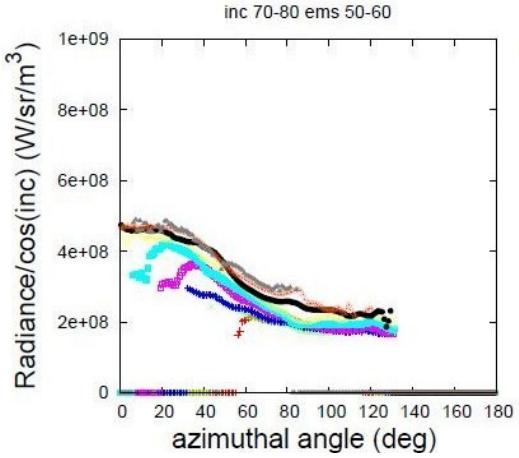


図 5-69 輝度の方位角に対する依存性
($70^\circ \leq \text{入射角} \leq 80^\circ$)
($50^\circ \leq \text{射出角} \leq 60^\circ$)

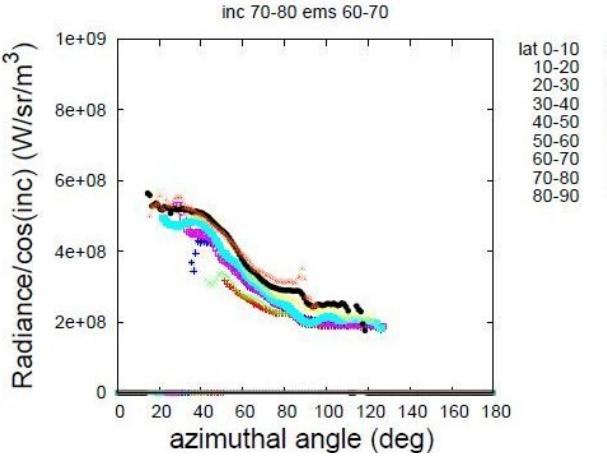


図 5-70 輝度の方位角に対する依存性
($70^\circ \leq \text{入射角} \leq 80^\circ$)
($60^\circ \leq \text{射出角} \leq 70^\circ$)

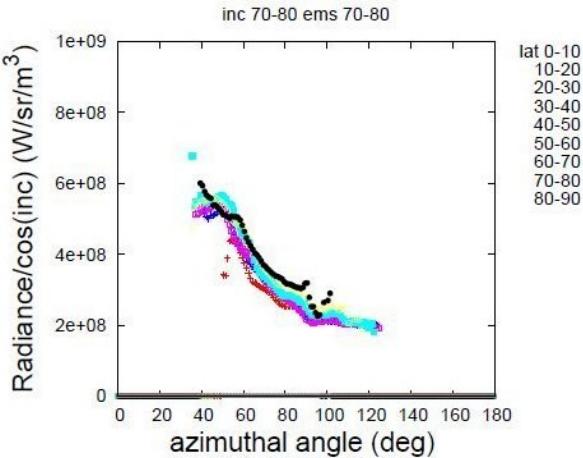


図 5-71 輝度の方位角に対する依存性
($70^\circ \leq \text{入射角} \leq 80^\circ$)
($70^\circ \leq \text{射出角} \leq 80^\circ$)

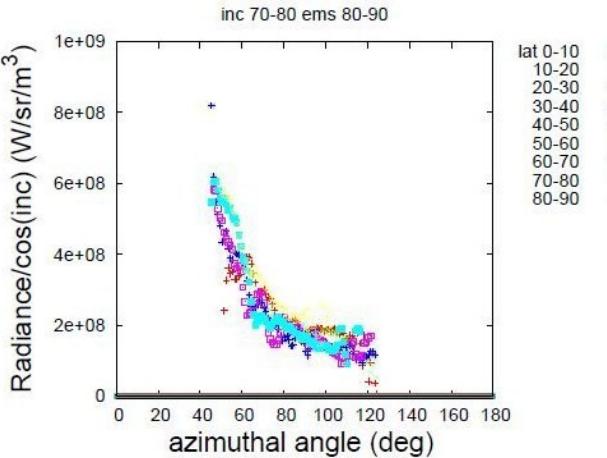


図 5-72 輝度の方位角に対する依存性
($70^\circ \leq \text{入射角} \leq 80^\circ$)
($80^\circ \leq \text{射出角} \leq 90^\circ$)

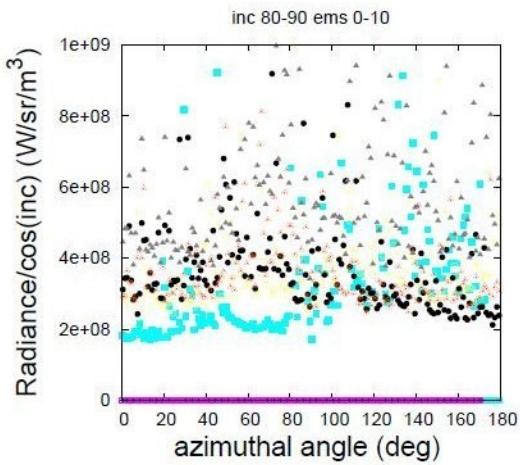


図 5-73 輝度の方位角に対する依存性

(80°≤入射角≤90°)

(0°≤射出角≤10°)

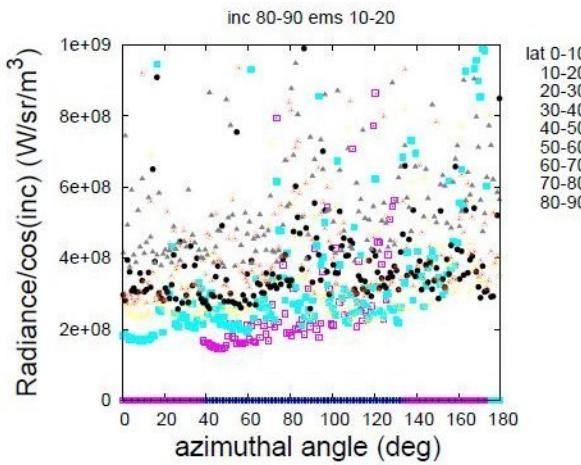


図 5-74 輝度の方位角に対する依存性

(80°≤入射角≤90°)

(10°≤射出角≤20°)

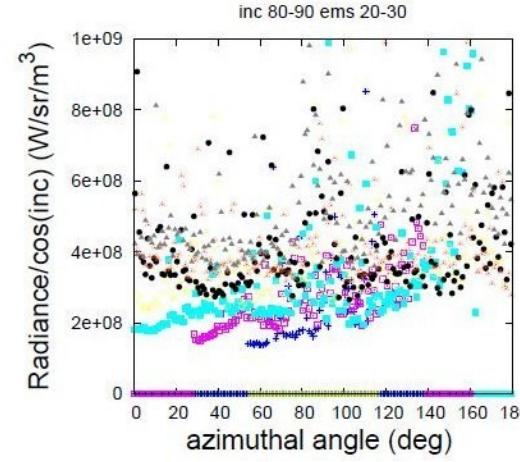


図 5-75 輝度の方位角に対する依存性

(80°≤入射角≤90°)

(20°≤射出角≤30°)

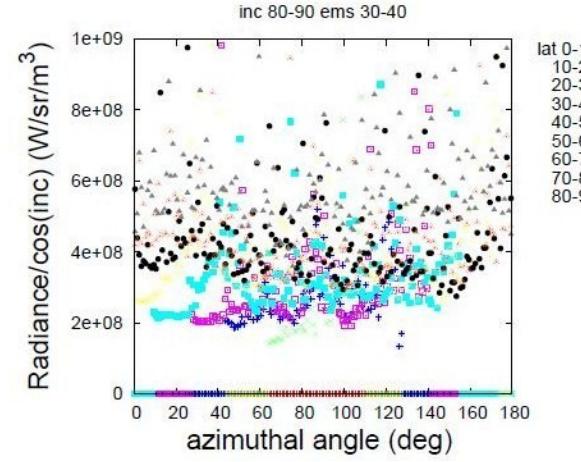


図 5-76 輝度の方位角に対する依存性

(80°≤入射角≤90°)

(30°≤射出角≤40°)

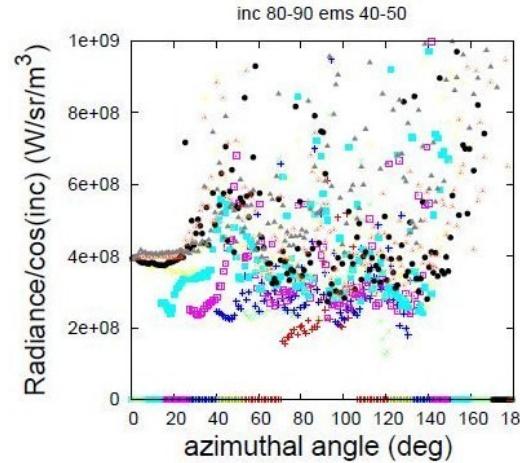


図 5-77 輝度の方位角に対する依存性

(80°≤入射角≤90°)

(40°≤射出角≤50°)

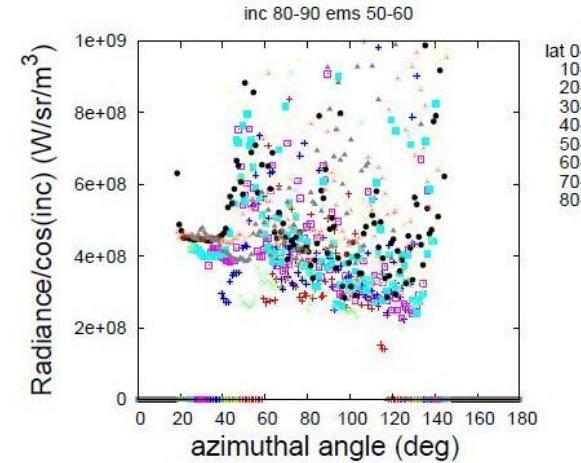


図 5-78 輝度の方位角に対する依存性

(80°≤入射角≤90°)

(50°≤射出角≤60°)

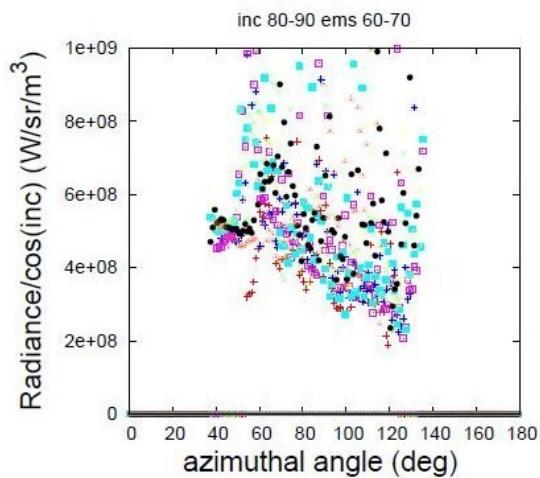


図 5-79 輝度の方位角に対する依存性
(80° ≤ 入射角 ≤ 90°)
(60° ≤ 射出角 ≤ 70°)

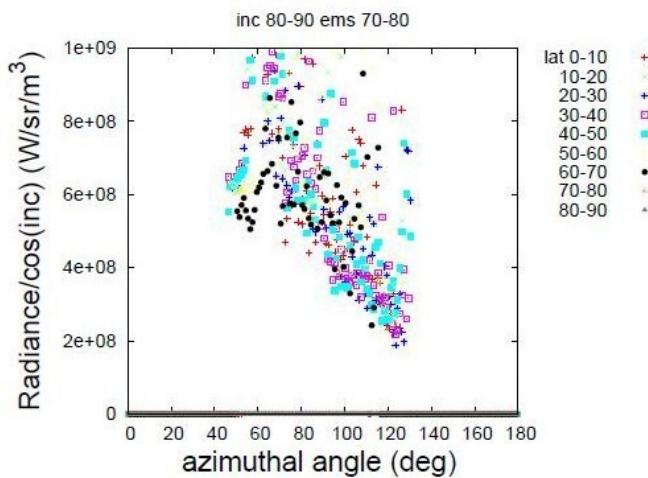


図 5-80 輝度の方位角に対する依存性
(80° ≤ 入射角 ≤ 90°)
(70° ≤ 射出角 ≤ 80°)

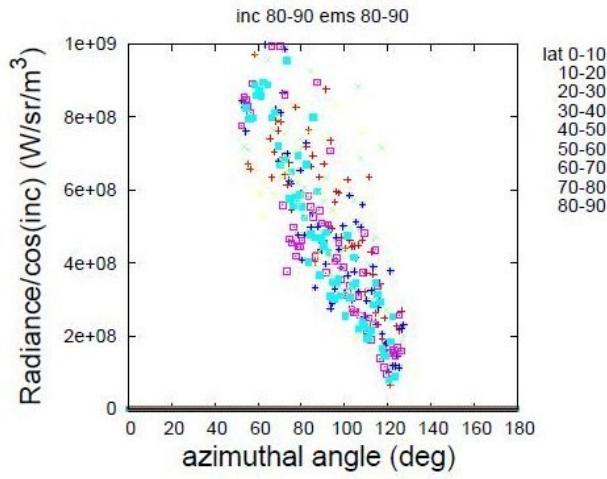


図 5-81 輝度の方位角に対する依存性
(80° ≤ 入射角 ≤ 90°)
(80° ≤ 射出角 ≤ 90°)

第6章 反射光の輝度の時間による変化

図5-82から図5-91は、弓場の研究により得られた各緯度での反射光の輝度の値と、本研究により得られた各緯度での反射光の輝度の値を比較した図である。これは、同じ角度で入射/射出したものを比べている。横軸に緯度、縦軸に輝度をとっている。各点は、各緯度における反射光の輝度の値を表している。この輝度は入射フラックスで補正されており、それぞれの角度に含まれる輝度のデータを平均した値である。各点についているバーは平均した輝度の値の標準偏差である。

赤が観測期間2006年5月15日から2007年10月21日までのデータをプロットしたもので、弓場の研究により得られた結果である。青が観測期間2007年10月22日から2009年5月3日までのデータをプロットしたもので、本研究により得られた結果である。

図5-82から図5-88を見ると、赤と青のどちらの観測期間のデータについても高緯度において輝度が大きくなる傾向が見られる。

それぞれの緯度での平均した反射光の輝度の値を見てみると、青の観測期間の輝度の値よりも、赤の観測期間の輝度の値の方が大きいことが見てとれる。全ての入射角、射出角、方位角の条件での結果において赤の観測期間の輝度の値と青の観測期間の輝度の値を比べると赤の観測期間の方が明るく、その差は10%程度である。

図5-92から図5-101は、それぞれ図5-82から図5-91と同じ条件で抽出したデータで緯度とデータ数の関係を表した図である。横軸は 1° 毎に緯度をとり、縦軸にそれぞれの緯度からその緯度 $+1^{\circ}$ までの範囲にあるデータ数をプロットした図である。

図5-89から図5-91を見ると、高緯度で輝度の値が大きくなる傾向は見られない。また、図5-99から図5-101を見ると、図5-92から図5-98に比べてどの緯度においてもデータ数が少ないことが分かる。これらのことから抽出されたデータの数が少ない入射角、射出角、方位角の条件での緯度における反射光の輝度の値は、高緯度で大きくなる傾向は見られない。

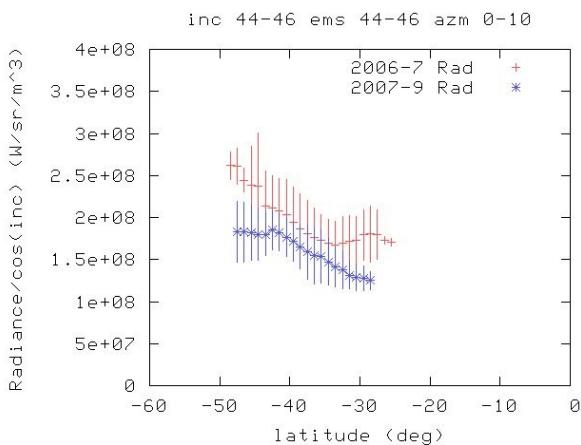


図 5-82 弓場の研究と本研究での緯度における反射光の輝度の値の比較
($0^\circ \leq \text{方位角} \leq 10^\circ$)

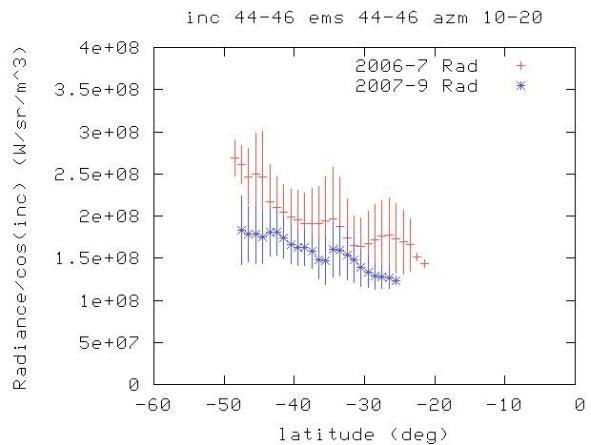


図 5-83 弓場の研究と本研究での緯度における反射光の輝度の値の比較
($10^\circ \leq \text{方位角} \leq 20^\circ$)

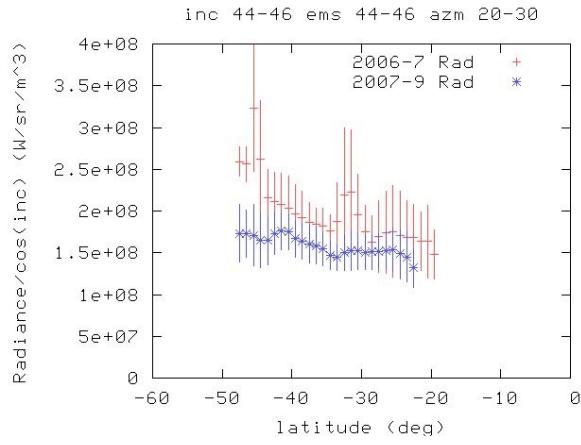


図 5-84 弓場の研究と本研究での緯度における反射光の輝度の値の比較
($20^\circ \leq \text{方位角} \leq 30^\circ$)

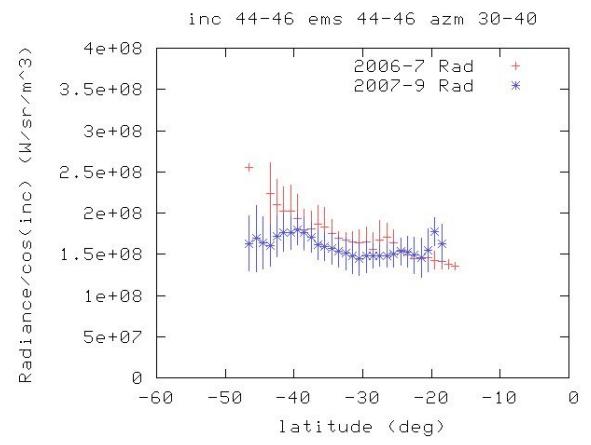


図 5-85 弓場の研究と本研究での緯度における反射光の輝度の値の比較
($30^\circ \leq \text{方位角} \leq 40^\circ$)

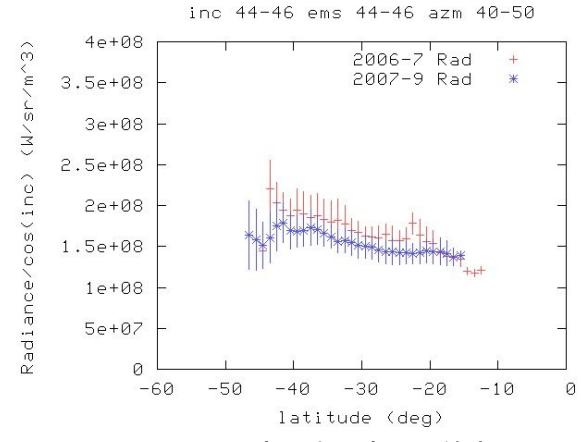


図 5-86 弓場の研究と本研究での緯度における反射光の輝度の値の比較
($40^\circ \leq \text{方位角} \leq 50^\circ$)

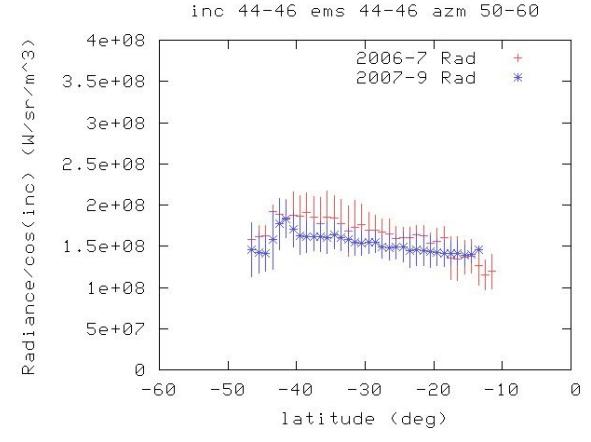


図 5-87 弓場の研究と本研究での緯度における反射光の輝度の値の比較
($50^\circ \leq \text{方位角} \leq 60^\circ$)

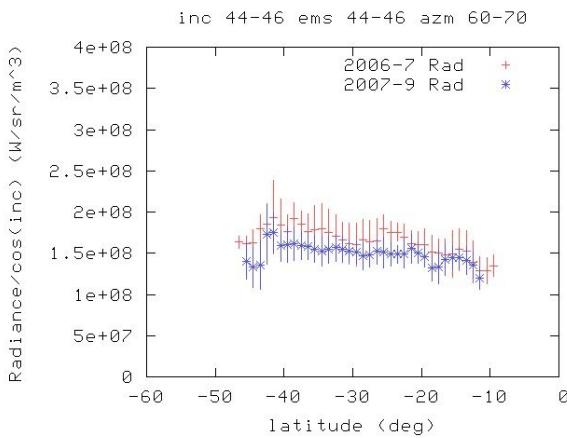


図 5-88 弓場の研究と本研究での緯度における反射光の輝度の値の比較
($60^\circ \leq \text{方位角} \leq 70^\circ$)

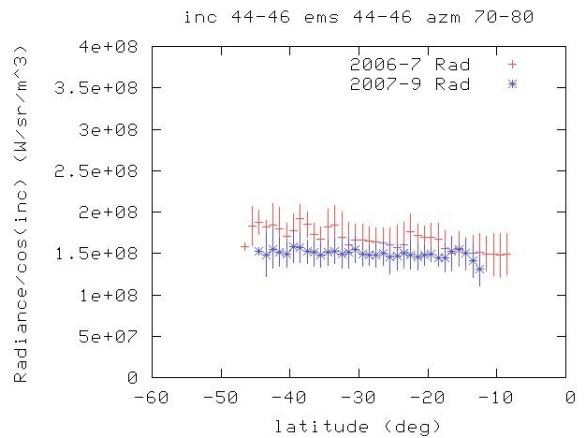


図 5-89 弓場の研究と本研究での緯度における反射光の輝度の値の比較
($70^\circ \leq \text{方位角} \leq 80^\circ$)

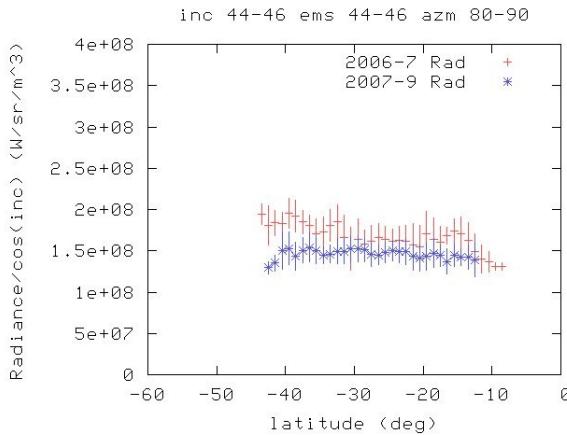


図 5-90 弓場の研究と本研究での緯度における反射光の輝度の値の比較
($80^\circ \leq \text{方位角} \leq 90^\circ$)

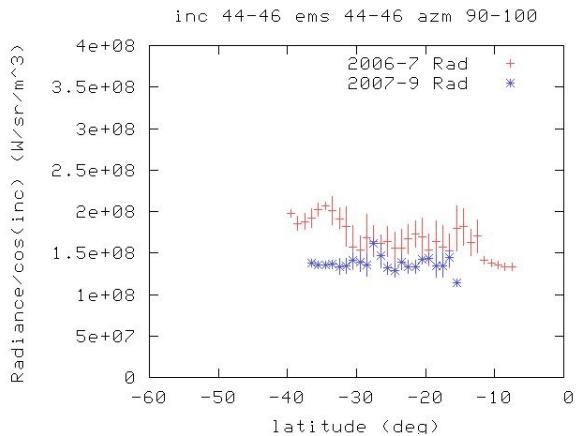


図 5-91 弓場の研究と本研究での緯度における反射光の輝度の値の比較
($90^\circ \leq \text{方位角} \leq 100^\circ$)

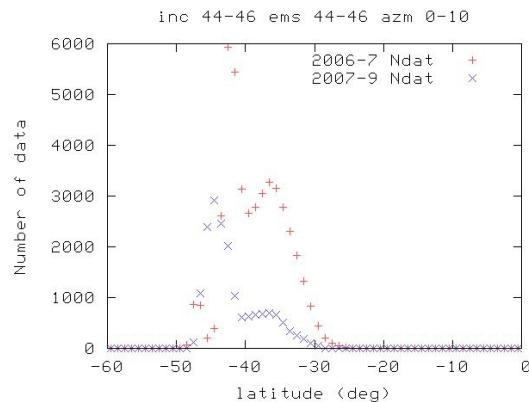


図 5-92 弓場の研究と本研究での緯度におけるデータ数の比較
($0^\circ \leq \text{方位角} \leq 10^\circ$)

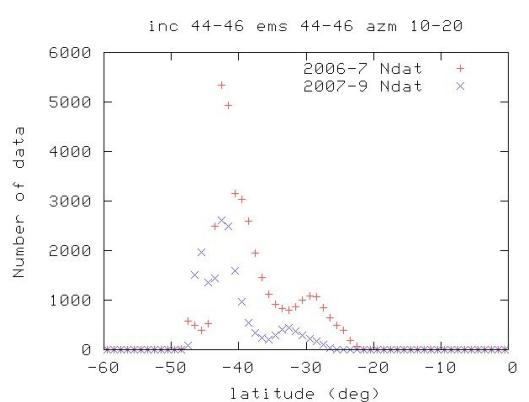


図 5-93 弓場の研究と本研究での緯度におけるデータ数の比較
($10^\circ \leq \text{方位角} \leq 20^\circ$)

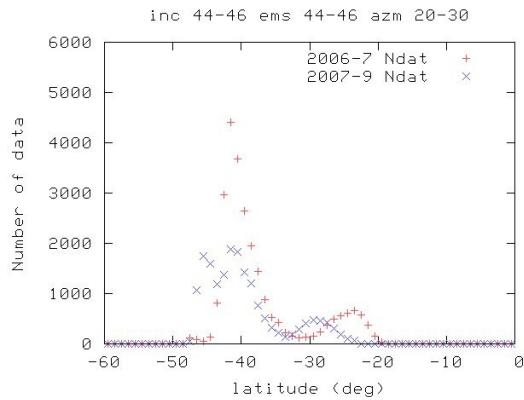


図 5-94 弓場の研究と本研究での緯度における
データ数の比較
($20^\circ \leq \text{方位角} \leq 30^\circ$)

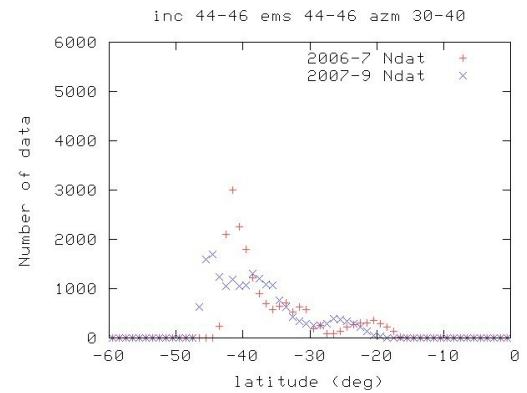


図 5-95 弓場の研究と本研究での緯度における
データ数の比較
($30^\circ \leq \text{方位角} \leq 40^\circ$)

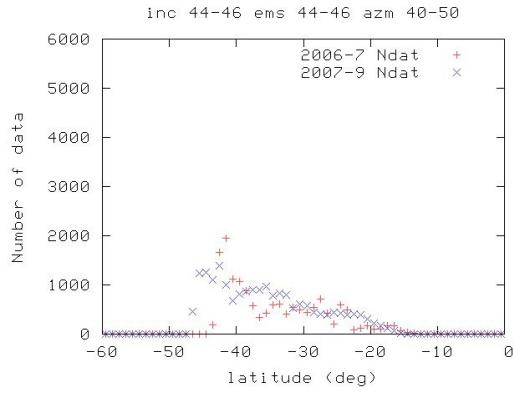


図 5-96 弓場の研究と本研究での緯度における
データ数の比較
($40^\circ \leq \text{方位角} \leq 50^\circ$)

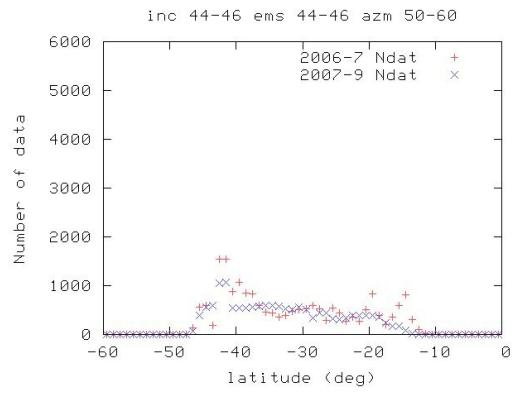


図 5-97 弓場の研究と本研究での緯度における
データ数の比較
($50^\circ \leq \text{方位角} \leq 60^\circ$)

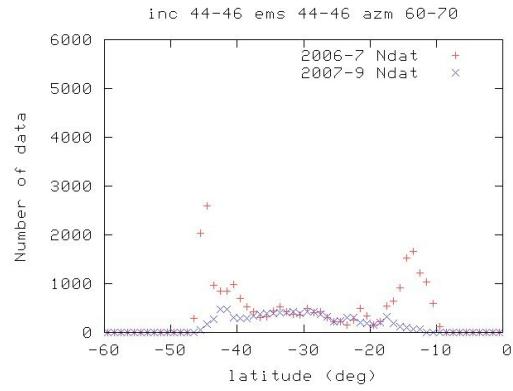


図 5-98 弓場の研究と本研究での緯度における
データ数の比較
($60^\circ \leq \text{方位角} \leq 70^\circ$)

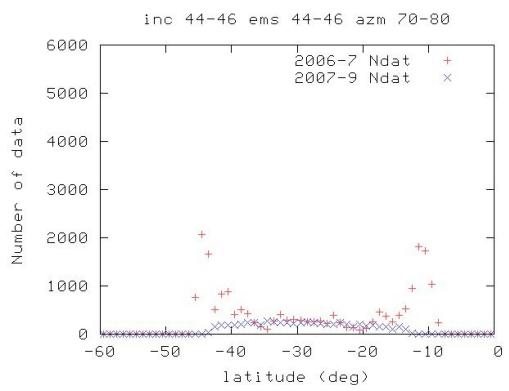


図 5-99 弓場の研究と本研究での緯度における
データ数の比較
($70^\circ \leq \text{方位角} \leq 80^\circ$)

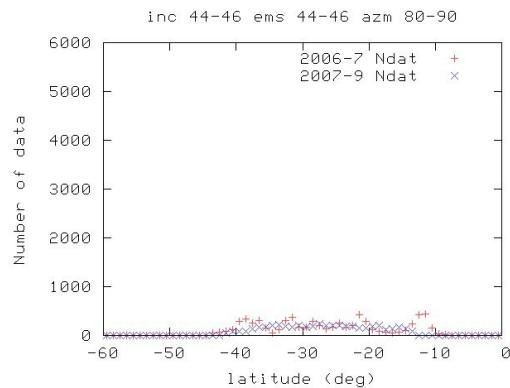


図 5-100 弓場の研究と本研究での緯度における
データ数の比較
($80^\circ \leq \text{方位角} \leq 90^\circ$)

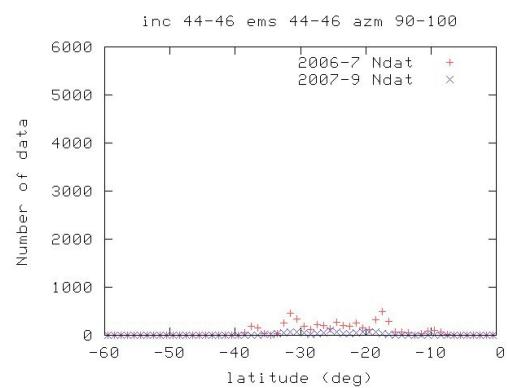


図 5-101 弓場の研究と本研究での緯度における
データ数の比較
($90^\circ \leq \text{方位角} \leq 100^\circ$)

第7章 まとめ

本研究での解析の作業と、反射光の輝度の時間による変化についてのまとめは以下の通りである。

1. 解析の作業

- (1) 19912枚の紫外線画像の中から、使える画像4958枚を選別した。
- (2) 紫外線画像の各ピクセルについて入射角・射出角・方位角・緯度・経度を計算した。
- (3) 反射率を比べるために、入射角、射出角、方位角、がそれぞれ同じ条件のデータを抽出した。

2. 反射光の輝度の時間による変化

- (1) 観測期間が2006年5月15日から2007年10月21日までのデータと、観測期間が2007年10月22日から2009年5月3日までのデータの両方で、南半球において高緯度で輝度が大きくなる傾向が見られた。
- (2) 観測期間が2006年5月15日から2007年10月21日までのデータと、観測期間が2007年10月22日から2009年5月3日までのデータの各緯度における反射光の輝度の値を比較してみると、観測期間が2006年5月15日から2007年10月21日のデータの反射光の輝度の値の方が観測期間2007年10月22日から2009年5月3日までのデータ反射光の輝度の値よりも、約10%程度値が大きいことが分かった。

参考文献

- [1] JAXA, Venus Express – ヨーロッパの金星探査計画-, http://www.stp.isas.jaxa.jp/venus/other_vex.html (参照日付 2011 年 1 月 24 日)
- [2] ESA Science & Technology , VENUS EXPRESS,<http://sci.esa.int/science-e/www/object/index.cfm?fobjectid=33964&fbodylongid=1448> (参照日付 2011 年 1 月 30 日)
- [3] ESA Science & Technology , VENUS EXPRESS, <http://sci.esa.int/science-e/www/area/index.cfm?fareaid=64> (参照日付 2011 年 1 月 30 日)
- [4] MPS, Venus Monitoring Camera (VMC), <http://www.mps.mpg.de/en/projekte/venus-express/vmc/>(参照日付 2011 年 1 月 30 日)
- [5] MPS, Venus Monitoring Camera, <http://www.mps.mpg.de/projects/venus-express/vmc/>(参照日付 2011 年 2 月 2 日)
- [6] SPACE INFORMATION CENTER, 金星, <http://spaceinfo.jaxa.jp/ja/venus.html> (参照日付 2011 年 1 月 24 日)
- [7] 弓場勇矢：“金星の紫外線反射率の緯度依存性：金星探査機が撮像した画像の解析” 岡山大学 理学部 地球科学科 卒業論文 (2010)

~謝辞~

本研究を行うにあたり、通年にわたりご指導いただきました指導教員であるはしもとじょーじ准教授に心から感謝いたします。

卒業研究にあたって、使用したプログラムを理解するための助言や作業手順のアドバイスをしてくださった弓場勇矢先輩ありがとうございました。

卒業論文の文章の添削をしてくださった西村奈那子さん、作田知之さんありがとうございました。

付録

1. 紫外線画像のダウンロード

[1] 画像をアーカイブされている場所からダウンロード

epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/EXT-DL_0550-999.sh

epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/EXT-DL_1000-1109.sh

epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/EXT-DL_0550-999.sh

#!/bin/csh -f

```
@ start = 550
@ end   = 999

@ orbit = {$start}
while ( {$orbit} <= {$end} )
    set target =
    ftp://psa.esac.esa.int/pub/mirror/VENUS-EXPRESS/VMC/VEX-V-VMC-3-RDR-EXT1-V1.0/DATA/0{$orbit}/
        /usr/bin/wget -np -m -nH -r -l 1 --cut-dir=6 --wait=3 $target
        @ orbit ++
end
```

epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/EXT-DL_1000-1109.sh

#!/bin/csh -f

```
@ start = 1000
@ end   = 1109

@ orbit = {$start}
while ( {$orbit} <= {$end} )
    set target =
    ftp://psa.esac.esa.int/pub/mirror/VENUS-EXPRESS/VMC/VEX-V-VMC-3-RDR-EXT1-V1.0/DATA/{$orbit}/
        /usr/bin/wget -np -m -nH -r -l 1 --cut-dir=6 --wait=3 $target
        @ orbit ++
end
```

[2] ダウンロードした画像のうち紫外線画像のみを抽出

epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/divide-0550-0999UV.sh

epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/divide-1000-1109UV.sh

上記の 2 つのシェルスクリプトを実行させる

epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/divide-UV.sh

を実行

epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/divide-0550-0999UV.sh

#!/bin/csh -f

```
@ start = 550
@ end   = 999
```

付録 1 -紫外線画像のダウンロード-

```
@ orbit = $start
while ( {$orbit} <= {$end} )
    set target1 = 0{$orbit}
    echo {$target1}
    mkdir /work2/sowkei/download-data/IMGdata0550-1109/usedata2/usedata3/{$target1}/
    cp /work2/sowkei/download-data/IMGdata0550-1109/{$target1}/*UV2.IMG
    /work2/sowkei/download-data/IMGdata0550-1109/usedata2/usedata3/{$target1}/
        @ orbit ++
end
```

epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/divide-1000-1109UV.sh

```
#!/bin/csh -f
@ start = 1000
@ end   = 1109

@ orbit = $start
while ( {$orbit} <= {$end} )
    set target1 = {$orbit}
    echo {$target1}
    mkdir /work2/sowkei/download-data/IMGdata0550-1109/usedata2/usedata3/{$target1}/
    cp /work2/sowkei/download-data/IMGdata0550-1109/{$target1}/*UV2.IMG
    /work2/sowkei/download-data/IMGdata0550-1109/usedata2/usedata3/{$target1}/
        @ orbit ++
end
```

epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/divide-UV.sh

```
#!/bin/csh -f

./divide-0550-0999UV.sh

./divide-1000-1109UV.sh
```

2. 画像の選別

画像を選別するために, pds のフォーマットで描かれている紫外線画像を jpg のフォーマットに変換

[1] pds を pgm に変換

epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/makepgm.sh

epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/makepgm.sh

#!/bin/csh -f

```
set bindir = /home/george/yumiba/bin

foreach dir (0*)
    echo $dir
    cd $dir/

    foreach file (*.IMG)
        ${bindir}/pds2vicar.plx  ${file}
        ${bindir}/vicar2pgm.plx  ${file}.vicar
    end
    cd ../
end

foreach dir (1*)
    echo $dir
    cd $dir

    foreach file (*.IMG)
        ${bindir}/pds2vicar.plx  ${file}
        ${bindir}/vicar2pgm.plx  ${file}.vicar
    end
    cd ../
end
```

[2] pgm を jpg に変換

epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/makejpg.sh

epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/makejpg.sh

#!/bin/csh -f

```
foreach datadir (0*)
    echo $datadir

    set distdir = work2/sowkei/download-data/IMGdata0550-1109/usedata2/jpgdata/${datadir}
    mkdir $distdir

    cd $datadir/
    foreach file (*.pgm)
        convert ${file} ${file}.jpg
    end
    mv *.jpg ${distdir}/.
    cd ../
```

```
end

foreach datadir (1*)
    echo $datadir

    set distdir = /work2/sowkei/download-data/IMGdata0550-1109/usedata2/jpgdata/${datadir}
    mkdir $distdir

    cd ${datadir}/
    foreach file (*.pgm)
        convert ${file} ${file}.jpg
    end
    mv *.jpg ${distdir}/.
    cd ../
end
```

[3] 使用する紫外線画像のみを抽出

```
epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/jpg-IMG0550-0999.sh
epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/jpg-IMG1000-1109.sh
```

epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/jpg-IMG0550-0999.sh

```
#!/bin/csh -f
```

```
set dir = /work2/sowkei/download-data/IMGdata0550-1109/usedata2/
```

```
cd ${dir}/usedata3/

foreach dir1 (0*)
    echo ${dir1}

    cd ${dir1}/cannnotusedata/
    foreach file (*.IMG)
        echo ${file}

        mv ${dir1}/usedata3/${dir1}/${file} ${dir1}/dust/.
    end

    cd ${dir1}/usedata3/
end
```

epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/jpg-IMG1000-1109.sh

```
#!/bin/csh -f
```

```
set dir = /work2/sowkei/download-data/IMGdata0550-1109/usedata2/
```

```
cd ${dir}/usedata3/

foreach dir1 (1*)
    echo ${dir1}

    cd ${dir1}/cannnotusedata/
```

付録 2 -画像の選別-

```
foreach file (*.IMG)
echo {$file}

mv {$dir}/usedata3/{$dir1}/{$file} {$dir}/dust/.
end
cd {$dir}/usedata3/
end
```

付録3 -画像の各ピクセルについて入射角・射出角・方位角・緯度・経度を計算-

3. 画像の各ピクセルについて入射角・射出角・方位角・緯度・経度を計算

- [1] 全ての画像の各ピクセルについて入射角、射出角、方位角、緯度、経度を計算
epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/makevmcdat-uv.sh

epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/makevmcdat-uv.sh

```
#!/bin/csh -f
```

```
set bindir = /home/george/yumiba/bin
set kernellistfile = /work2/sowkei/download-data/IMGdata0550-1109/usedata2/usedata3/kernel_vmc20.txt

foreach dir (0*)
    cd ${dir}

    if (-e alldata.dat) then
        rm alldata.dat
    endif
    touch alldata.dat

    foreach file (*.IMG)
        ${bindir}/getname.plx      $file

        ${bindir}/pds2vicar.plx  $file
        ${bindir}/vicar2pgm.plx   ${file}.vicar

        ${bindir}/getcaldat.plx   ${file}.vicar
        cp ${file}.vicar.caldat caldat.txt
        cp ${file}.vicar.pgm     caldat.pgm
        ${bindir}/caldat.out
        rm caldat.txt caldat.pgm

        ${bindir}/gettime.plx    ${file}.vicar
        ${bindir}/getsample1stpix.plx ${file}.vicar
        ${bindir}/getline1stpix.plx ${file}.vicar
        ${bindir}/vex_vmc_uv.out `cat $kernellistfile`

        cp ${file}_i.dat      inc.dat
        cp ${file}_e.dat      ems.dat
        cp ${file}_g.dat      phs.dat
        cp ${file}_a.dat      azm.dat
        cp ${file}_lat.dat    lat.dat
        cp ${file}_lon.dat    lon.dat
        ${bindir}/mkdata.out
        rm caldat.dat inc.dat ems.dat phs.dat azm.dat lat.dat lon.dat

        cat vmcdat.dat >> alldata.dat

        rm workingfilename.txt ${file}.vicar ${file}.vicar.caldat ${file}.vicar.sample1stpix ${file}.vicar.line1stpix ${file}_i.dat
        ${file}_e.dat ${file}_g.dat ${file}_a.dat ${file}_lat.dat ${file}_lon.dat vmcdat.dat

    end
    cd ..
end

foreach dir (1*)
    cd ${dir}
```

付録3 -画像の各ピクセルについて入射角・射出角・方位角・緯度・経度を計算-

```
if (-e alldata.dat) then
    rm alldata.dat
endif
touch alldata.dat

foreach file (*.IMG)
    ${bindir}/getname.plx      $file

    ${bindir}/pds2vicar.plx   $file
    ${bindir}/vicar2pgm.plx   ${file}.vicar

    ${bindir}/getcaldat.plx   ${file}.vicar
    cp ${file}.vicar.caldat caldat.txt
    cp ${file}.vicar.pgm      caldat.pgm
    ${bindir}/caldat.out
    rm caldat.txt caldat.pgm

    ${bindir}/gettime.plx     ${file}.vicar
    ${bindir}/getsample\stpix.plx ${file}.vicar
    ${bindir}/getline\stpix.plx ${file}.vicar
    ${bindir}/vex_vmc_uv.out `cat $kernellistfile`

    cp ${file}_i.dat    inc.dat
    cp ${file}_e.dat    ems.dat
    cp ${file}_g.dat    phs.dat
    cp ${file}_a.dat    azm.dat
    cp ${file}_lat.dat  lat.dat
    cp ${file}_lon.dat  lon.dat
    ${bindir}/mkdata.out
    rm caldat.dat inc.dat ems.dat phs.dat azm.dat lat.dat lon.dat

    cat vmcdata.dat >> alldata.dat

    rm workingfilename.txt ${file}.vicar ${file}.vicar.caldat ${file}.vicar.sample\stpix ${file}.vicar.line\stpix ${file}_i.dat
    ${file}_e.dat ${file}_g.dat ${file}_a.dat ${file}_lat.dat ${file}_lon.dat vmcdata.dat

end
cd ..
end
```

[2] 計算により得られた全てのデータを1つのファイルにまとめる
epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/alldata0550-1109.sh

epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/alldata0550-1109.sh

#!/bin/csh -f

```
foreach dir (0*)
    echo ${dir}

    set target = /work2/sowkei/download-data/IMGdata0550-1109/usedata2/usedata3/${dir}

    cat ${target}/alldata.dat >> alldata0550-1109.dat

end
```

付録3-画像の各ピクセルについて入射角・射出角・方位角・緯度・経度を計算-

```
foreach dir1 (1*)  
    echo {$dir1}  
  
    set target1 = /work2/sowkei/download-data/IMGdata0550-1109/usedata2/usedata3/{$dir1}  
  
    cat {$target1}/alldata.dat >> alldata0550-1109.dat  
  
end
```

4. 反射率の入射角・射出角・方位角に対する依存性

[1] 全ての輝度のデータを入射フラックスで補正

epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/rad-hosei.f

上記のプログラムソースファイルをコンパイルすることで生成される実行型ファイルが組み込まれている

epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/rad-hosei.sh

を実行

epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/rad-hosei.f

Program radradc

Implicit NONE

```
c Create a data file for analysis.  
c   input  : alldata0024-0093.dat  
c           Format(7(E12.4,1X),A18)  
c           1: radiance  
c           2: phase angle  
c           3: incidence angle  
c           4: emission angle  
c           5: azimuthal angle  
c           6: latitude  
c           7: longitude  
c           8: data file name  
c   output : alldata0024-0093.rad-radc.dat  
c           Format(7(E12.4,1X),A18)  
c           1: radiance/cos(inc)  
c           2: phase angle  
c           3: incidence angle  
c           4: emission angle  
c           5: azimuthal angle  
c           6: latitude  
c           7: longitude  
c           8: data file name
```

c -----constant

c radiance of background

c (Radiances less than this value is neglected.)

Real BGRAD

Parameter (BGRAD=0.0E0)

c pi

real PI

c -----local

c io

Integer IFILE, OFILE

c file name

Character*18 fname

c data

Real rad, inc, ems, phs, azm, lat, lon, radc

c -----

付録4-反射率の入射角・射出角・方位角に対する依存性-

```
c set PI
    PI = acos(-1.0)

c set input and output format
10  Format(7(1PE13.6,1X),A18)

c set io
    OFILE    = 21
    IFILE    = 22

c open output file
    Open(OFILE,FILE='dataout.dat')

c open data file
    Open(IFILE,   FILE='datain.dat')

c read data and calculate radc and output data
200 Continue
    Read(IFILE,10,END=300) rad, phs, inc, ems, azm, lat, lon, fname
    If ((inc.le.(90.0E0)).and.(inc.ge.(0.0E0))) then
        If (rad.ge.BGRAD) then
            radc = rad / cos(inc/360.0*2.0*PI)
            Write(OFILE,10)
            &           radc, phs, inc, ems, azm, lat, lon, fname
        End If
    End If
    Go to 200

300 Continue
c close files
    Close(OFILE)
    Close(IFILE)

    Stop
End
```

epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/rad-hosei.sh

```
#!/bin/csh -f
```

```
mv alldata0550-1109.dat datain.dat

./rad-hosei.out

mv datain.dat alldata0550-1109.dat

mv dataout.dat alldata0550-1109.rad-radc.dat
```

[2] 緯度、入射角、射出角のそれぞれの条件でのデータを抽出

epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/lat.f

epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/inc.f

epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/ems.f

上記のプログラムソースファイルをコンパイルすることで生成される実行型ファイルが組み込まれている

付録 4 -反射率の入射角・射出角・方位角に対する依存性-

epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/divide.sh

を実行

epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/lat.f

Program CountNdat

Implicit NONE

c Count number of data.

c input : datain.dat
c Format(7(E12.4,1X),A18)
c 1: radiance
c 2: phase angle
c 3: incidence angle
c 4: emission angle
c 5: azimuthal angle
c 6: latitude
c 7: longitude
c 8: data file name
c output :
c Format(7(E12.4,1X))
c 1: radiance
c 2: phase angle
c 3: incidence angle
c 4: emission angle
c 5: azimuthal angle
c 6: latitude
c 7: longitude

c -----constant

Integer ND

Parameter (ND=7)

c nkey of incidence angle

Integer ninc

Parameter (ninc=3)

c nkey of latitude angle

Integer nlat

Parameter (nlat=6)

c io

Integer IFILE, OFILElat10, OFILElat20, OFILElat30,
& OFILElat40, OFILElat50, OFILElat60, OFILElat70,
& OFILElat80, OFILElat90
Parameter (IFILE=21)
Parameter (OFILElat10=22)
Parameter (OFILElat20=23)
Parameter (OFILElat30=24)
Parameter (OFILElat40=25)
Parameter (OFILElat50=26)
Parameter (OFILElat60=27)
Parameter (OFILElat70=28)
Parameter (OFILElat80=29)
Parameter (OFILElat90=30)

c -----local

c file name

Character*18 fname

付録 4 -反射率の入射角・射出角・方位角に対する依存性-

```
c data
    Real      dat(ND)

c loop control
    Integer i

c -----
c set input format
    10    Format(7(1PE13.6,1X),A18)

c set output format
    11    Format(7(1PE13.6,1X))

c read data
c -open data file
    Open(IFILE,FILE='datain.dat')

c -open output file
    Open(OFIELat10,FILE='fie0.dat')
    Open(OFIELat20,FILE='fie1.dat')
    Open(OFIELat30,FILE='fie2.dat')
    Open(OFIELat40,FILE='fie3.dat')
    Open(OFIELat50,FILE='fie4.dat')
    Open(OFIELat60,FILE='fie5.dat')
    Open(OFIELat70,FILE='fie6.dat')
    Open(OFIELat80,FILE='fie7.dat')
    Open(OFIELat90,FILE='fie8.dat')

200 Continue
    Read(IFILE,10,END=300) (dat(i), i=1,ND), fname
    If (dat(ninc).gt.(90.0)) then
        Go to 200
    End If

    If (dat(nlat).le.(-80.0)) then
        Write(OFIELat90,11) (dat(i), i=1,ND)
    else If (dat(nlat).le.(-70.0)) then
        Write(OFIELat80,11) (dat(i), i=1,ND)
    else If (dat(nlat).le.(-60.0)) then
        Write(OFIELat70,11) (dat(i), i=1,ND)
    else If (dat(nlat).le.(-50.0)) then
        Write(OFIELat60,11) (dat(i), i=1,ND)
    else If (dat(nlat).le.(-40.0)) then
        Write(OFIELat50,11) (dat(i), i=1,ND)
    else If (dat(nlat).le.(-30.0)) then
        Write(OFIELat40,11) (dat(i), i=1,ND)
    else If (dat(nlat).le.(-20.0)) then
        Write(OFIELat30,11) (dat(i), i=1,ND)
    else If (dat(nlat).le.(-10.0)) then
        Write(OFIELat20,11) (dat(i), i=1,ND)
    else If (dat(nlat).le.(0.0)) then
        Write(OFIELat10,11) (dat(i), i=1,ND)
    End If
    Go to 200

300 Continue
c -close data file
```

付録 4 -反射率の入射角・射出角・方位角に対する依存性-

Close(IFILE)

c -close output file
Close(OFILElat10)
Close(OFILElat20)
Close(OFILElat30)
Close(OFILElat40)
Close(OFILElat50)
Close(OFILElat60)
Close(OFILElat70)
Close(OFILElat80)
Close(OFILElat90)

Stop

End

epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/inc.f

Program CountNdat
Implicit NONE

c Count number of data.

c input : datain.dat
c Format(7(E12.4,1X))
c 1: radiance
c 2: phase angle
c 3: incidence angle
c 4: emission angle
c 5: azimuthal angle
c 6: latitude
c 7: longitude
c output :
c Format(7(E12.4,1X))
c 1: radiance
c 2: phase angle
c 3: incidence angle
c 4: emission angle
c 5: azimuthal angle
c 6: latitude
c 7: longitude

c -----constant

Integer ND
Parameter (ND=7)

c nkey of incidence angle

Integer ninc
Parameter (ninc=3)

c io

Integer IFILE, OFILElat10, OFILElat20, OFILElat30,
& OFILElat40, OFILElat50, OFILElat60, OFILElat70,
& OFILElat80, OFILElat90
Parameter (IFILE=21)
Parameter (OFILElat10=22)
Parameter (OFILElat20=23)
Parameter (OFILElat30=24)
Parameter (OFILElat40=25)

付録4 -反射率の入射角・射出角・方位角に対する依存性-

```
Parameter (OFILElat=26)
Parameter (OFILElat=27)
Parameter (OFILElat=28)
Parameter (OFILElat=29)
Parameter (OFILElat=30)

c -----local

c data
Real      dat(ND)

c loop control
Integer i

c -----

c set input format
10   Format(7(1PE13.6,1X))

c set output format
11   Format(7(1PE13.6,1X))

c read data
c -open data file
Open(IFILE,FILE='datain.dat')

c -open output file
Open(OFILElat10,FILE='fie0.dat')
Open(OFILElat20,FILE='fie1.dat')
Open(OFILElat30,FILE='fie2.dat')
Open(OFILElat40,FILE='fie3.dat')
Open(OFILElat50,FILE='fie4.dat')
Open(OFILElat60,FILE='fie5.dat')
Open(OFILElat70,FILE='fie6.dat')
Open(OFILElat80,FILE='fie7.dat')
Open(OFILElat90,FILE='fie8.dat')

200 Continue
Read(IFILE,10,END=300) (dat(i), i=1,ND)
If (dat(ninc).gt.(90.0)) then
    Go to 200
End If

If (dat(ninc).ge.(80.0)) then
    Write(OFILElat90,11) (dat(i), i=1,ND)
else If (dat(ninc).ge.(70.0)) then
    Write(OFILElat80,11) (dat(i), i=1,ND)
else If (dat(ninc).ge.(60.0)) then
    Write(OFILElat70,11) (dat(i), i=1,ND)
else If (dat(ninc).ge.(50.0)) then
    Write(OFILElat60,11) (dat(i), i=1,ND)
else If (dat(ninc).ge.(40.0)) then
    Write(OFILElat50,11) (dat(i), i=1,ND)
else If (dat(ninc).ge.(30.0)) then
    Write(OFILElat40,11) (dat(i), i=1,ND)
else If (dat(ninc).ge.(20.0)) then
    Write(OFILElat30,11) (dat(i), i=1,ND)
else If (dat(ninc).ge.(10.0)) then
    Write(OFILElat20,11) (dat(i), i=1,ND)
```

付録4 -反射率の入射角・射出角・方位角に対する依存性-

```
else If (dat(ninc).ge.(0.0)) then
    Write(OFILElat10,11) (dat(i), i=1,ND)
End If
Go to 200

300 Continue
c -close data file
Close(IFILE)

c -close output file
Close(OFILElat10)
Close(OFILElat20)
Close(OFILElat30)
Close(OFILElat40)
Close(OFILElat50)
Close(OFILElat60)
Close(OFILElat70)
Close(OFILElat80)
Close(OFILElat90)

Stop
End
```

epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/ems.f

Program CountNdat
Implicit NONE

```
c Count number of data.

c     input : datain.dat
c             Format(7(E12.4,1X))
c             1: radiance
c             2: phase angle
c             3: incidence angle
c             4: emission angle
c             5: azimuthal angle
c             6: latitude
c             7: longitude
c     output :
c             Format(7(E12.4,1X))
c             1: radiance
c             2: phase angle
c             3: incidence angle
c             4: emission angle
c             5: azimuthal angle
c             6: latitude
c             7: longitude

c -----constant
Integer ND
Parameter (ND=7)

c nkey of incidence angle
Integer ninc
Parameter (ninc=3)
c nkey of emission angle
Integer nems
Parameter (nems=4)
```

付録 4 -反射率の入射角・射出角・方位角に対する依存性-

```
c io
    Integer IFILE, OFILElat10, OFILElat20, OFILElat30,
    & OFILElat40, OFILElat50, OFILElat60, OFILElat70,
    & OFILElat80, OFILElat90
    Parameter (IFILE=21)
    Parameter (OFILElat10=22)
    Parameter (OFILElat20=23)
    Parameter (OFILElat30=24)
    Parameter (OFILElat40=25)
    Parameter (OFILElat50=26)
    Parameter (OFILElat60=27)
    Parameter (OFILElat70=28)
    Parameter (OFILElat80=29)
    Parameter (OFILElat90=30)

c -----local

c data
    Real      dat(ND)

c loop control
    Integer i

c -----
c set input format
    10    Format(7(1PE13.6,1X))

c set output format
    11    Format(7(1PE13.6,1X))

c read data
c -open data file
    Open(IFILE,FILE='datain.dat')

c -open output file
    Open(OFILElat10,FILE='fie0.dat')
    Open(OFILElat20,FILE='fie1.dat')
    Open(OFILElat30,FILE='fie2.dat')
    Open(OFILElat40,FILE='fie3.dat')
    Open(OFILElat50,FILE='fie4.dat')
    Open(OFILElat60,FILE='fie5.dat')
    Open(OFILElat70,FILE='fie6.dat')
    Open(OFILElat80,FILE='fie7.dat')
    Open(OFILElat90,FILE='fie8.dat')

200 Continue
    Read(IFILE,10,END=300) (dat(i), i=1,ND)
    If (dat(ninc).gt.(90.0)) then
        Go to 200
    End If

    If (dat(nems).ge.(80.0)) then
        Write(OFILElat90,11) (dat(i), i=1,ND)
    else If (dat(nems).ge.(70.0)) then
        Write(OFILElat80,11) (dat(i), i=1,ND)
    else If (dat(nems).ge.(60.0)) then
        Write(OFILElat70,11) (dat(i), i=1,ND)
```

付録4 -反射率の入射角・射出角・方位角に対する依存性-

```
else If (dat(nems).ge.(50.0)) then
    Write(OFILElat60,11) (dat(i), i=1,ND)
else If (dat(nems).ge.(40.0)) then
    Write(OFILElat50,11) (dat(i), i=1,ND)
else If (dat(nems).ge.(30.0)) then
    Write(OFILElat40,11) (dat(i), i=1,ND)
else If (dat(nems).ge.(20.0)) then
    Write(OFILElat30,11) (dat(i), i=1,ND)
else If (dat(nems).ge.(10.0)) then
    Write(OFILElat20,11) (dat(i), i=1,ND)
else If (dat(nems).ge.(0.0)) then
    Write(OFILElat10,11) (dat(i), i=1,ND)
End If
Go to 200

300 Continue
c -close data file
Close(IFILE)

c -close output file
Close(OFILElat10)
Close(OFILElat20)
Close(OFILElat30)
Close(OFILElat40)
Close(OFILElat50)
Close(OFILElat60)
Close(OFILElat70)
Close(OFILElat80)
Close(OFILElat90)

Stop
End
```

epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/divide.sh

```
#!/bin/csh -f
```

```
mv alldata0550-1109.rad-radc.dat datain.dat
```

```
./lat.out
```

```
mv datain.dat alldata0550-1109.rad-radc.dat
```

```
foreach lat (0 1 2 3 4 5 6 7 8)
```

```
echo {$lat}
```

```
mv fie{$lat}.dat f{$lat}ie.dat
```

```
end
```

```
foreach lat (0 1 2 3 4 5 6 7 8)
```

```
echo {$lat}
```

```
mv f{$lat}ie.dat datain.dat
```

```
./inc.out
```

付録4 -反射率の入射角・射出角・方位角に対する依存性-

```
mv datain.dat f{$lat}ie.dat  
foreach inc (0 1 2 3 4 5 6 7 8)  
    mv fie{$inc}.dat f{$lat}i{$inc}e.dat  
end  
end  
  
foreach lat (0 1 2 3 4 5 6 7 8)  
    foreach inc (0 1 2 3 4 5 6 7 8)  
        echo {$lat}  
        echo {$inc}  
        mv f{$lat}i{$inc}e.dat datain.dat  
        ./ems.out  
        mv datain.dat f{$lat}i{$inc}e.dat  
    foreach ems (0 1 2 3 4 5 6 7 8)  
        mv fie{$ems}.dat f{$lat}i{$inc}e{$ems}.dat  
    end  
end  
end
```

[3] 抽出された全てのデータについて方位角を平均

epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/azm.ave.f

上記のプログラムソースファイルをコンパイルし生成された実行型ファイルが組み込まれている

epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/azm.ave.sh

を実行

epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/azm.ave.f

Program CalcAve

Implicit NONE

c Calculate average and variance.

```
c    input :inc.dat  
c                      Format(7(E12.4,1X))  
c                      1: radiance  
c                      2: phase angle
```

付録4-反射率の入射角・射出角・方位角に対する依存性-

```
c           3: incidence angle
c           4: emission angle
c           5: azimuthal angle
c           6: latitude
c           7: longitude
c   output :inc.dat
c           1: x(i)
c           2: xx
c           3: x(i+1)
c           4: ndat(i)
c           5: ave(i)
c           6: var(i)
c           7: dev(i)
c   : grid.dat
c           NX, XMIN, XMAX
c   : stdin
c           nkey : integer

c Average and variance of "nkey"th row data is calculated.

c -----constant
c maximum incidence angle
Real      INCMAX
Parameter (INCMAX=90.0)

c maximum emission angle
Real      EMSMAX
Parameter (EMSMAX=90.0)

c data length
Integer ND
Parameter (ND=7)

Integer NXMAX, NXMAX1
Parameter (NXMAX=360)
Parameter (NXMAX1=NXMAX+1)

c nkey of incidence angle
Integer ninc
Parameter (ninc=3)
c nkey of emission angle
Integer nems
Parameter (nems=4)
c nkey
Integer nkey
Parameter (nkey=5)

c io
Integer IFILE, OFILE
Parameter (IFILE=21)
Parameter (OFILE=22)

c value for no data
Real*8  NODATA
Parameter (NODATA=-1.0D0)

c -----local
```

付録 4 -反射率の入射角・射出角・方位角に対する依存性-

```
c data
    Real      dat(ND)

c number of box and grid
    Integer NX, NX1
c minimum and maximum values
    Real      XMIN, XMAX
c grid
    Real      x(NXMAX1)

c number of data
    Integer ndat(NXMAX)
c average
    Real*8   ave(NXMAX)
c variance
    Real*8   var(NXMAX)
c standar deviation
    Real*8   dev(NXMAX)

c loop control
    Integer i

c junk
    Real*8   sum(NXMAX), ep(NXMAX)
    Real      xx

c -----
c Read NX, NX1, XMIN, XMAX
    Open(IFILE,FILE='grid.dat')
    Do 110 i = 1, ND
        Read(IFILE,*) NX, XMIN, XMAX
        If (i.eq.nkey) then
            Go to 120
        End If
    110 Continue
    Write(*,*) 'something wrong'
    Stop
    120 Continue
    Close(IFILE)
    If (NX.gt.NXMAX) then
        Write(*,*) 'NXMAX is not enough'
        Stop
    End If
    NX1 = NX + 1

c initialization
c -set grid
    Do 130 i = 1, NX1
        x(i) = XMIN + (XMAX-XMIN)/(NX)*(i-1)
    130 Continue

c calculate average
c -set initial
    Do 210 i = 1, NX
        ndat(i) = 0
        sum(i)  = 0.0D0
    210 Continue
```

付録 4 -反射率の入射角・射出角・方位角に対する依存性-

```
c -open data file
    Open(IFILE,FILE='datain.dat')
220 Continue
    Read(IFILE,*,END=250) (dat(i), i=1,ND)
c -only illuminated region is considered
    If (dat(ninc).le.(INCMAX)) then
c -low emission angle data are removed
        If (dat(nems).le.(EMSSMAX)) then
            If (dat(nkey).lt.x(1)) then
                Go to 240
            End If
        Do 230 i = 1, NX
            If (dat(nkey).le.x(i+1)) then
                ndat(i) = ndat(i) + 1
                sum(i) = sum(i) + dat(1)
                Go to 240
            End If
        End If
230     Continue
240     Continue
    End If
    End If
    Go to 220
250 Continue
c -close data file
    Close(IFILE)
c -calculate average
    Do 260 i = 1, NX
        If (ndat(i).gt.0) then
            ave(i) = sum(i) / ndat(i)
        Else
            ave(i) = NODATA
        End If
    End If
260 Continue
```

```
c calculate variance
c -set initial
    Do 310 i = 1, NX
        sum(i) = 0.0D0
        ep(i) = 0.0D0
310 Continue
c -open data file
    Open(IFILE,FILE='datain.dat')
320 Continue
    Read(IFILE,*,END=350) (dat(i), i=1,ND)
c -only illuminated region is considered
    If (dat(ninc).le.(INCMAX)) then
c -low emission angle data are removed
        If (dat(nems).le.(EMSSMAX)) then
            If (dat(nkey).lt.x(1)) then
                Go to 340
            End If
        Do 330 i = 1, NX
            If (dat(nkey).le.x(i+1)) then
                xx = dat(1) - ave(i)
                ep(i) = ep(i) + xx
                sum(i) = sum(i) + xx*xx
                Go to 340
            End If
        End If
```

付録 4 -反射率の入射角・射出角・方位角に対する依存性-

```
330      Continue
340      Continue
        End If
    End If
    Go to 320
350 Continue
c -close data file
    Close(IFILE)
c -calculate variance
    Do 360 i = 1, NX
        If (ndat(i).gt.2) then
            var(i) = ( sum(i) - (ep(i)*ep(i)/ndat(i)) )
&                / ( ndat(i) - 1.0D0 )
            dev(i) = (var(i))**(0.5D0)
        Else
            var(i) = NODATA
            dev(i) = NODATA
        End If
360 Continue

c output
c -open output file
    Open(OFILE,FILE='azm.ave.dat')
    Do 510 i = 1, NX
        xx = ( x(i) + x(i+1) ) / 2.0
        Write(OFILE,*) x(i), xx, x(i+1),
&                    ndat(i), ave(i), var(i), dev(i)
510 Continue
c -close output file
    Close(OFILE)

Stop
End
```

epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/azm.ave.sh

```
#!/bin/csh -f

foreach inc (0 1 2 3 4 5 6 7 8)
    echo $inc

foreach ems (0 1 2 3 4 5 6 7 8)
    echo $ems

foreach lat (0 1 2 3 4 5 6 7 8)
    echo $lat

mv f${lat}i${inc}e${ems}.dat datain.dat

./azm.ave.out

ls -la datain.dat

ls -la azm.ave.dat

mv datain.dat f${lat}i${inc}e${ems}.dat

mv azm.ave.dat azm.f${lat}i${inc}e${ems}.dat
```

付録4 -反射率の入射角・射出角・方位角に対する依存性-

```
end  
end  
end
```

[4] 反射光の輝度の入射角、射出角、方位角に対する依存性の図を描く

下記のファイルを gnuplot でロードして図を描く

epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/azm.rad.gp

(azm.rad.gp を作成するシェルスクリプト)

epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/azm.rad.sh

epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/azm.rad.gp

```
set terminal postscript eps enh color 20
```

```
set output "azm.rad.i0e0.eps"
```

```
set yrangle [-1:1000000000]
```

```
set title "inc 0-10 ems 0-10"
```

```
set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"
```

```
set ylabel "{/=30 Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3)}"
```

```
set key outside
```

```
plot "azm.f0i0e0.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i0e0.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i0e0.dat" u 2:5 ti "20-30" ,  
"azm.f3i0e0.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i0e0.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i0e0.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i0e0.dat" u  
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i0e0.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i0e0.dat" u 2:5 ti "80-90"
```

```
set terminal postscript eps enh color 20
```

```
set output "azm.rad.i0e1.eps"
```

```
set yrangle [-1:1000000000]
```

```
set title "inc 0-10 ems 10-20"
```

```
set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"
```

```
set ylabel "{/=30 Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3)}"
```

```
set key outside
```

```
plot "azm.f0i0e1.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i0e1.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i0e1.dat" u 2:5 ti "20-30" ,  
"azm.f3i0e1.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i0e1.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i0e1.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i0e1.dat" u  
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i0e1.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i0e1.dat" u 2:5 ti "80-90"
```

```
set terminal postscript eps enh color 20
```

付録4 -反射率の入射角・射出角・方位角に対する依存性-

```
set output "azm.rad.i0e2.eps"

set yrange [-1:1000000000]

set title "inc 0-10 ems 20-30"

set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"

set ylabel "{/=30 Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3)}"

set key outside

plot "azm.f0i0e2.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i0e2.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i0e2.dat" u 2:5 ti "20-30" ,
"azm.f3i0e2.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i0e2.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i0e2.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i0e2.dat" u
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i0e2.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i0e2.dat" u 2:5 ti "80-90"

set terminal postscript eps enh color 20

set output "azm.rad.i0e3.eps"

set yrange [-1:1000000000]

set title "inc 0-10 ems 30-40"

set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"

set ylabel "{/=30 Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3)}"

set key outside

plot "azm.f0i0e3.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i0e3.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i0e3.dat" u 2:5 ti "20-30" ,
"azm.f3i0e3.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i0e3.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i0e3.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i0e3.dat" u
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i0e3.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i0e3.dat" u 2:5 ti "80-90"

set terminal postscript eps enh color 20

set output "azm.rad.i0e4.eps"

set yrange [-1:1000000000]

set title "inc 0-10 ems 40-50"

set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"

set ylabel "{/=30 Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3)}"

set key outside

plot "azm.f0i0e4.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i0e4.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i0e4.dat" u 2:5 ti "20-30" ,
"azm.f3i0e4.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i0e4.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i0e4.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i0e4.dat" u
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i0e4.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i0e4.dat" u 2:5 ti "80-90"
```

付録4 -反射率の入射角・射出角・方位角に対する依存性-

```
set terminal postscript eps enh color 20

set output "azm.rad.i0e5.eps"

set yrange [-1:1000000000]

set title "inc 0-10 ems 50-60"

set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"

set ylabel "{/=30 Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3)}"

set key outside

plot "azm.f0i0e5.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i0e5.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i0e5.dat" u 2:5 ti "20-30" ,
"azm.f3i0e5.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i0e5.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i0e5.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i0e5.dat" u
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i0e5.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i0e5.dat" u 2:5 ti "80-90"

set terminal postscript eps enh color 20

set output "azm.rad.i0e6.eps"

set yrange [-1:1000000000]

set title "inc 0-10 ems 60-70"

set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"

set ylabel "{/=30 Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3)}"

set key outside

plot "azm.f0i0e6.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i0e6.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i0e6.dat" u 2:5 ti "20-30" ,
"azm.f3i0e6.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i0e6.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i0e6.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i0e6.dat" u
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i0e6.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i0e6.dat" u 2:5 ti "80-90"

set terminal postscript eps enh color 20

set output "azm.rad.i0e7.eps"

set yrange [-1:1000000000]

set title "inc 0-10 ems 70-80"

set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"

set ylabel "{/=30 Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3)}"

set key outside

plot "azm.f0i0e7.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i0e7.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i0e7.dat" u 2:5 ti "20-30" ,
"azm.f3i0e7.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i0e7.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i0e7.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i0e7.dat" u
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i0e7.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i0e7.dat" u 2:5 ti "80-90"
```

付録4 -反射率の入射角・射出角・方位角に対する依存性-

```
set terminal postscript eps enh color 20
set output "azm.rad.i0e8.eps"
set yrange [-1:1000000000]
set title "inc 0-10 ems 80-90"
set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"
set ylabel "{/=30 Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3)}"
set key outside
plot "azm.f0i0e8.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i0e8.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i0e8.dat" u 2:5 ti "20-30" ,
"azm.f3i0e8.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i0e8.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i0e8.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i0e8.dat" u
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i0e8.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i0e8.dat" u 2:5 ti "80-90"

set terminal postscript eps enh color 20
set output "azm.rad.i1e0.eps"
set yrange [-1:1000000000]
set title "inc 10-20 ems 0-10"
set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"
set ylabel "{/=30 Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3)}"
set key outside
plot "azm.f0i1e0.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i1e0.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i1e0.dat" u 2:5 ti "20-30" ,
"azm.f3i1e0.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i1e0.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i1e0.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i1e0.dat" u
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i1e0.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i1e0.dat" u 2:5 ti "80-90"

set terminal postscript eps enh color 20
set output "azm.rad.i1e1.eps"
set yrange [-1:1000000000]
set title "inc 10-20 ems 10-20"
set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"
set ylabel "{/=30 Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3)}"
set key outside
plot "azm.f0i1e1.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i1e1.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i1e1.dat" u 2:5 ti "20-30" ,
"azm.f3i1e1.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i1e1.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i1e1.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i1e1.dat" u
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i1e1.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i1e1.dat" u 2:5 ti "80-90"
```

付録4 -反射率の入射角・射出角・方位角に対する依存性-

```
set terminal postscript eps enh color 20
set output "azm.rad.i1e2.eps"
set yrang [-1:1000000000]
set title "inc 10-20 ems 20-30"
set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"
set ylabel "{/=30 Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3)}"
set key outside
plot "azm.f0i1e2.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i1e2.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i1e2.dat" u 2:5 ti "20-30" ,
"azm.f3i1e2.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i1e2.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i1e2.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i1e2.dat" u
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i1e2.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i1e2.dat" u 2:5 ti "80-90"

set terminal postscript eps enh color 20
set output "azm.rad.i1e3.eps"
set yrang [-1:1000000000]
set title "inc 10-20 ems 30-40"
set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"
set ylabel "{/=30 Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3)}"
set key outside
plot "azm.f0i1e3.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i1e3.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i1e3.dat" u 2:5 ti "20-30" ,
"azm.f3i1e3.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i1e3.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i1e3.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i1e3.dat" u
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i1e3.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i1e3.dat" u 2:5 ti "80-90"

set terminal postscript eps enh color 20
set output "azm.rad.i1e4.eps"
set yrang [-1:1000000000]
set title "inc 10-20 ems 40-50"
set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"
set ylabel "{/=30 Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3)}"
set key outside
plot "azm.f0i1e4.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i1e4.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i1e4.dat" u 2:5 ti "20-30" ,
"azm.f3i1e4.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i1e4.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i1e4.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i1e4.dat" u
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i1e4.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i1e4.dat" u 2:5 ti "80-90"
```

付録 4 -反射率の入射角・射出角・方位角に対する依存性-

```
set terminal postscript eps enh color 20
set output "azm.rad.i1e5.eps"
set yrange [-1:1000000000]
set title "inc 10-20 ems 50-60"
set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"
set ylabel "{/=30 Radiane/cos(inc) (W/sr/m^3)}"
set key outside
plot "azm.f0i1e5.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i1e5.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i1e5.dat" u 2:5 ti "20-30" ,
"azm.f3i1e5.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i1e5.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i1e5.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i1e5.dat" u
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i1e5.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i1e5.dat" u 2:5 ti "80-90"

set terminal postscript eps enh color 20
set output "azm.rad.i1e6.eps"
set yrange [-1:1000000000]
set title "inc 10-20 ems 60-70"
set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"
set ylabel "{/=30 Radiane/cos(inc) (W/sr/m^3)}"
set key outside
plot "azm.f0i1e6.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i1e6.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i1e6.dat" u 2:5 ti "20-30" ,
"azm.f3i1e6.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i1e6.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i1e6.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i1e6.dat" u
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i1e6.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i1e6.dat" u 2:5 ti "80-90"

set terminal postscript eps enh color 20
set output "azm.rad.i1e7.eps"
set yrange [-1:1000000000]
set title "inc 10-20 ems 70-80"
set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"
set ylabel "{/=30 Radiane/cos(inc) (W/sr/m^3)}"
set key outside
plot "azm.f0i1e7.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i1e7.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i1e7.dat" u 2:5 ti "20-30" ,
"azm.f3i1e7.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i1e7.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i1e7.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i1e7.dat" u
```

付録4 -反射率の入射角・射出角・方位角に対する依存性-

```
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i1e7.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i1e7.dat" u 2:5 ti "80-90"
```

```
set terminal postscript eps enh color 20
set output "azm.rad.i1e8.eps"
set yrang [-1:1000000000]
set title "inc 10-20 ems 80-90"
set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"
set ylabel "{/=30 Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3)}"
set key outside
plot "azm.f0i1e8.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i1e8.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i1e8.dat" u 2:5 ti "20-30" ,
"azm.f3i1e8.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i1e8.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i1e8.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i1e8.dat" u
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i1e8.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i1e8.dat" u 2:5 ti "80-90"
```

```
set terminal postscript eps enh color 20
set output "azm.rad.i2e0.eps"
set yrang [-1:1000000000]
set title "inc 20-30 ems 0-10"
set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"
set ylabel "{/=30 Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3)}"
set key outside
plot "azm.f0i2e0.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i2e0.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i2e0.dat" u 2:5 ti "20-30" ,
"azm.f3i2e0.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i2e0.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i2e0.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i2e0.dat" u
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i2e0.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i2e0.dat" u 2:5 ti "80-90"
```

```
set terminal postscript eps enh color 20
set output "azm.rad.i2e1.eps"
set yrang [-1:1000000000]
set title "inc 20-30 ems 10-20"
set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"
set ylabel "{/=30 Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3)}"
set key outside
plot "azm.f0i2e1.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i2e1.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i2e1.dat" u 2:5 ti "20-30" ,
```

付録4 -反射率の入射角・射出角・方位角に対する依存性-

```
"azm.f3i2e1.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i2e1.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i2e1.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i2e1.dat" u 2:5 ti "60-70" , "azm.f7i2e1.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i2e1.dat" u 2:5 ti "80-90"
```

```
set terminal postscript eps enh color 20  
set output "azm.rad.i2e2.eps"  
set yrange [-1:1000000000]  
set title "inc 20-30 ems 20-30"  
set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"  
set ylabel "{/=30 Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3)}"  
set key outside  
plot "azm.f0i2e2.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i2e2.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i2e2.dat" u 2:5 ti "20-30" ,  
"azm.f3i2e2.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i2e2.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i2e2.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i2e2.dat" u 2:5 ti "60-70" , "azm.f7i2e2.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i2e2.dat" u 2:5 ti "80-90"
```

```
set terminal postscript eps enh color 20  
set output "azm.rad.i2e3.eps"  
set yrange [-1:1000000000]  
set title "inc 20-30 ems 30-40"  
set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"  
set ylabel "{/=30 Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3)}"  
set key outside  
plot "azm.f0i2e3.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i2e3.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i2e3.dat" u 2:5 ti "20-30" ,  
"azm.f3i2e3.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i2e3.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i2e3.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i2e3.dat" u 2:5 ti "60-70" , "azm.f7i2e3.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i2e3.dat" u 2:5 ti "80-90"
```

```
set terminal postscript eps enh color 20  
set output "azm.rad.i2e4.eps"  
set yrange [-1:1000000000]  
set title "inc 20-30 ems 40-50"  
set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"  
set ylabel "{/=30 Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3)}"  
set key outside
```

付録4 -反射率の入射角・射出角・方位角に対する依存性-

```
plot "azm.f0i2e4.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i2e4.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i2e4.dat" u 2:5 ti "20-30" ,
"azm.f3i2e4.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i2e4.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i2e4.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i2e4.dat" u
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i2e4.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i2e4.dat" u 2:5 ti "80-90"

set terminal postscript eps enh color 20

set output "azm.rad.i2e5.eps"

set yrangle [-1:1000000000]

set title "inc 20-30 ems 50-60"

set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"

set ylabel "{/=30 Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3)}"

set key outside

plot "azm.f0i2e5.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i2e5.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i2e5.dat" u 2:5 ti "20-30" ,
"azm.f3i2e5.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i2e5.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i2e5.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i2e5.dat" u
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i2e5.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i2e5.dat" u 2:5 ti "80-90"

set terminal postscript eps enh color 20

set output "azm.rad.i2e6.eps"

set yrangle [-1:1000000000]

set title "inc 20-30 ems 60-70"

set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"

set ylabel "{/=30 Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3)}"

set key outside

plot "azm.f0i2e6.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i2e6.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i2e6.dat" u 2:5 ti "20-30" ,
"azm.f3i2e6.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i2e6.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i2e6.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i2e6.dat" u
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i2e6.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i2e6.dat" u 2:5 ti "80-90"

set terminal postscript eps enh color 20

set output "azm.rad.i2e7.eps"

set yrangle [-1:1000000000]

set title "inc 20-30 ems 70-80"

set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"

set ylabel "{/=30 Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3)}"

set key outside
```

付録4 -反射率の入射角・射出角・方位角に対する依存性-

```
plot "azm.f0i2e7.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i2e7.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i2e7.dat" u 2:5 ti "20-30" ,  
"azm.f3i2e7.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i2e7.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i2e7.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i2e7.dat" u  
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i2e7.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i2e7.dat" u 2:5 ti "80-90"
```

```
set terminal postscript eps enh color 20  
  
set output "azm.rad.i2e8.eps"  
  
set yrangle [-1:1000000000]  
  
set title "inc 20-30 ems 80-90"  
  
set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"  
  
set ylabel "{/=30 Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3)}"  
  
set key outside  
  
plot "azm.f0i2e8.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i2e8.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i2e8.dat" u 2:5 ti "20-30" ,  
"azm.f3i2e8.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i2e8.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i2e8.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i2e8.dat" u  
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i2e8.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i2e8.dat" u 2:5 ti "80-90"
```

```
set terminal postscript eps enh color 20  
  
set output "azm.rad.i3e0.eps"  
  
set yrangle [-1:1000000000]  
  
set title "inc 30-40 ems 0-10"  
  
set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"  
  
set ylabel "{/=30 Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3)}"  
  
set key outside  
  
plot "azm.f0i3e0.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i3e0.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i3e0.dat" u 2:5 ti "20-30" ,  
"azm.f3i3e0.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i3e0.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i3e0.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i3e0.dat" u  
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i3e0.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i3e0.dat" u 2:5 ti "80-90"
```

```
set terminal postscript eps enh color 20  
  
set output "azm.rad.i3e1.eps"  
  
set yrangle [-1:1000000000]  
  
set title "inc 30-40 ems 10-20"  
  
set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"  
  
set ylabel "{/=30 Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3)}"  
  
set key outside
```

付録4 -反射率の入射角・射出角・方位角に対する依存性-

```
plot "azm.f0i3e1.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i3e1.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i3e1.dat" u 2:5 ti "20-30" ,  
"azm.f3i3e1.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i3e1.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i3e1.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i3e1.dat" u  
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i3e1.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i3e1.dat" u 2:5 ti "80-90"
```

```
set terminal postscript eps enh color 20  
  
set output "azm.rad.i3e2.eps"  
  
set yrangle [-1:1000000000]  
  
set title "inc 30-40 ems 20-30"  
  
set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"  
  
set ylabel "{/=30 Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3)}"  
  
set key outside  
  
plot "azm.f0i3e2.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i3e2.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i3e2.dat" u 2:5 ti "20-30" ,  
"azm.f3i3e2.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i3e2.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i3e2.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i3e2.dat" u  
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i3e2.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i3e2.dat" u 2:5 ti "80-90"
```

```
set terminal postscript eps enh color 20  
  
set output "azm.rad.i3e3.eps"  
  
set yrangle [-1:1000000000]  
  
set title "inc 30-40 ems 30-40"  
  
set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"  
  
set ylabel "{/=30 Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3)}"  
  
set key outside  
  
plot "azm.f0i3e3.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i3e3.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i3e3.dat" u 2:5 ti "20-30" ,  
"azm.f3i3e3.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i3e3.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i3e3.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i3e3.dat" u  
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i3e3.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i3e3.dat" u 2:5 ti "80-90"
```

```
set terminal postscript eps enh color 20  
  
set output "azm.rad.i3e4.eps"  
  
set yrangle [-1:1000000000]  
  
set title "inc 30-40 ems 40-50"  
  
set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"  
  
set ylabel "{/=30 Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3)}"
```

付録4 -反射率の入射角・射出角・方位角に対する依存性-

```
set key outside

plot "azm.f0i3e4.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i3e4.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i3e4.dat" u 2:5 ti "20-30" ,
"azm.f3i3e4.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i3e4.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i3e4.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i3e4.dat" u
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i3e4.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i3e4.dat" u 2:5 ti "80-90"

set terminal postscript eps enh color 20
set output "azm.rad.i3e5.eps"
set yrang [-1:1000000000]
set title "inc 30-40 ems 50-60"
set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"
set ylabel "{/=30 Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3)}"
set key outside

plot "azm.f0i3e5.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i3e5.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i3e5.dat" u 2:5 ti "20-30" ,
"azm.f3i3e5.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i3e5.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i3e5.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i3e5.dat" u
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i3e5.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i3e5.dat" u 2:5 ti "80-90"

set terminal postscript eps enh color 20
set output "azm.rad.i3e6.eps"
set yrang [-1:1000000000]
set title "inc 30-40 ems 60-70"
set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"
set ylabel "{/=30 Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3)}"
set key outside

plot "azm.f0i3e6.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i3e6.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i3e6.dat" u 2:5 ti "20-30" ,
"azm.f3i3e6.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i3e6.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i3e6.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i3e6.dat" u
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i3e6.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i3e6.dat" u 2:5 ti "80-90"

set terminal postscript eps enh color 20
set output "azm.rad.i3e7.eps"
set yrang [-1:1000000000]
set title "inc 30-40 ems 70-80"
set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"
set ylabel "{/=30 Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3)}"
```

付録4 -反射率の入射角・射出角・方位角に対する依存性-

```
set key outside
plot "azm.f0i3e7.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i3e7.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i3e7.dat" u 2:5 ti "20-30" ,
"azm.f3i3e7.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i3e7.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i3e7.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i3e7.dat" u
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i3e7.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i3e7.dat" u 2:5 ti "80-90"

set terminal postscript eps enh color 20
set output "azm.rad.i3e8.eps"
set yrang [-1:1000000000]
set title "inc 30-40 ems 80-90"
set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"
set ylabel "{/=30 Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3)}"
set key outside
plot "azm.f0i3e8.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i3e8.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i3e8.dat" u 2:5 ti "20-30" ,
"azm.f3i3e8.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i3e8.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i3e8.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i3e8.dat" u
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i3e8.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i3e8.dat" u 2:5 ti "80-90"

set terminal postscript eps enh color 20
set output "azm.rad.i4e0.eps"
set yrang [-1:1000000000]
set title "inc 40-50 ems 0-10"
set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"
set ylabel "{/=30 Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3)}"
set key outside
plot "azm.f0i4e0.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i4e0.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i4e0.dat" u 2:5 ti "20-30" ,
"azm.f3i4e0.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i4e0.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i4e0.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i4e0.dat" u
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i4e0.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i4e0.dat" u 2:5 ti "80-90"

set terminal postscript eps enh color 20
set output "azm.rad.i4e1.eps"
set yrang [-1:1000000000]
set title "inc 40-50 ems 10-20"
set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"
set ylabel "{/=30 Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3)}"
```

付録4 -反射率の入射角・射出角・方位角に対する依存性-

```
set key outside

plot "azm.f0i4e1.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i4e1.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i4e1.dat" u 2:5 ti "20-30" ,
"azm.f3i4e1.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i4e1.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i4e1.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i4e1.dat" u
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i4e1.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i4e1.dat" u 2:5 ti "80-90"

set terminal postscript eps enh color 20
set output "azm.rad.i4e2.eps"
set yrangle [-1:1000000000]
set title "inc 40-50 ems 20-30"
set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"
set ylabel "{/=30 Radiane/cos(inc) (W/sr/m^3)}"
set key outside

plot "azm.f0i4e2.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i4e2.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i4e2.dat" u 2:5 ti "20-30" ,
"azm.f3i4e2.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i4e2.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i4e2.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i4e2.dat" u
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i4e2.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i4e2.dat" u 2:5 ti "80-90"

set terminal postscript eps enh color 20
set output "azm.rad.i4e3.eps"
set yrangle [-1:1000000000]
set title "inc 40-50 ems 30-40"
set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"
set ylabel "{/=30 Radiane/cos(inc) (W/sr/m^3)}"
set key outside

plot "azm.f0i4e3.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i4e3.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i4e3.dat" u 2:5 ti "20-30" ,
"azm.f3i4e3.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i4e3.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i4e3.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i4e3.dat" u
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i4e3.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i4e3.dat" u 2:5 ti "80-90"

set terminal postscript eps enh color 20
set output "azm.rad.i4e4.eps"
set yrangle [-1:1000000000]
set title "inc 40-50 ems 40-50"
set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"
```

付録4 -反射率の入射角・射出角・方位角に対する依存性-

```
set ylabel "{/=30 Radiane/cos(inc) (W/sr/m^3)}"
set key outside

plot "azm.f0i4e4.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i4e4.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i4e4.dat" u 2:5 ti "20-30" ,
"azm.f3i4e4.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i4e4.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i4e4.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i4e4.dat" u
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i4e4.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i4e4.dat" u 2:5 ti "80-90"

set terminal postscript eps enh color 20
set output "azm.rad.i4e5.eps"
set yrangle [-1:1000000000]
set title "inc 40-50 ems 50-60"
set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"
set ylabel "{/=30 Radiane/cos(inc) (W/sr/m^3)}"
set key outside

plot "azm.f0i4e5.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i4e5.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i4e5.dat" u 2:5 ti "20-30" ,
"azm.f3i4e5.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i4e5.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i4e5.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i4e5.dat" u
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i4e5.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i4e5.dat" u 2:5 ti "80-90"

set terminal postscript eps enh color 20
set output "azm.rad.i4e6.eps"
set yrangle [-1:1000000000]
set title "inc 40-50 ems 60-70"
set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"
set ylabel "{/=30 Radiane/cos(inc) (W/sr/m^3)}"
set key outside

plot "azm.f0i4e6.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i4e6.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i4e6.dat" u 2:5 ti "20-30" ,
"azm.f3i4e6.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i4e6.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i4e6.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i4e6.dat" u
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i4e6.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i4e6.dat" u 2:5 ti "80-90"

set terminal postscript eps enh color 20
set output "azm.rad.i4e7.eps"
set yrangle [-1:1000000000]
set title "inc 40-50 ems 70-80"
set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"
```

付録 4 -反射率の入射角・射出角・方位角に対する依存性-

```
set ylabel "{/=30 Radiane/cos(inc) (W/sr/m^3)}"

set key outside

plot "azm.f0i4e7.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i4e7.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i4e7.dat" u 2:5 ti "20-30" ,
"azm.f3i4e7.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i4e7.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i4e7.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i4e7.dat" u
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i4e7.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i4e7.dat" u 2:5 ti "80-90"

set terminal postscript eps enh color 20

set output "azm.rad.i4e8.eps"

set yrangle [-1:1000000000]

set title "inc 40-50 ems 80-90"

set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"

set ylabel "{/=30 Radiane/cos(inc) (W/sr/m^3)}"

set key outside

plot "azm.f0i4e8.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i4e8.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i4e8.dat" u 2:5 ti "20-30" ,
"azm.f3i4e8.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i4e8.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i4e8.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i4e8.dat" u
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i4e8.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i4e8.dat" u 2:5 ti "80-90"

set terminal postscript eps enh color 20

set output "azm.rad.i5e0.eps"

set yrangle [-1:1000000000]

set title "inc 50-60 ems 0-10"

set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"

set ylabel "{/=30 Radiane/cos(inc) (W/sr/m^3)}"

set key outside

plot "azm.f0i5e0.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i5e0.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i5e0.dat" u 2:5 ti "20-30" ,
"azm.f3i5e0.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i5e0.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i5e0.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i5e0.dat" u
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i5e0.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i5e0.dat" u 2:5 ti "80-90"

set terminal postscript eps enh color 20

set output "azm.rad.i5e1.eps"

set yrangle [-1:1000000000]

set title "inc 50-60 ems 10-20"

set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"
```

付録 4 -反射率の入射角・射出角・方位角に対する依存性-

```
set ylabel "{/=30 Radiane/cos(inc) (W/sr/m^3)}"

set key outside

plot "azm.f0i5e1.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i5e1.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i5e1.dat" u 2:5 ti "20-30" ,
"azm.f3i5e1.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i5e1.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i5e1.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i5e1.dat" u
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i5e1.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i5e1.dat" u 2:5 ti "80-90"

set terminal postscript eps enh color 20

set output "azm.rad.i5e2.eps"

set yrangle [-1:1000000000]

set title "inc 50-60 ems 20-30"

set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"

set ylabel "{/=30 Radiane/cos(inc) (W/sr/m^3)}"

set key outside

plot "azm.f0i5e2.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i5e2.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i5e2.dat" u 2:5 ti "20-30" ,
"azm.f3i5e2.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i5e2.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i5e2.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i5e2.dat" u
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i5e2.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i5e2.dat" u 2:5 ti "80-90"

set terminal postscript eps enh color 20

set output "azm.rad.i5e3.eps"

set yrangle [-1:1000000000]

set title "inc 50-60 ems 30-40"

set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"

set ylabel "{/=30 Radiane/cos(inc) (W/sr/m^3)}"

set key outside

plot "azm.f0i5e3.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i5e3.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i5e3.dat" u 2:5 ti "20-30" ,
"azm.f3i5e3.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i5e3.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i5e3.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i5e3.dat" u
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i5e3.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i5e3.dat" u 2:5 ti "80-90"

set terminal postscript eps enh color 20

set output "azm.rad.i5e4.eps"

set yrangle [-1:1000000000]

set title "inc 50-60 ems 40-50"

set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"
```

付録4 -反射率の入射角・射出角・方位角に対する依存性-

```
set ylabel "{/=30 Radiane/cos(inc) (W/sr/m^3)}"  
set key outside  
  
plot "azm.f0i5e4.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i5e4.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i5e4.dat" u 2:5 ti "20-30" ,  
"azm.f3i5e4.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i5e4.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i5e4.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i5e4.dat" u  
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i5e4.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i5e4.dat" u 2:5 ti "80-90"  
  
  
set terminal postscript eps enh color 20  
set output "azm.rad.i5e5.eps"  
set yrangle [-1:1000000000]  
set title "inc 50-60 ems 50-60"  
set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"  
set ylabel "{/=30 Radiane/cos(inc) (W/sr/m^3)}"  
set key outside  
  
plot "azm.f0i5e5.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i5e5.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i5e5.dat" u 2:5 ti "20-30" ,  
"azm.f3i5e5.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i5e5.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i5e5.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i5e5.dat" u  
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i5e5.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i5e5.dat" u 2:5 ti "80-90"  
  
  
set terminal postscript eps enh color 20  
set output "azm.rad.i5e6.eps"  
set yrangle [-1:1000000000]  
set title "inc 50-60 ems 60-70"  
set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"  
set ylabel "{/=30 Radiane/cos(inc) (W/sr/m^3)}"  
set key outside  
  
plot "azm.f0i5e6.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i5e6.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i5e6.dat" u 2:5 ti "20-30" ,  
"azm.f3i5e6.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i5e6.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i5e6.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i5e6.dat" u  
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i5e6.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i5e6.dat" u 2:5 ti "80-90"  
  
  
set terminal postscript eps enh color 20  
set output "azm.rad.i5e7.eps"  
set yrangle [-1:1000000000]  
set title "inc 50-60 ems 70-80"  
set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"
```

付録4 -反射率の入射角・射出角・方位角に対する依存性-

```
set ylabel "{/=30 Radiane/cos(inc) (W/sr/m^3)}"  
set key outside  
  
plot "azm.f0i5e7.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i5e7.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i5e7.dat" u 2:5 ti "20-30" ,  
"azm.f3i5e7.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i5e7.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i5e7.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i5e7.dat" u  
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i5e7.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i5e7.dat" u 2:5 ti "80-90"  
  
  
set terminal postscript eps enh color 20  
set output "azm.rad.i5e8.eps"  
set yrangle [-1:1000000000]  
set title "inc 50-60 ems 80-90"  
set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"  
set ylabel "{/=30 Radiane/cos(inc) (W/sr/m^3)}"  
set key outside  
  
plot "azm.f0i5e8.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i5e8.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i5e8.dat" u 2:5 ti "20-30" ,  
"azm.f3i5e8.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i5e8.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i5e8.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i5e8.dat" u  
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i5e8.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i5e8.dat" u 2:5 ti "80-90"  
  
  
set terminal postscript eps enh color 20  
set output "azm.rad.i6e0.eps"  
set yrangle [-1:1000000000]  
set title "inc 60-70 ems 0-10"  
set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"  
set ylabel "{/=30 Radiane/cos(inc) (W/sr/m^3)}"  
set key outside  
  
plot "azm.f0i6e0.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i6e0.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i6e0.dat" u 2:5 ti "20-30" ,  
"azm.f3i6e0.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i6e0.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i6e0.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i6e0.dat" u  
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i6e0.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i6e0.dat" u 2:5 ti "80-90"  
  
  
set terminal postscript eps enh color 20  
set output "azm.rad.i6e1.eps"  
set yrangle [-1:1000000000]  
set title "inc 60-70 ems 10-20"
```

付録4 -反射率の入射角・射出角・方位角に対する依存性-

```
set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"

set ylabel "{/=30 Radiane/cos(inc) (W/sr/m^3)}"

set key outside

plot "azm.f0i6e1.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i6e1.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i6e1.dat" u 2:5 ti "20-30" ,
"azm.f3i6e1.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i6e1.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i6e1.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i6e1.dat" u
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i6e1.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i6e1.dat" u 2:5 ti "80-90"

set terminal postscript eps enh color 20

set output "azm.rad.i6e2.eps"

set yrangle [-1:1000000000]

set title "inc 60-70 ems 20-30"

set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"

set ylabel "{/=30 Radiane/cos(inc) (W/sr/m^3)}"

set key outside

plot "azm.f0i6e2.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i6e2.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i6e2.dat" u 2:5 ti "20-30" ,
"azm.f3i6e2.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i6e2.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i6e2.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i6e2.dat" u
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i6e2.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i6e2.dat" u 2:5 ti "80-90"

set terminal postscript eps enh color 20

set output "azm.rad.i6e3.eps"

set yrangle [-1:1000000000]

set title "inc 60-70 ems 30-40"

set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"

set ylabel "{/=30 Radiane/cos(inc) (W/sr/m^3)}"

set key outside

plot "azm.f0i6e3.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i6e3.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i6e3.dat" u 2:5 ti "20-30" ,
"azm.f3i6e3.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i6e3.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i6e3.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i6e3.dat" u
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i6e3.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i6e3.dat" u 2:5 ti "80-90"

set terminal postscript eps enh color 20

set output "azm.rad.i6e4.eps"

set yrangle [-1:1000000000]

set title "inc 60-70 ems 40-50"
```

付録4 -反射率の入射角・射出角・方位角に対する依存性-

```
set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"

set ylabel "{/=30 Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3)}"

set key outside

plot "azm.f0i6e4.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i6e4.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i6e4.dat" u 2:5 ti "20-30" ,
"azm.f3i6e4.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i6e4.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i6e4.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i6e4.dat" u
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i6e4.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i6e4.dat" u 2:5 ti "80-90"

set terminal postscript eps enh color 20

set output "azm.rad.i6e5.eps"

set yrangle [-1:1000000000]

set title "inc 60-70 ems 50-60"

set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"

set ylabel "{/=30 Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3)}"

set key outside

plot "azm.f0i6e5.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i6e5.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i6e5.dat" u 2:5 ti "20-30" ,
"azm.f3i6e5.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i6e5.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i6e5.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i6e5.dat" u
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i6e5.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i6e5.dat" u 2:5 ti "80-90"

set terminal postscript eps enh color 20

set output "azm.rad.i6e6.eps"

set yrangle [-1:1000000000]

set title "inc 60-70 ems 60-70"

set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"

set ylabel "{/=30 Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3)}"

set key outside

plot "azm.f0i6e6.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i6e6.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i6e6.dat" u 2:5 ti "20-30" ,
"azm.f3i6e6.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i6e6.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i6e6.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i6e6.dat" u
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i6e6.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i6e6.dat" u 2:5 ti "80-90"

set terminal postscript eps enh color 20

set output "azm.rad.i6e7.eps"

set yrangle [-1:1000000000]
```

付録4 -反射率の入射角・射出角・方位角に対する依存性-

```
set title "inc 60-70 ems 70-80"

set xlabel "{$=30 azimuthal angle (deg) }"

set ylabel "{$=30 Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3)}"

set key outside

plot "azm.f0i6e7.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i6e7.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i6e7.dat" u 2:5 ti "20-30" ,
"azm.f3i6e7.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i6e7.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i6e7.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i6e7.dat" u
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i6e7.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i6e7.dat" u 2:5 ti "80-90"

set terminal postscript eps enh color 20

set output "azm.rad.i6e8.eps"

set yrangle [-1:1000000000]

set title "inc 60-70 ems 80-90"

set xlabel "{$=30 azimuthal angle (deg) }"

set ylabel "{$=30 Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3)}"

set key outside

plot "azm.f0i6e8.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i6e8.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i6e8.dat" u 2:5 ti "20-30" ,
"azm.f3i6e8.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i6e8.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i6e8.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i6e8.dat" u
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i6e8.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i6e8.dat" u 2:5 ti "80-90"

set terminal postscript eps enh color 20

set output "azm.rad.i7e0.eps"

set yrangle [-1:1000000000]

set title "inc 70-80 ems 0-10"

set xlabel "{$=30 azimuthal angle (deg) }"

set ylabel "{$=30 Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3)}"

set key outside

plot "azm.f0i7e0.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i7e0.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i7e0.dat" u 2:5 ti "20-30" ,
"azm.f3i7e0.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i7e0.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i7e0.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i7e0.dat" u
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i7e0.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i7e0.dat" u 2:5 ti "80-90"

set terminal postscript eps enh color 20

set output "azm.rad.i7e1.eps"

set yrangle [-1:1000000000]
```

付録4 -反射率の入射角・射出角・方位角に対する依存性-

```
set title "inc 70-80 ems 10-20"

set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"

set ylabel "{/=30 Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3)}"

set key outside

plot "azm.f0i7e1.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i7e1.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i7e1.dat" u 2:5 ti "20-30" ,
"azm.f3i7e1.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i7e1.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i7e1.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i7e1.dat" u
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i7e1.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i7e1.dat" u 2:5 ti "80-90"

set terminal postscript eps enh color 20

set output "azm.rad.i7e2.eps"

set yrangle [-1:1000000000]

set title "inc 70-80 ems 20-30"

set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"

set ylabel "{/=30 Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3)}"

set key outside

plot "azm.f0i7e2.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i7e2.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i7e2.dat" u 2:5 ti "20-30" ,
"azm.f3i7e2.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i7e2.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i7e2.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i7e2.dat" u
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i7e2.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i7e2.dat" u 2:5 ti "80-90"

set terminal postscript eps enh color 20

set output "azm.rad.i7e3.eps"

set yrangle [-1:1000000000]

set title "inc 70-80 ems 30-40"

set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"

set ylabel "{/=30 Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3)}"

set key outside

plot "azm.f0i7e3.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i7e3.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i7e3.dat" u 2:5 ti "20-30" ,
"azm.f3i7e3.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i7e3.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i7e3.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i7e3.dat" u
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i7e3.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i7e3.dat" u 2:5 ti "80-90"

set terminal postscript eps enh color 20

set output "azm.rad.i7e4.eps"
```

付録4 -反射率の入射角・射出角・方位角に対する依存性-

```
set yrang [-1:1000000000]

set title "inc 70-80 ems 40-50"

set xlabel "{$=30 azimuthal angle (deg) }"

set ylabel "{$=30 Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3)}"

set key outside

plot "azm.f0i7e4.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i7e4.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i7e4.dat" u 2:5 ti "20-30" ,
"azm.f3i7e4.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i7e4.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i7e4.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i7e4.dat" u
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i7e4.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i7e4.dat" u 2:5 ti "80-90"

set terminal postscript eps enh color 20

set output "azm.rad.i7e5.eps"

set yrang [-1:1000000000]

set title "inc 70-80 ems 50-60"

set xlabel "{$=30 azimuthal angle (deg) }"

set ylabel "{$=30 Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3)}"

set key outside

plot "azm.f0i7e5.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i7e5.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i7e5.dat" u 2:5 ti "20-30" ,
"azm.f3i7e5.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i7e5.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i7e5.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i7e5.dat" u
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i7e5.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i7e5.dat" u 2:5 ti "80-90"

set terminal postscript eps enh color 20

set output "azm.rad.i7e6.eps"

set yrang [-1:1000000000]

set title "inc 70-80 ems 60-70"

set xlabel "{$=30 azimuthal angle (deg) }"

set ylabel "{$=30 Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3)}"

set key outside

plot "azm.f0i7e6.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i7e6.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i7e6.dat" u 2:5 ti "20-30" ,
"azm.f3i7e6.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i7e6.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i7e6.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i7e6.dat" u
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i7e6.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i7e6.dat" u 2:5 ti "80-90"

set terminal postscript eps enh color 20

set output "azm.rad.i7e7.eps"
```

付録4 -反射率の入射角・射出角・方位角に対する依存性-

```
set yrang [-1:1000000000]
set title "inc 70-80 ems 70-80"
set xlabel "{$=30 azimuthal angle (deg) }"
set ylabel "{$=30 Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3)}"
set key outside
plot "azm.f0i7e7.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i7e7.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i7e7.dat" u 2:5 ti "20-30" ,
"azm.f3i7e7.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i7e7.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i7e7.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i7e7.dat" u
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i7e7.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i7e7.dat" u 2:5 ti "80-90"

set terminal postscript eps enh color 20
set output "azm.rad.i7e8.eps"
set yrang [-1:1000000000]
set title "inc 70-80 ems 80-90"
set xlabel "{$=30 azimuthal angle (deg) }"
set ylabel "{$=30 Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3)}"
set key outside
plot "azm.f0i7e8.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i7e8.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i7e8.dat" u 2:5 ti "20-30" ,
"azm.f3i7e8.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i7e8.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i7e8.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i7e8.dat" u
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i7e8.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i7e8.dat" u 2:5 ti "80-90"

set terminal postscript eps enh color 20
set output "azm.rad.i8e0.eps"
set yrang [-1:1000000000]
set title "inc 80-90 ems 0-10"
set xlabel "{$=30 azimuthal angle (deg) }"
set ylabel "{$=30 Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3)}"
set key outside
plot "azm.f0i8e0.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i8e0.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i8e0.dat" u 2:5 ti "20-30" ,
"azm.f3i8e0.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i8e0.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i8e0.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i8e0.dat" u
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i8e0.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i8e0.dat" u 2:5 ti "80-90"

set terminal postscript eps enh color 20
```

付録4 -反射率の入射角・射出角・方位角に対する依存性-

```
set output "azm.rad.i8e1.eps"

set yrange [-1:1000000000]
set title "inc 80-90 ems 10-20"
set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"
set ylabel "{/=30 Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3)}"
set key outside
plot "azm.f0i8e1.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i8e1.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i8e1.dat" u 2:5 ti "20-30" ,
"azm.f3i8e1.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i8e1.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i8e1.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i8e1.dat" u
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i8e1.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i8e1.dat" u 2:5 ti "80-90"

set terminal postscript eps enh color 20
set output "azm.rad.i8e2.eps"

set yrange [-1:1000000000]
set title "inc 80-90 ems 20-30"
set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"
set ylabel "{/=30 Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3)}"
set key outside
plot "azm.f0i8e2.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i8e2.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i8e2.dat" u 2:5 ti "20-30" ,
"azm.f3i8e2.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i8e2.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i8e2.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i8e2.dat" u
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i8e2.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i8e2.dat" u 2:5 ti "80-90"

set terminal postscript eps enh color 20
set output "azm.rad.i8e3.eps"

set yrange [-1:1000000000]
set title "inc 80-90 ems 30-40"
set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"
set ylabel "{/=30 Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3)}"
set key outside
plot "azm.f0i8e3.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i8e3.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i8e3.dat" u 2:5 ti "20-30" ,
"azm.f3i8e3.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i8e3.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i8e3.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i8e3.dat" u
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i8e3.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i8e3.dat" u 2:5 ti "80-90"

set terminal postscript eps enh color 20
```

付録4 -反射率の入射角・射出角・方位角に対する依存性-

```
set output "azm.rad.i8e4.eps"

set yrangle [-1:1000000000]

set title "inc 80-90 ems 40-50"

set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"

set ylabel "{/=30 Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3)}"

set key outside

plot "azm.f0i8e4.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i8e4.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i8e4.dat" u 2:5 ti "20-30" ,
"azm.f3i8e4.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i8e4.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i8e4.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i8e4.dat" u
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i8e4.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i8e4.dat" u 2:5 ti "80-90"

set terminal postscript eps enh color 20

set output "azm.rad.i8e5.eps"

set yrangle [-1:1000000000]

set title "inc 80-90 ems 50-60"

set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"

set ylabel "{/=30 Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3)}"

set key outside

plot "azm.f0i8e5.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i8e5.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i8e5.dat" u 2:5 ti "20-30" ,
"azm.f3i8e5.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i8e5.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i8e5.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i8e5.dat" u
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i8e5.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i8e5.dat" u 2:5 ti "80-90"

set terminal postscript eps enh color 20

set output "azm.rad.i8e6.eps"

set yrangle [-1:1000000000]

set title "inc 80-90 ems 60-70"

set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"

set ylabel "{/=30 Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3)}"

set key outside

plot "azm.f0i8e6.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i8e6.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i8e6.dat" u 2:5 ti "20-30" ,
"azm.f3i8e6.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i8e6.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i8e6.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i8e6.dat" u
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i8e6.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i8e6.dat" u 2:5 ti "80-90"
```

付録4 -反射率の入射角・射出角・方位角に対する依存性-

```
set terminal postscript eps enh color 20
set output "azm.rad.i8e7.eps"
set yrange [-1:1000000000]
set title "inc 80-90 ems 70-80"
set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"
set ylabel "{/=30 Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3)}"
set key outside
plot "azm.f0i8e7.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i8e7.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i8e7.dat" u 2:5 ti "20-30" ,
"azm.f3i8e7.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i8e7.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i8e7.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i8e7.dat" u
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i8e7.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i8e7.dat" u 2:5 ti "80-90"
```

```
set terminal postscript eps enh color 20
set output "azm.rad.i8e8.eps"
set yrange [-1:1000000000]
set title "inc 80-90 ems 80-90"
set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"
set ylabel "{/=30 Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3)}"
set key outside
plot "azm.f0i8e8.dat" u 2:5 ti "lat 0-10" , "azm.f1i8e8.dat" u 2:5 ti "10-20" , "azm.f2i8e8.dat" u 2:5 ti "20-30" ,
"azm.f3i8e8.dat" u 2:5 ti "30-40" , "azm.f4i8e8.dat" u 2:5 ti "40-50" , "azm.f5i8e8.dat" u 2:5 ti "50-60" , "azm.f6i8e8.dat" u
2:5 ti "60-70" , "azm.f7i8e8.dat" u 2:5 ti "70-80" , "azm.f8i8e8.dat" u 2:5 ti "80-90"
```

[epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/azm.rad.sh](#)

```
#!/bin/csh -f
```

```
foreach inc (0 1 2 3 4 5 6 7 8)
```

```
    foreach ems (0 1 2 3 4 5 6 7 8)
```

```
        @ inc1 = $inc * 10
        @ ems1 = $ems * 10
        @ inc2 = $inc + 1
        @ ems2 = $ems + 1
        @ inc3 = $inc2 * 10
        @ ems3 = $ems2 * 10
        echo "set terminal postscript eps enh color 20 " >> a.txt
        echo " " >> a.txt
        echo set output ""azm.rad.i${inc}e${ems}.eps"" >> a.txt
        echo " " >> a.txt
        echo 'set yrange [-1:1000000000]' >> a.txt
        echo " " >> a.txt
        echo set title "'inc ${inc1}-${inc3}    ems ${ems1}-${ems3}'" >> a.txt
        echo " " >> a.txt
```

付録4 -反射率の入射角・射出角・方位角に対する依存性-

```
echo 'set xlabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }" >> a.txt
echo " " >> a.txt
echo 'set ylabel "{/=30 Radiane/cos(inc) (W/sr/m^3)}" >> a.txt
echo " " >> a.txt
echo "set key outside" >> a.txt
echo " " >> a.txt
echo plot ""azm.f0i${inc}e${ems}.dat"" u 2:5 ti ""lat 0-10"" , ""azm.f1i${inc}e${ems}.dat"" u 2:5 ti ""10-20"" ,
""azm.f2i${inc}e${ems}.dat"" u 2:5 ti ""20-30"" , ""azm.f3i${inc}e${ems}.dat"" u 2:5 ti ""30-40"" ,
""azm.f4i${inc}e${ems}.dat"" u 2:5 ti ""40-50"" , ""azm.f5i${inc}e${ems}.dat"" u 2:5 ti ""50-60"" ,
""azm.f6i${inc}e${ems}.dat"" u 2:5 ti ""60-70"" , ""azm.f7i${inc}e${ems}.dat"" u 2:5 ti ""70-80"" ,
""azm.f8i${inc}e${ems}.dat"" u 2:5 ti ""80-90"" >> a.txt
echo " " >> a.txt
echo " " >> a.txt
echo " " >> a.txt
end

mv a.txt azm.rad.gp
```

5. 入射角・射出角・方位角・緯度・経度とデータ数の関係

[1] 入射角、射出角、方位角、緯度、経度でのそれぞれの条件でのデータ数を計算

epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/countndat2.f

上記のプログラムソースファイルをコンパイルし生成された実行型ファイルが組み込まれている

epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/makendat2.sh

を実行

epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/countndat2.f

Program CountNdat

Implicit NONE

c Count number of data in 2-dimension.

c input : alldata0550-1109.dat
c Format(7(E12.4,1X),A18)
c 1: radiance
c 2: phase angle
c 3: incidence angle
c 4: emission angle
c 5: azimuthal angle
c 6: latitude
c 7: longitude
c 8: data file name
c : grid.dat
c NX, XMIN, XMAX
c NY, YMIN, YMAX
c : stdin
c nkey1 : integer
c nkey2 : integer

c "nkey1"th and "nkey2"th rows are used to make boxes and grids.

c -----constant

Integer ND

Parameter (ND=7)

Integer NXMAX, NXMAX1

Parameter (NXMAX=360)

Parameter (NXMAX1=NXMAX+1)

Integer NYMAX, NYMAX1

Parameter (NYMAX=360)

Parameter (NYMAX1=NYMAX+1)

c nkey of incidence angle

Integer ninc

Parameter (ninc=3)

c io

Integer IFILE, OFILE

Parameter (IFILE=21)

Parameter (OFILE=22)

付録 5 -入射角・射出角・方位角・緯度・経度とデータ数の関係-

```
c -----local
c neky
    Integer nkey1, nkey2

c data
    Real      dat(ND)

c number of box and grid
    Integer NX, NX1
    Integer NY, NY1

c minimum and maximum values
    Real      XMIN, XMAX
    Real      YMIN, YMAX

c box
    Integer ndat(NXMAX,NYMAX)
c grid
    Real      x(NXMAX1), y(NYMAX1)

c loop control
    Integer i, j

c junk
    Real      xx, yy

c -----
c Read nkey
    Read(*,*) nkey1
    Read(*,*) nkey2
    If ((nkey1.lt.1).or.(nkey2.gt.ND)) then
        Write(*,*) 'invalid input of nkey'
        Stop
    End If

c Read NX, NX1, XMIN, XMAX
    Open(IFILE,FILE='grid.dat')
    Do 110 i = 1, ND
        Read(IFILE,*) NX, XMIN, XMAX
        If (i.eq.nkey1) then
            Go to 120
        End If
    110 Continue
        Write(*,*) 'something wrong'
        Stop
    120 Continue
        Close(IFILE)
        If (NX.gt.NXMAX) then
            Write(*,*) 'NXMAX is not enough'
            Stop
        End If
        NX1 = NX + 1

c Read NY, NY1, YMIN, YMAX
    Open(IFILE,FILE='grid.dat')
    Do 130 i = 1, ND
        Read(IFILE,*) NY, YMIN, YMAX
        If (i.eq.nkey2) then
            Go to 140
```

付録 5 -入射角・射出角・方位角・緯度・経度とデータ数の関係-

```
        End If
130 Continue
    Write(*,*) 'something wrong'
    Stop
140 Continue
    Close(IFILE)
    If (NY.gt.NYMAX) then
        Write(*,*) 'NYMAX is not enough'
        Stop
    End If
    NY1 = NY + 1

c initialization
c -reset box
    Do 160 i = 1, NX
        Do 150 j = 1, NY
            ndat(i,j) = 0
150 Continue
160 Continue
c -set grid
    Do 170 i = 1, NX1
        x(i) = XMIN + (XMAX-XMIN)/(NX)*(i-1)
170 Continue
    Do 180 j = 1, NY1
        y(j) = YMIN + (YMAX-YMIN)/(NY)*(j-1)
180 Continue

c read data
c -open data file
    Open(IFILE,FILE='alldata0550-1109.dat')
200 Continue
    Read(IFILE,*,END=300) (dat(i), i=1,ND)
c -only illuminated region is counted
    If (dat(nine).le.(90.0)) then
        If ((dat(nkey1).lt.x(1)).or.(dat(nkey2).lt.y(1))) then
            Go to 230
        End If
        Do 220 i = 1, NX
            If (dat(nkey1).le.x(i+1)) then
                Do 210 j = 1, NY
                    If (dat(nkey2).le.y(j+1)) then
                        ndat(i,j) = ndat(i,j) + 1
                        Go to 230
                    End If
                End If
210 Continue
            End If
220 Continue
230 Continue
        End If
        Go to 200

300 Continue
c -close data file
    Close(IFILE)

c output
c -open output file
    Open(OFILE,FILE='ndat.dat')
    Do 320 j = 1, NY
```

付録 5 -入射角・射出角・方位角・緯度・経度とデータ数の関係-

```
yy = ( y(j) + y(j+1) ) / 2.0
Do 310 i = 1, NX
    xx = ( x(i) + x(i+1) ) / 2.0
    Write(OFILE,*) xx, yy, ndat(i,j)
310 Continue
    Write(OFILE,*)
320 Continue
c -close output file
Close(OFILE)
Stop
End
```

epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/makendat2.sh

```
#!/bin/csh -f
```

```
set bindir = /work2/sowkei/download-data/IMGdata0550-1109/usedata2/usedata3/count/data0024-0549

if (-e row.dat) then
    rm row.dat
endif
if (-e row1.dat) then
    rm row1.dat
endif
if (-e row2.dat) then
    rm row2.dat
endif

echo 3 > row1.dat
echo 4 > row2.dat
cat row1.dat row2.dat > row.dat
${bindir}/countndat2.out < row.dat
mv ndat.dat inc-ems-ndat.dat
rm row.dat row1.dat row2.dat

echo 3 > row1.dat
echo 5 > row2.dat
cat row1.dat row2.dat > row.dat
${bindir}/countndat2.out < row.dat
mv ndat.dat inc-azm-ndat.dat
rm row.dat row1.dat row2.dat

echo 3 > row1.dat
echo 6 > row2.dat
cat row1.dat row2.dat > row.dat
${bindir}/countndat2.out < row.dat
mv ndat.dat inc-lat-ndat.dat
rm row.dat row1.dat row2.dat

echo 3 > row1.dat
echo 7 > row2.dat
cat row1.dat row2.dat > row.dat
${bindir}/countndat2.out < row.dat
mv ndat.dat inc-lon-ndat.dat
rm row.dat row1.dat row2.dat

echo 4 > row1.dat
echo 5 > row2.dat
cat row1.dat row2.dat > row.dat
${bindir}/countndat2.out < row.dat
```

付録 5 -入射角・射出角・方位角・緯度・経度とデータ数の関係-

```
mv ndat.dat ems-azm-ndat.dat
rm row.dat row1.dat row2.dat

echo 4 > row1.dat
echo 6 > row2.dat
cat row1.dat row2.dat > row.dat
${bindir}/countndat2.out < row.dat
mv ndat.dat ems-lat-ndat.dat
rm row.dat row1.dat row2.dat

echo 4 > row1.dat
echo 7 > row2.dat
cat row1.dat row2.dat > row.dat
${bindir}/countndat2.out < row.dat
mv ndat.dat ems-lon-ndat.dat
rm row.dat row1.dat row2.dat

echo 5 > row1.dat
echo 6 > row2.dat
cat row1.dat row2.dat > row.dat
${bindir}/countndat2.out < row.dat
mv ndat.dat azm-lat-ndat.dat
rm row.dat row1.dat row2.dat

echo 5 > row1.dat
echo 7 > row2.dat
cat row1.dat row2.dat > row.dat
${bindir}/countndat2.out < row.dat
mv ndat.dat azm-lon-ndat.dat
rm row.dat row1.dat row2.dat

echo 6 > row1.dat
echo 7 > row2.dat
cat row1.dat row2.dat > row.dat
${bindir}/countndat2.out < row.dat
mv ndat.dat lat-lon-ndat.dat
rm row.dat row1.dat row2.dat
```

[2] 経度-緯度-データ数, 緯度-入射角-データ数, 緯度-射出角-データ数, 緯度-方位角-データ数の関係を表した図を描く

下記の 4 つのファイルを gnuplot でロードして図を描く

```
epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/lat-lon-ndat.gp
epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/inc-lat-ndat.gp
epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/ems-lat-ndat.gp
epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/azm-lat-ndat.gp
```

epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/lat-lon-ndat.gp

```
set terminal postscript eps enh color 20
```

```
set output "lat-lon-ndat.eps"
```

```
set xlabel "{/=30 longitude (deg) }"
```

付録 5 -入射角・射出角・方位角・緯度・経度とデータ数の関係-

```
set ylabel "{/=30 latitude (deg) }"
```

```
set xrange [0:360]
```

```
set yrange [-90:90]
```

```
set cbrange [0:35000]
```

```
set pm3d map
```

```
splot "lat-lon-ndat.dat" u 2:1:3
```

epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/inc-lat-ndat.gp

```
set terminal postscript eps enh color 20
```

```
set output "inc-lat-ndat.eps"
```

```
set xlabel "{/=30 latitude (deg) }"
```

```
set ylabel "{/=30 incidence angle (deg) }"
```

```
set xrange [-90:90]
```

```
set yrange [0:90]
```

```
set cbrange [0:400000]
```

```
set pm3d map
```

```
splot "inc-lat-ndat.dat" u 2:1:3
```

epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/ems-lat-ndat.gp

```
set terminal postscript eps enh color 20
```

```
set output "ems-lat-ndat.eps"
```

```
set xlabel "{/=30 latitude (deg) }"
```

```
set ylabel "{/=30 emission angle (deg) }"
```

```
set xrange [-90:90]
```

```
set yrange [0:90]
```

```
set cbrange [0:140000]
```

```
set pm3d map
```

```
splot "ems-lat-ndat.dat" u 2:1:3
```

epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/azm-lat-ndat.gp

```
set terminal postscript eps enh color 20
```

```
set output "azm-lat-ndat.eps"
```

```
set title "2006-7 lat-azm-Ndat"
```

付録 5 -入射角・射出角・方位角・緯度・経度とデータ数の関係-

```
set xlabel "{/=30 latitude (deg) }"  
set ylabel "{/=30 azimuthal angle (deg) }"  
set xrange [-90:90]  
set yrange [0:180]  
set cbrange [0:100000]  
set pm3d map  
splot "azm-lat-ndat.dat" u 2:1:3
```

6. 反射光の輝度の時間による変化

[1] 入射角・射出角ともに 40° 以上 50° 以下の全てのデータを抽出
epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/makedata-i4e4.sh

epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/makedata-i4e4.sh
#!/bin/csh -f

```
foreach lat (0 1 2 3 4 5 6 7 8)
    echo {$lat}

    cat f{$lat}i4e4.dat >> i4e4.dat

end
```

[2] 入射角・射出角の条件で抽出されたデータから、方位角がそれぞれ 10° 間隔ごとの条件のデータを抽出

epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/azm.f
上記のプログラムソースファイルをコンパイルすることで生成される実行型ファイルを実行

epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/azm.f

```
Program CountNdat
Implicit NONE
```

c Count number of data.

```
c   input : i4e4.dat
c           Format(7(E12.4,1X))
c           1: radiance
c           2: phase angle
c           3: incidence angle
c           4: emission angle
c           5: azimuthal angle
c           6: latitude
c           7: longitude
c   output : azm.i4e4.dat
c           Format(7(E12.4,1X))
c           1: radiance
c           2: phase angle
c           3: incidence angle
c           4: emission angle
c           5: azimuthal angle
c           6: latitude
c           7: longitude

c -----constant
Integer ND
Parameter (ND=7)

c nkey of incidence angle
Integer ninc
```

付録 6 -反射光の輝度の時間による変化-

Parameter (ninc=3)

c nkey of latitude angle
Integer nlat
Parameter (nlat=5)
c io
Integer IFILE, OFILElat10, OFILElat20, OFILElat30,
& OFILElat40, OFILElat50, OFILElat60, OFILElat70,
& OFILElat80, OFILElat90, OFILElat100
Parameter (IFILE=21)
Parameter (OFILElat10=22)
Parameter (OFILElat20=23)
Parameter (OFILElat30=24)
Parameter (OFILElat40=25)
Parameter (OFILElat50=26)
Parameter (OFILElat60=27)
Parameter (OFILElat70=28)
Parameter (OFILElat80=29)
Parameter (OFILElat90=30)
Parameter (OFILElat100=31)

c -----local

c data
Real dat(ND)

c loop control
Integer i

c -----

c set input output format
11 Format(7(1PE13.6,1X))

c read data
c -open data file
Open(IFILE,FILE='i4e4.dat')

c -open output file
Open(OFILElat10,FILE='a0i4e4.dat')
Open(OFILElat20,FILE='a1i4e4.dat')
Open(OFILElat30,FILE='a2i4e4.dat')
Open(OFILElat40,FILE='a3i4e4.dat')
Open(OFILElat50,FILE='a4i4e4.dat')
Open(OFILElat60,FILE='a5i4e4.dat')
Open(OFILElat70,FILE='a6i4e4.dat')
Open(OFILElat80,FILE='a7i4e4.dat')
Open(OFILElat90,FILE='a8i4e4.dat')
Open(OFILElat100,FILE='a9i4e4.dat')

200 Continue
Read(IFILE,11,END=300) (dat(i), i=1,ND)
If (dat(ninc).ge.(90.0)) then
 Go to 200
End If
If (dat(nlat).ge.(100.0)) then
 Go to 200
End If

```
If (dat(nlat).ge.(90.0)) then
    Write(OFILElat100,11) (dat(i), i=1,ND)
else If (dat(nlat).ge.(80.0)) then
    Write(OFILElat90,11) (dat(i), i=1,ND)
else If (dat(nlat).ge.(70.0)) then
    Write(OFILElat80,11) (dat(i), i=1,ND)
else If (dat(nlat).ge.(60.0)) then
    Write(OFILElat70,11) (dat(i), i=1,ND)
else If (dat(nlat).ge.(50.0)) then
    Write(OFILElat60,11) (dat(i), i=1,ND)
else If (dat(nlat).ge.(40.0)) then
    Write(OFILElat50,11) (dat(i), i=1,ND)
else If (dat(nlat).ge.(30.0)) then
    Write(OFILElat40,11) (dat(i), i=1,ND)
else If (dat(nlat).ge.(20.0)) then
    Write(OFILElat30,11) (dat(i), i=1,ND)
else If (dat(nlat).ge.(10.0)) then
    Write(OFILElat20,11) (dat(i), i=1,ND)
else If (dat(nlat).ge.(0.0)) then
    Write(OFILElat10,11) (dat(i), i=1,ND)
End If
Go to 200

300 Continue
c -close data file
Close(IFILE)

c -close output file
Close(OFILElat10)
Close(OFILElat20)
Close(OFILElat30)
Close(OFILElat40)
Close(OFILElat50)
Close(OFILElat60)
Close(OFILElat70)
Close(OFILElat80)
Close(OFILElat90)
Close(OFILElat100)

Stop
End
```

[3] 入射角が 44° 以上 46° 以下、射出角が 44° 以上 46° 以下のデータを抽出
epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/i44-46.e44-46.f
上記のプログラムソースファイルをコンパイルし生成された実行型ファイルが組み
込まれている
epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/a.i44-46.e44-46.sh
を実行

epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/i44-46.e44-46.f

Program CountNdat
Implicit NONE

付録 6 -反射光の輝度の時間による変化-

```
c Count number of data.

c    input : i4e4.dat
c          Format(7(E12.4,1X))
c          1: radiance
c          2: phase angle
c          3: incidence angle
c          4: emission angle
c          5: azimuthal angle
c          6: latitude
c          7: longitude
c    output : azm.i4e4.dat
c          Format(7(E12.4,1X))
c          1: radiance
c          2: phase angle
c          3: incidence angle
c          4: emission angle
c          5: azimuthal angle
c          6: latitude
c          7: longitude

c -----constant
Integer ND
Parameter (ND=7)

c nkey of incidence angle
Integer ninc
Parameter (ninc=3)

c nkey of ems angle
Integer nems
Parameter (nems=4)
c io
Integer IFILE, OFILE
Parameter (IFILE=21)
Parameter (OFILE=22)

c -----local

c data
Real      dat(ND)

c loop control
Integer i

c -----
c set input output format
11    Format(7(1PE13.6,1X))

c read data
c -open data file
Open(IFILE,FILE='datain.dat')

c -open output file
Open(OFILE,FILE='dataout.dat')

200 Continue
Read(IFILE,11,END=300) (dat(i), i=1,ND)
```

付録 6 -反射光の輝度の時間による変化-

```
If (dat(ninc).gt.(46.0)) then
    Go to 200
End If
If (dat(ninc).lt.(44.0)) then
    Go to 200
End If
If (dat(nems).gt.(46.0)) then
    Go to 200
End If
If (dat(nems).lt.(44.0)) then
    Go to 200
End If

Write(OFILE,11) (dat(i), i=1,ND)
Go to 200

300 Continue
c -close data file
Close(IFILE)

c -close output file
Close(OFILE)

Stop
End
```

epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/a.i44-46.e44-46.sh

#!/bin/csh -f

```
foreach azm (0 1 2 3 4 5 6 7 8 9)
    echo $azm

    mv a${azm}i4e4.dat datain.dat

    ./i44-46.e44-46.out

    mv datain.dat a${azm}i4e4.dat
    mv dataout.dat  a${azm}i44e44.dat

end
```

[4] 抽出された全てのデータについて緯度を平均

epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/lat.ave.f

上記のプログラムソースファイルをコンパイルし生成された実行型ファイルが組み込まれている

epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/lat.ave.sh
を実行

epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/lat.ave.f

Program CalcAve
Implicit NONE

付録 6 -反射光の輝度の時間による変化-

c Calculate average and variance.

```
c    input :datain.dat
c          Format(7(E12.4,1X))
c          1: radiance
c          2: phase angle
c          3: incidence angle
c          4: emission angle
c          5: azimuthal angle
c          6: latitude
c          7: longitude
c    output :datain.dat
c          1: x(i)
c          2: xx
c          3: x(i+1)
c          4: ndat(i)
c          5: ave(i)
c          6: var(i)
c          7: dev(i)
c    : grid.dat
c          NX, XMIN, XMAX
c    : stdin
c          nkey : integer
```

c Average and variance of "nkey"th row data is calculated.

```
c -----constant
c maximum incidence angle
Real      INCMAX
Parameter (INCMAX=90.0)

c maximum emission angle
Real      EMSMAX
Parameter (EMSMAX=90.0)

c data length
Integer ND
Parameter (ND=7)

Integer NXMAX, NXMAX1
Parameter (NXMAX=360)
Parameter (NXMAX1=NXMAX+1)

c nkey of incidence angle
Integer ninc
Parameter (ninc=3)
c nkey of emission angle
Integer nems
Parameter (nems=4)
c nkey
Integer nkey
Parameter (nkey=6)

c io
Integer IFILE, OFILE
Parameter (IFILE=21)
Parameter (OFILE=22)
```

付録 6 -反射光の輝度の時間による変化-

```
c value for no data
Real*8 NODATA
Parameter (NODATA=-1.0D0)

c -----local

c data
Real      dat(ND)

c number of box and grid
Integer NX, NX1
c minimum and maximum values
Real      XMIN, XMAX
c grid
Real      x(NXMAX1)

c number of data
Integer ndat(NXMAX)
c average
Real*8  ave(NXMAX)
c variance
Real*8  var(NXMAX)
c standar deviation
Real*8  dev(NXMAX)

c loop control
Integer i

c junk
Real*8  sum(NXMAX), ep(NXMAX)
Real      xx

c -----

c Read NX, NX1, XMIN, XMAX
Open(IFILE,FILE='grid.dat')
Do 110 i = 1, ND
  Read(IFILE,*) NX, XMIN, XMAX
  If (i.eq.nkey) then
    Go to 120
  End If
110 Continue
  Write(*,*) 'something wrong'
  Stop
120 Continue
  Close(IFILE)
  If (NX.gt.NXMAX) then
    Write(*,*) 'NXMAX is not enough'
    Stop
  End If
  NX1 = NX + 1

c initialization
c -set grid
  Do 130 i = 1, NX1
    x(i) = XMIN + (XMAX-XMIN)/(NX)*(i-1)
130 Continue
```

付録 6 -反射光の輝度の時間による変化-

```
c calculate average
c -set initial
    Do 210 i = 1, NX
        ndat(i) = 0
        sum(i)   = 0.0D0
    210 Continue
c -open data file
    Open(IFILE,FILE='datain.dat')
    220 Continue
    Read(IFILE,*,END=250) (dat(i), i=1,ND)
c -only illuminated region is considered
    If (dat(ninc).le.(INCMAX)) then
c -low emission angle data are removed
        If (dat(nems).le.(EMSMAX)) then
            If (dat(nkey).lt.x(1)) then
                Go to 240
            End If
            Do 230 i = 1, NX
                If (dat(nkey).le.x(i+1)) then
                    ndat(i) = ndat(i) + 1
                    sum(i)   = sum(i) + dat(1)
                    Go to 240
                End If
            230 Continue
            240 Continue
            End If
        End If
        Go to 220
    250 Continue
c -close data file
    Close(IFILE)
c -calculate average
    Do 260 i = 1, NX
        If (ndat(i).gt.0) then
            ave(i) = sum(i) / ndat(i)
        Else
            ave(i) = NODATA
        End If
    260 Continue

c calculate variance
c -set initial
    Do 310 i = 1, NX
        sum(i)   = 0.0D0
        ep(i)    = 0.0D0
    310 Continue
c -open data file
    Open(IFILE,FILE='datain.dat')
    320 Continue
    Read(IFILE,*,END=350) (dat(i), i=1,ND)
c -only illuminated region is considered
    If (dat(ninc).le.(INCMAX)) then
c -low emission angle data are removed
        If (dat(nems).le.(EMSMAX)) then
            If (dat(nkey).lt.x(1)) then
                Go to 340
            End If
            Do 330 i = 1, NX
```

付録 6 -反射光の輝度の時間による変化-

```
If (dat(nkey).le.x(i+1)) then
    xx = dat(1) - ave(i)
    ep(i) = ep(i) + xx
    sum(i) = sum(i) + xx*xx
    Go to 340
End If
330 Continue
340 Continue
End If
End If
Go to 320
350 Continue
c -close data file
Close(IFILE)
c -calculate variance
Do 360 i = 1, NX
If (ndat(i).gt.2) then
    var(i) = ( sum(i) - (ep(i)*ep(i)/ndat(i)) )
    &           / ( ndat(i) - 1.0D0 )
    dev(i) = (var(i))**(0.5D0)
Else
    var(i) = NODATA
    dev(i) = NODATA
End If
360 Continue

c output
c -open output file
Open(OFILE,FILE='dataout.dat')
Do 510 i = 1, NX
    xx = ( x(i) + x(i+1) ) / 2.0
    Write(OFILE,*) x(i), xx, x(i+1),
    &           ndat(i), ave(i), var(i), dev(i)
510 Continue
c -close output file
Close(OFILE)

Stop
End
```

epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/lat.ave.sh

```
#!/bin/csh -f
```

```
foreach azm (0 1 2 3 4 5 6 7 8 9)
echo $azm

mv a${azm}i44e44.dat datain.dat

./lat.ave.out

mv datain.dat a${azm}i44e44.dat

mv dataout.dat lat.a${azm}i44e44.dat

end
```

[5] 反射光の輝度の緯度に対する依存性の図を描く

以下のファイルを gnuplot でロードして図を描く

1) 反射光の輝度の緯度に対する依存性 (point のみ)

epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/lat.rad-pt.gp

epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/lat.rad-pt.gp

set terminal pbm color medium

set output "lat.a0-10i44e44-pt.pbm"

set yrang [0:400000000]

set xrange [-60:0]

set title "inc 44-46 ems 44-46 azm 0-10"

set xlabel " latitude (deg) "

set ylabel " Radiance/cos(inc) "

plot "lat.a0i44e44.dat" u 2:5 ti "0024-0549" with points 1 7,"lat.a0i44e44-3.dat" u 2:5 ti "0550-1109" with points 3 20

set terminal pbm color medium

set output "lat.a20-30i44e44-pt.pbm"

set yrang [0:400000000]

set xrange [-60:0]

set title "inc 44-46 ems 44-46 azm 20-30"

set xlabel " latitude (deg) "

set ylabel " Radiance/cos(inc) "

plot "lat.a2i44e44.dat" u 2:5 ti "0024-0549" with points 1 7,"lat.a2i44e44-3.dat" u 2:5 ti "0550-1109" with points 3 20

set terminal pbm color medium

set output "lat.a40-50i44e44-pt.pbm"

set yrang [0:400000000]

set xrange [-60:0]

set title "inc 44-46 ems 44-46 azm 40-50"

set xlabel " latitude (deg) "

set ylabel " Radiance/cos(inc) "

plot "lat.a4i44e44.dat" u 2:5 ti "0024-0549" with points 1 7,"lat.a4i44e44-3.dat" u 2:5 ti "0550-1109" with points 3 20

付録 6 -反射光の輝度の時間による変化-

```
set terminal pbm color medium  
set output "lat.a60-70i44e44-pt.pbm"  
set yrange [0:400000000]  
set xrange [-60:0]  
set title "inc 44-46 ems 44-46 azm 60-70"  
set xlabel " latitude (deg) "  
set ylabel " Radiance/cos(inc) "  
plot "lat.a6i44e44.dat" u 2:5 ti "0024-0549" with points 1  7,"lat.a6i44e44-3.dat" u 2:5 ti "0550-1109" with points 3  20  
  
set terminal pbm color medium  
set output "lat.a80-90i44e44-pt.pbm"  
set yrange [0:400000000]  
set xrange [-60:0]  
set title "inc 44-46 ems 44-46 azm 80-90"  
set xlabel " latitude (deg) "  
set ylabel " Radiance/cos(inc) "  
plot "lat.a8i44e44.dat" u 2:5 ti "0024-0549" with points 1  7,"lat.a8i44e44-3.dat" u 2:5 ti "0550-1109" with points 3  20
```

2) 反射光の輝度の緯度に対する依存性(point と errorbar)

(lat.rad.errorbars.gp は、方位角が 0° 以上 10° 以下の条件のデータのみプロット)
epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/lat.rad.errorbars.gp
epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/lat.rad-errorbars-3.gp
(lat.rad-errorbars-3.gp を作成するシェルスクリプト)
epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/lat.rad-errorbars.sh

epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/lat.rad.errorbars.gp
set terminal pbm color medium
set output "lat.a0-10i44e44-errorbars-use.pbm"
set xrange [-60:0]
set yrange [0:350000000]
set title "inc 44-46 ems 44-46 azm 0-10"
set xlabel " latitude (deg) "
set ylabel " Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3) "

付録 6 -反射光の輝度の時間による変化-

```
set bar 0
```

```
plot "lat.a0i44e44.dat" u 2:5:7 notitle with yerrorbars 1,"lat.a0i44e44.dat" u 2:5 title "2006-7 Rad" with points  
1,"lat.a0i44e44-3.dat" u 2:5:7 notitle with yerrorbars 3,"lat.a0i44e44-3.dat" u 2:5 title "2007-9 Rad" with points 3
```

epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/lat.rad-errorbars-3.gp

```
set terminal pbm color medium
```

```
set output "lat.a0-10i44e44-errorbars4.pbm"
```

```
set xrange [-60:0]
```

```
set yrange [0:400000000]
```

```
set title "inc 44-46 ems 44-46 azm 0-10"
```

```
set xlabel " latitude (deg) "
```

```
set ylabel " Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3) "
```

```
set bar 0
```

```
plot "lat.a0i44e44.dat" u 2:5:7 notitle with yerrorbars 1,"lat.a0i44e44.dat" u 2:5 title "2006-7 Rad" with points  
1,"lat.a0i44e44-3.dat" u 2:5:7 notitle with yerrorbars 3,"lat.a0i44e44-3.dat" u 2:5 title "2007-9 Rad" with points 3
```

```
set terminal pbm color medium
```

```
set output "lat.a10-20i44e44-errorbars4.pbm"
```

```
set xrange [-60:0]
```

```
set yrange [0:400000000]
```

```
set title "inc 44-46 ems 44-46 azm 10-20"
```

```
set xlabel " latitude (deg) "
```

```
set ylabel " Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3) "
```

```
set bar 0
```

```
plot "lat.a1i44e44.dat" u 2:5:7 notitle with yerrorbars 1,"lat.a1i44e44.dat" u 2:5 title "2006-7 Rad" with points  
1,"lat.a1i44e44-3.dat" u 2:5:7 notitle with yerrorbars 3,"lat.a1i44e44-3.dat" u 2:5 title "2007-9 Rad" with points 3
```

```
set terminal pbm color medium
```

```
set output "lat.a20-30i44e44-errorbars4.pbm"
```

```
set xrange [-60:0]
```

```
set yrange [0:400000000]
```

```
set title "inc 44-46 ems 44-46 azm 20-30"
```

```
set xlabel " latitude (deg) "
```

```
set ylabel " Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3) "
```

```
set bar 0
```

付録 6 -反射光の輝度の時間による変化-

```
plot "lat.a2i44e44.dat" u 2:5:7 notitle with yerrorbars 1,"lat.a2i44e44.dat" u 2:5 title "2006-7 Rad" with points  
1,"lat.a2i44e44-3.dat" u 2:5:7 notitle with yerrorbars 3,"lat.a2i44e44-3.dat" u 2:5 title "2007-9 Rad" with points 3  
set terminal pbm color medium  
  
set output "lat.a30-40i44e44-errorbars4.pbm"  
  
set xrange [-60:0]  
  
set yrange [0:400000000]  
  
set title "inc 44-46 ems 44-46 azm 30-40"  
  
set xlabel " latitude (deg) "  
  
set ylabel " Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3) "  
  
set bar 0  
  
plot "lat.a3i44e44.dat" u 2:5:7 notitle with yerrorbars 1,"lat.a3i44e44.dat" u 2:5 title "2006-7 Rad" with points  
1,"lat.a3i44e44-3.dat" u 2:5:7 notitle with yerrorbars 3,"lat.a3i44e44-3.dat" u 2:5 title "2007-9 Rad" with points 3  
set terminal pbm color medium  
  
set output "lat.a40-50i44e44-errorbars4.pbm"  
  
set xrange [-60:0]  
  
set yrange [0:400000000]  
  
set title "inc 44-46 ems 44-46 azm 40-50"  
  
set xlabel " latitude (deg) "  
  
set ylabel " Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3) "  
  
set bar 0  
  
plot "lat.a4i44e44.dat" u 2:5:7 notitle with yerrorbars 1,"lat.a4i44e44.dat" u 2:5 title "2006-7 Rad" with points  
1,"lat.a4i44e44-3.dat" u 2:5:7 notitle with yerrorbars 3,"lat.a4i44e44-3.dat" u 2:5 title "2007-9 Rad" with points 3  
set terminal pbm color medium  
  
set output "lat.a50-60i44e44-errorbars4.pbm"  
  
set xrange [-60:0]  
  
set yrange [0:400000000]  
  
set title "inc 44-46 ems 44-46 azm 50-60"  
  
set xlabel " latitude (deg) "  
  
set ylabel " Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3) "  
  
set bar 0  
  
plot "lat.a5i44e44.dat" u 2:5:7 notitle with yerrorbars 1,"lat.a5i44e44.dat" u 2:5 title "2006-7 Rad" with points  
1,"lat.a5i44e44-3.dat" u 2:5:7 notitle with yerrorbars 3,"lat.a5i44e44-3.dat" u 2:5 title "2007-9 Rad" with points 3  
set terminal pbm color medium  
  
set output "lat.a60-70i44e44-errorbars4.pbm"
```

付録 6 -反射光の輝度の時間による変化-

```
set xrange [-60:0]

set yrange [0:400000000]

set title "inc 44-46 ems 44-46 azm 60-70"

set xlabel " latitude (deg) "

set ylabel " Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3) "

set bar 0

plot "lat.a6i44e44.dat" u 2:5:7 notitle with yerrorbars 1,"lat.a6i44e44.dat" u 2:5 title "2006-7 Rad" with points 1,"lat.a6i44e44-3.dat" u 2:5:7 notitle with yerrorbars 3,"lat.a6i44e44-3.dat" u 2:5 title "2007-9 Rad" with points 3
set terminal pbm color medium

set output "lat.a70-80i44e44-errorbars4.pbm"

set xrange [-60:0]

set yrange [0:400000000]

set title "inc 44-46 ems 44-46 azm 70-80"

set xlabel " latitude (deg) "

set ylabel " Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3) "

set bar 0

plot "lat.a7i44e44.dat" u 2:5:7 notitle with yerrorbars 1,"lat.a7i44e44.dat" u 2:5 title "2006-7 Rad" with points 1,"lat.a7i44e44-3.dat" u 2:5:7 notitle with yerrorbars 3,"lat.a7i44e44-3.dat" u 2:5 title "2007-9 Rad" with points 3
set terminal pbm color medium

set output "lat.a80-90i44e44-errorbars4.pbm"

set xrange [-60:0]

set yrange [0:400000000]

set title "inc 44-46 ems 44-46 azm 80-90"

set xlabel " latitude (deg) "

set ylabel " Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3) "

set bar 0

plot "lat.a8i44e44.dat" u 2:5:7 notitle with yerrorbars 1,"lat.a8i44e44.dat" u 2:5 title "2006-7 Rad" with points 1,"lat.a8i44e44-3.dat" u 2:5:7 notitle with yerrorbars 3,"lat.a8i44e44-3.dat" u 2:5 title "2007-9 Rad" with points 3
set terminal pbm color medium

set output "lat.a90-100i44e44-errorbars4.pbm"

set xrange [-60:0]

set yrange [0:400000000]
```

付録 6 -反射光の輝度の時間による変化-

```
set title "inc 44-46 ems 44-46 azm 90-100"  
  
set xlabel " latitude (deg) "  
  
set ylabel " Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3) "  
  
set bar 0  
  
plot "lat.a9i44e44.dat" u 2:5:7 notitle with yerrorbars 1,"lat.a9i44e44.dat" u 2:5 title "2006-7 Rad" with points 1,"lat.a9i44e44-3.dat" u 2:5:7 notitle with yerrorbars 3,"lat.a9i44e44-3.dat" u 2:5 title "2007-9 Rad" with points 3  
  
epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/lat.rad-errorbars.sh  
#!/bin/csh -f  
  
foreach azm (0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 )  
  
@ azm1 = {$azm} * 10  
@ azm2 = {$azm1} + 10  
  
echo "set terminal pbm color medium" >> a.txt  
  
echo " " >> a.txt  
  
echo set output ""lat.a{$azm1}-{$azm2}i44e44-errorbars4.pbm"" >> a.txt  
  
echo " " >> a.txt  
  
echo 'set xrange [-60:0]' >> a.txt  
  
echo " " >> a.txt  
  
echo 'set yrangle [0:400000000]' >> a.txt  
  
echo " " >> a.txt  
  
echo set title ""inc 44-46 ems 44-46 azm {$azm1}-{$azm2}"" >> a.txt  
  
echo " " >> a.txt  
  
echo 'set xlabel " latitude (deg) "' >> a.txt  
  
echo " " >> a.txt  
  
echo 'set ylabel " Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3) "' >> a.txt  
  
echo " " >> a.txt  
  
echo 'set bar 0' >> a.txt  
  
echo " " >> a.txt  
  
echo plot ""lat.a{$azm}i44e44.dat"" u 2:5:7 notitle with yerrorbars 1,""lat.a{$azm}i44e44.dat"" u 2:5 title ""2006-7 Rad"" with points 1,""lat.a{$azm}i44e44-3.dat"" u 2:5:7 notitle with yerrorbars 3,""lat.a{$azm}i44e44-3.dat"" u 2:5 title ""2007-9 Rad"" with points 3 >> a.txt  
  
end  
  
mv a.txt lat.rad-errorbars-3.gp
```

3) 各緯度でのデータ数(pointのみ)

epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/lat.ndat(gp
(lat.ndat(gp を作成するシェルスクリプト)
epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/lat.ndat.sh

epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/lat.ndat(gp

set terminal pbm color medium

set output "lat.a0-10i44e44-ndat.pbm"

set xrange [-60:0]

set yrange [0:6000]

set title "inc 44-46 ems 44-46 azm 0-10"

set xlabel " latitude (deg) "

set ylabel " Number of data "

plot "lat.a0i44e44.dat" u 2:4 ti "2006-7 Ndat" with points 1 7 , "lat.a0i44e44-3.dat" u 2:4 ti "2007-9 Ndat" with points 3 20
set terminal pbm color medium

set output "lat.a10-20i44e44-ndat.pbm"

set xrange [-60:0]

set yrange [0:6000]

set title "inc 44-46 ems 44-46 azm 10-20"

set xlabel " latitude (deg) "

set ylabel " Number of data "

plot "lat.a1i44e44.dat" u 2:4 ti "2006-7 Ndat" with points 1 7 , "lat.a1i44e44-3.dat" u 2:4 ti "2007-9 Ndat" with points 3 20
set terminal pbm color medium

set output "lat.a20-30i44e44-ndat.pbm"

set xrange [-60:0]

set yrange [0:6000]

set title "inc 44-46 ems 44-46 azm 20-30"

set xlabel " latitude (deg) "

set ylabel " Number of data "

plot "lat.a2i44e44.dat" u 2:4 ti "2006-7 Ndat" with points 1 7 , "lat.a2i44e44-3.dat" u 2:4 ti "2007-9 Ndat" with points 3 20
set terminal pbm color medium

set output "lat.a30-40i44e44-ndat.pbm"

set xrange [-60:0]

付録 6 -反射光の輝度の時間による変化-

```
set yrange [0:6000]

set title "inc 44-46 ems 44-46 azm 30-40"

set xlabel " latitude (deg) "

set ylabel " Number of data "

plot "lat.a3i44e44.dat" u 2:4 ti "2006-7 Ndat" with points 1 7 , "lat.a3i44e44-3.dat" u 2:4 ti "2007-9 Ndat" with points 3 20
set terminal pbm color medium

set output "lat.a40-50i44e44-n dat.pbm"

set xrange [-60:0]

set yrange [0:6000]

set title "inc 44-46 ems 44-46 azm 40-50"

set xlabel " latitude (deg) "

set ylabel " Number of data "

plot "lat.a4i44e44.dat" u 2:4 ti "2006-7 Ndat" with points 1 7 , "lat.a4i44e44-3.dat" u 2:4 ti "2007-9 Ndat" with points 3 20
set terminal pbm color medium

set output "lat.a50-60i44e44-n dat.pbm"

set xrange [-60:0]

set yrange [0:6000]

set title "inc 44-46 ems 44-46 azm 50-60"

set xlabel " latitude (deg) "

set ylabel " Number of data "

plot "lat.a5i44e44.dat" u 2:4 ti "2006-7 Ndat" with points 1 7 , "lat.a5i44e44-3.dat" u 2:4 ti "2007-9 Ndat" with points 3 20
set terminal pbm color medium

set output "lat.a60-70i44e44-n dat.pbm"

set xrange [-60:0]

set yrange [0:6000]

set title "inc 44-46 ems 44-46 azm 60-70"

set xlabel " latitude (deg) "

set ylabel " Number of data "

plot "lat.a6i44e44.dat" u 2:4 ti "2006-7 Ndat" with points 1 7 , "lat.a6i44e44-3.dat" u 2:4 ti "2007-9 Ndat" with points 3 20
set terminal pbm color medium

set output "lat.a70-80i44e44-n dat.pbm"
```

付録 6 -反射光の輝度の時間による変化-

```
set xrange [-60:0]
set yrange [0:6000]
set title "inc 44-46 ems 44-46 azm 70-80"
set xlabel " latitude (deg) "
set ylabel " Number of data "
plot "lat.a7i44e44.dat" u 2:4 ti "2006-7 Ndat" with points 1 7 , "lat.a7i44e44-3.dat" u 2:4 ti "2007-9 Ndat" with points 3 20
set terminal pbm color medium
set output "lat.a80-90i44e44-nmdat.pbm"
set xrange [-60:0]
set yrange [0:6000]
set title "inc 44-46 ems 44-46 azm 80-90"
set xlabel " latitude (deg) "
set ylabel " Number of data "
plot "lat.a8i44e44.dat" u 2:4 ti "2006-7 Ndat" with points 1 7 , "lat.a8i44e44-3.dat" u 2:4 ti "2007-9 Ndat" with points 3 20
set terminal pbm color medium
set output "lat.a90-100i44e44-nmdat.pbm"
set xrange [-60:0]
set yrange [0:6000]
set title "inc 44-46 ems 44-46 azm 90-100"
set xlabel " latitude (deg) "
set ylabel " Number of data "
plot "lat.a9i44e44.dat" u 2:4 ti "2006-7 Ndat" with points 1 7 , "lat.a9i44e44-3.dat" u 2:4 ti "2007-9 Ndat" with points 3 20


---



epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/lat.nmdat.sh



```
#!/bin/csh -f
foreach azm (0 1 2 3 4 5 6 7 8 9)
 @ azm1 = {$azm} * 10
 @ azm2 = {$azm1} + 10
 echo "set terminal pbm color medium" >> a.txt
 echo " " >> a.txt
 echo set output ""lat.a{$azm1}-{$azm2}i44e44-nmdat.pbm"" >> a.txt
 echo " " >> a.txt
 echo 'set xrange [-60:0]' >> a.txt
```



---


```

付録 6 -反射光の輝度の時間による変化-

```
echo " " >> a.txt  
echo 'set yrange [0:6000]' >> a.txt  
echo " " >> a.txt  
echo set title ""inc 44-46 ems 44-46 azm {$azm1}-{$azm2}"" >> a.txt  
echo " " >> a.txt  
echo 'set xlabel " latitude (deg) "' >> a.txt  
echo " " >> a.txt  
echo 'set ylabel " Number of data "' >> a.txt  
echo " " >> a.txt  
echo plot ""lat.a{$azm}i44e44.dat"" u 2:4 ti ""2006-7 Ndat"" with points 1 7 , ""lat.a{$azm}i44e44-3.dat"" u 2:4 ti  
""2007-9 Ndat"" with points 3 20 >> a.txt  
end  
mv a.txt lat.ndat.gp
```

4) 反射光の輝度の緯度に対する依存性と各緯度でのデータ数(point と errorbar)

epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/lat.rad.errorbars-ndat.gp
(lat.rad.errorbars-ndat.gp を作成するシェルスクリプト)
epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/lat.rad.errorbars-ndat.sh

epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/lat.rad.errorbars-ndat.gp

```
set terminal pbm color medium  
set output "lat.a0-10i44e44-errorbars-ndat.pbm"  
set xrange [-60:0]  
set yrange [100000000:400000000]  
set y2range [0:6000]  
set ytics nomirror  
set y2ti 1000  
set title "inc 44-46 ems 44-46 azm 0-10"  
set xlabel " latitude (deg) "  
set ylabel " Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3) "  
set y2label " Number of data "  
set bar 0
```

付録 6 -反射光の輝度の時間による変化-

```
plot "lat.a0i44e44.dat" u 2:5:7 notitle axis x1y1 with yerrorbars 1,"lat.a0i44e44.dat" u 2:5 title "2006-7 Rad" axis x1y1 with points 1,"lat.a0i44e44-3.dat" u 2:5:7 notitle axis x1y1 with yerrorbars 3,"lat.a0i44e44-3.dat" u 2:5 title "2007-9 Rad" axis x1y1 with points 3,"lat.a0i44e44.dat" u 2:4 axis x1y2 ti "2006-7 Ndat" w line 8,"lat.a0i44e44-3.dat" u 2:4 axis x1y2 ti "2007-9 Ndat" w line 4
set terminal pbm color medium

set output "lat.a10-20i44e44-errorbars-ndat.pbm"

set xrange [-60:0]

set yrange [100000000:400000000]

set y2range [0:6000]

set ytics nomirror

set y2ti 1000

set title "inc 44-46 ems 44-46 azm 10-20"

set xlabel " latitude (deg) "

set ylabel " Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3) "

set y2label " Number of data "

set bar 0

plot "lat.a1i44e44.dat" u 2:5:7 notitle axis x1y1 with yerrorbars 1,"lat.a1i44e44.dat" u 2:5 title "2006-7 Rad" axis x1y1 with points 1,"lat.a1i44e44-3.dat" u 2:5:7 notitle axis x1y1 with yerrorbars 3,"lat.a1i44e44-3.dat" u 2:5 title "2007-9 Rad" axis x1y1 with points 3,"lat.a1i44e44.dat" u 2:4 axis x1y2 ti "2006-7 Ndat" w line 8,"lat.a1i44e44-3.dat" u 2:4 axis x1y2 ti "2007-9 Ndat" w line 4
set terminal pbm color medium

set output "lat.a20-30i44e44-errorbars-ndat.pbm"

set xrange [-60:0]

set yrange [100000000:400000000]

set y2range [0:6000]

set ytics nomirror

set y2ti 1000

set title "inc 44-46 ems 44-46 azm 20-30"

set xlabel " latitude (deg) "

set ylabel " Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3) "

set y2label " Number of data "

set bar 0

plot "lat.a2i44e44.dat" u 2:5:7 notitle axis x1y1 with yerrorbars 1,"lat.a2i44e44.dat" u 2:5 title "2006-7 Rad" axis x1y1 with points 1,"lat.a2i44e44-3.dat" u 2:5:7 notitle axis x1y1 with yerrorbars 3,"lat.a2i44e44-3.dat" u 2:5 title "2007-9 Rad" axis
```

付録 6 -反射光の輝度の時間による変化-

```
x1y1 with points 3,"lat.a2i44e44.dat" u 2:4 axis x1y2 ti "2006-7 Ndat" w line 8,"lat.a2i44e44-3.dat" u 2:4 axis x1y2 ti  
"2007-9 Ndat" w line 4  
set terminal pbm color medium  
  
set output "lat.a30-40i44e44-errorbars-ndat.pbm"  
  
set xrange [-60:0]  
  
set yrange [100000000:400000000]  
  
set y2range [0:6000]  
  
set ytics nomirror  
  
set y2ti 1000  
  
set title "inc 44-46 ems 44-46 azm 30-40"  
  
set xlabel " latitude (deg) "  
  
set ylabel " Radiane/cos(inc) (W/sr/m^3) "  
  
set y2label " Number of data "  
  
set bar 0  
  
plot "lat.a3i44e44.dat" u 2:5:7 notitle axis x1y1 with yerrorbars 1,"lat.a3i44e44.dat" u 2:5 title "2006-7 Rad" axis x1y1 with  
points 1,"lat.a3i44e44-3.dat" u 2:5:7 notitle axis x1y1 with yerrorbars 3,"lat.a3i44e44-3.dat" u 2:5 title "2007-9 Rad" axis  
x1y1 with points 3,"lat.a3i44e44.dat" u 2:4 axis x1y2 ti "2006-7 Ndat" w line 8,"lat.a3i44e44-3.dat" u 2:4 axis x1y2 ti  
"2007-9 Ndat" w line 4  
set terminal pbm color medium  
  
set output "lat.a40-50i44e44-errorbars-ndat.pbm"  
  
set xrange [-60:0]  
  
set yrange [100000000:400000000]  
  
set y2range [0:6000]  
  
set ytics nomirror  
  
set y2ti 1000  
  
set title "inc 44-46 ems 44-46 azm 40-50"  
  
set xlabel " latitude (deg) "  
  
set ylabel " Radiane/cos(inc) (W/sr/m^3) "  
  
set y2label " Number of data "  
  
set bar 0  
  
plot "lat.a4i44e44.dat" u 2:5:7 notitle axis x1y1 with yerrorbars 1,"lat.a4i44e44.dat" u 2:5 title "2006-7 Rad" axis x1y1 with  
points 1,"lat.a4i44e44-3.dat" u 2:5:7 notitle axis x1y1 with yerrorbars 3,"lat.a4i44e44-3.dat" u 2:5 title "2007-9 Rad" axis  
x1y1 with points 3,"lat.a4i44e44.dat" u 2:4 axis x1y2 ti "2006-7 Ndat" w line 8,"lat.a4i44e44-3.dat" u 2:4 axis x1y2 ti  
"2007-9 Ndat" w line 4  
set terminal pbm color medium
```

付録 6 -反射光の輝度の時間による変化-

```
set output "lat.a50-60i44e44-errorbars-n dat.pbm"

set xrange [-60:0]

set yrange [100000000:400000000]

set y2range [0:6000]

set ytics nomirror

set y2ti 1000

set title "inc 44-46 ems 44-46 azm 50-60"

set xlabel " latitude (deg) "

set ylabel " Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3) "

set y2label " Number of data "

set bar 0

plot "lat.a5i44e44.dat" u 2:5:7 notitle axis x1y1 with yerrorbars 1,"lat.a5i44e44.dat" u 2:5 title "2006-7 Rad" axis x1y1 with points 1,"lat.a5i44e44-3.dat" u 2:5:7 notitle axis x1y1 with yerrorbars 3,"lat.a5i44e44-3.dat" u 2:5 title "2007-9 Rad" axis x1y1 with points 3,"lat.a5i44e44.dat" u 2:4 axis x1y2 ti "2006-7 Ndat" w line 8,"lat.a5i44e44-3.dat" u 2:4 axis x1y2 ti "2007-9 Ndat" w line 4
set terminal pbm color medium

set output "lat.a60-70i44e44-errorbars-n dat.pbm"

set xrange [-60:0]

set yrange [100000000:400000000]

set y2range [0:6000]

set ytics nomirror

set y2ti 1000

set title "inc 44-46 ems 44-46 azm 60-70"

set xlabel " latitude (deg) "

set ylabel " Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3) "

set y2label " Number of data "

set bar 0

plot "lat.a6i44e44.dat" u 2:5:7 notitle axis x1y1 with yerrorbars 1,"lat.a6i44e44.dat" u 2:5 title "2006-7 Rad" axis x1y1 with points 1,"lat.a6i44e44-3.dat" u 2:5:7 notitle axis x1y1 with yerrorbars 3,"lat.a6i44e44-3.dat" u 2:5 title "2007-9 Rad" axis x1y1 with points 3,"lat.a6i44e44.dat" u 2:4 axis x1y2 ti "2006-7 Ndat" w line 8,"lat.a6i44e44-3.dat" u 2:4 axis x1y2 ti "2007-9 Ndat" w line 4
set terminal pbm color medium

set output "lat.a70-80i44e44-errorbars-n dat.pbm"
```

付録 6 -反射光の輝度の時間による変化-

```
set xrange [-60:0]

set yrange [100000000:400000000]

set y2range [0:6000]

set ytics nomirror

set y2ti 1000

set title "inc 44-46 ems 44-46 azm 70-80"

set xlabel " latitude (deg) "

set ylabel " Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3) "

set y2label " Number of data "

set bar 0

plot "lat.a7i44e44.dat" u 2:5:7 notitle axis x1y1 with yerrorbars 1,"lat.a7i44e44.dat" u 2:5 title "2006-7 Rad" axis x1y1 with points 1,"lat.a7i44e44-3.dat" u 2:5:7 notitle axis x1y1 with yerrorbars 3,"lat.a7i44e44-3.dat" u 2:5 title "2007-9 Rad" axis x1y1 with points 3,"lat.a7i44e44.dat" u 2:4 axis x1y2 ti "2006-7 Ndat" w line 8,"lat.a7i44e44-3.dat" u 2:4 axis x1y2 ti "2007-9 Ndat" w line 4
set terminal pbm color medium

set output "lat.a80-90i44e44-errorbars-ndat.pbm"

set xrange [-60:0]

set yrange [100000000:400000000]

set y2range [0:6000]

set ytics nomirror

set y2ti 1000

set title "inc 44-46 ems 44-46 azm 80-90"

set xlabel " latitude (deg) "

set ylabel " Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3) "

set y2label " Number of data "

set bar 0

plot "lat.a8i44e44.dat" u 2:5:7 notitle axis x1y1 with yerrorbars 1,"lat.a8i44e44.dat" u 2:5 title "2006-7 Rad" axis x1y1 with points 1,"lat.a8i44e44-3.dat" u 2:5:7 notitle axis x1y1 with yerrorbars 3,"lat.a8i44e44-3.dat" u 2:5 title "2007-9 Rad" axis x1y1 with points 3,"lat.a8i44e44.dat" u 2:4 axis x1y2 ti "2006-7 Ndat" w line 8,"lat.a8i44e44-3.dat" u 2:4 axis x1y2 ti "2007-9 Ndat" w line 4
set terminal pbm color medium

set output "lat.a90-100i44e44-errorbars-ndat.pbm"

set xrange [-60:0]

set yrange [100000000:400000000]
```

付録 6 -反射光の輝度の時間による変化-

```
set y2range [0:6000]

set ytics nomirror

set y2ti 1000

set title "inc 44-46 ems 44-46 azm 90-100"

set xlabel " latitude (deg) "

set ylabel " Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3) "

set y2label " Number of data "

set bar 0

plot "lat.a9i44e44.dat" u 2:5:7 notitle axis x1y1 with yerrorbars 1,"lat.a9i44e44.dat" u 2:5 title "2006-7 Rad" axis x1y1 with points 1,"lat.a9i44e44-3.dat" u 2:5:7 notitle axis x1y1 with yerrorbars 3,"lat.a9i44e44-3.dat" u 2:5 title "2007-9 Rad" axis x1y1 with points 3,"lat.a9i44e44.dat" u 2:4 axis x1y2 ti "2006-7 Ndat" w line 8,"lat.a9i44e44-3.dat" u 2:4 axis x1y2 ti "2007-9 Ndat" w line 4

epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/lat.rad.errorbars-ndat.sh
#!/bin/csh -f

foreach azm (0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 )

@ azm1 = {$azm} * 10
@ azm2 = {$azm1} + 10

echo "set terminal pbm color medium" >> a.txt

echo " " >> a.txt

echo set output ""${azm1}-{$azm2}i44e44-errorbars-ndat.pbm"" >> a.txt

echo " " >> a.txt

echo 'set xrange [-60:0]' >> a.txt

echo " " >> a.txt

echo 'set yrange [100000000:400000000]' >> a.txt

echo " " >> a.txt

echo 'set y2range [0:6000]' >> a.txt

echo " " >> a.txt

echo 'set ytics nomirror' >> a.txt

echo " " >> a.txt

echo 'set y2ti 1000' >> a.txt

echo " " >> a.txt

echo set title ""inc 44-46 ems 44-46 azm ${azm1}-${azm2}"" >> a.txt
```

```
echo " " >> a.txt  
echo 'set xlabel " latitude (deg) "'>> a.txt  
echo " " >> a.txt  
echo 'set ylabel " Radiance/cos(inc) (W/sr/m^3) "'>> a.txt  
echo " " >> a.txt  
echo 'set y2label " Number of data "'>> a.txt  
echo " " >> a.txt  
echo 'set bar 0'>> a.txt  
echo " " >> a.txt  
echo plot ""lat.a{$azm}i44e44.dat"" u 2:5:7 notitle axis x1y1 with yerrorbars 1,""lat.a{$azm}i44e44.dat"" u 2:5 title  
""2006-7 Rad"" axis x1y1 with points 1,""lat.a{$azm}i44e44-3.dat"" u 2:5:7 notitle axis x1y1 with yerrorbars  
3,""lat.a{$azm}i44e44-3.dat"" u 2:5 title ""2007-9 Rad"" axis x1y1 with points 3,""lat.a{$azm}i44e44.dat"" u 2:4 axis x1y2  
ti ""2006-7 Ndat"" w line 8,""lat.a{$azm}i44e44-3.dat"" u 2:4 axis x1y2 ti ""2007-9 Ndat"" w line 4 >> a.txt  
end  
mv a.txt lat.rad.errorbars-ndat.gp
```

5) gnuplot で作成した pbm のフォーマットで描かれているグラフを jpg のフォーマットに変換

gnuplot により描かれた pbm 形式の反射光の輝度の緯度に対する依存性(point と errorbar)のグラフを jpg 形式に変換

epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/convert-pbm-jpg2.sh

gnuplot により描かれた pbm 形式の各緯度でのデータ数(point のみ)のグラフを jpg 形式に変換

epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/convert-pbm-jpg3.sh

epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/convert-pbm-jpg2.sh

#!/bin/csh -f

```
foreach azm (0 1 2 3 4 5 6 7 8 9)
```

```
@ azm1 = {$azm} * 10  
@ azm2 = {$azm1} + 10
```

```
convert lat.a{$azm1}-{$azm2}i44e44-errorbars4.pbm lat.a{$azm1}-{$azm2}i44e44-errorbars4.jpg
```

```
end
```

epa:/home/epalab/dc-arch/2011/Bthesis-endo/src/convert-pbm-jpg3.sh

#!/bin/csh -f

付録 6 -反射光の輝度の時間による変化-

```
foreach azm (0 1 2 3 4 5 6 7 8 9)

@ azm1 = {$azm} * 10
@ azm2 = {$azm1} + 10

convert lat.a{$azm1}-{$azm2}i44e44-ndat.pbm lat.a{$azm1}-{$azm2}i44e44-ndat.jpg

end
```