等立体角射影形式の全天撮影装置の試作

(等立体角射影の応用研究・その5)

正会員	西	安	男 ^{*1}
正会員	小島	武	男 ^{*2}
正会員	中村	洋	洋 ^{*3}
正会員	比嘉	俊太	郎 ^{*4}
正会員	沖	允	人 ^{*5}
正会員	岡本	俊二	二 ^{*6}

概 要

筆者らは等立体角射影を中心とし、これと類似の射影形式をふくめて、反射影像の撮影を行なう装置の可能性について研究しており、それに必要な反射鏡の形態に関しては既に発表^{注1}を行なっている。その研究においては凹面反射鏡、凸面反射鏡の双方について解析を行ない、それらの母線を決定した。以上の諸反射鏡面中、等立体角射影形式の影像を与える凹面反射鏡、凸面反射鏡の各1種をとりあげ、それらの反射鏡面による撮影装置を試作した。ここでは、それらの装置について、構造、試写写真の視野・精度、および写真上で立体角を求める場合、その他1,2応用例について述べる。

1-1 凹面反射鏡による試作撮影装置の構造

[1] 装置の概要 筆者らが求めた等立体角射影型の凹面反射鏡の母線は図-1^{注2}のように2種類であるが、それらのうちSI反射鏡面による撮影装置を試作し

図-1 凹面反射鏡の母線 (等立体角射影)

*1 名城大学助教授

*2 名城大学教授、工博

*3 名古屋工業大学助教授、工博

*4 愛知工業大学助教授

*5 名城大学講師

*6 名古屋大学助手

(昭和51年3月3日日本稿受理・討論期限昭和51年10月末日)

た。この試作装置では、反射鏡の上縁面が影像面となり、この上に撮影用フィルムの感光面を合せておき、影像面の鏡心位置に設けたピンホールからの光線を鏡面において反射し、感光面に導びいて、所要の影像を得ることを主旨とし、全体の概要と主要部の名称とは図-2に示すとおりである。図-2(a)は各部の平面を示し、(b)は断面を示す。得られる影像は極低高度の影像の欠損部分をも含めて半径50mmで、フィルムはキャビネ版(165mm×120mm)を使用する。

図-3の写真(a)は全体の外観、(b)はフィルム枠、フィルム枠押えを外して反射鏡を示すものであり、主要な各部は次のようである。

(1) 反射鏡 鏡面の製作は旋盤による準鋼材^{注3}の切盤、研磨を行なった上、アルミニウムの蒸着によって鏡面が作られている。

(2) フィルム枠、フィルム枠押え 図-2中に示すフィルム枠はキャビネ版フィルムに適合する寸法をもち、これをセットする場合は本体に付属するフィルム枠押えによってフィルム枠の浮き上りを防ぐ。フィルム枠押えには図-2に見られるような方向指示羽根を互に直角な4か所の位置に設けてある。この方向指示羽根は撮影の際、装置を特定方向に向けて設定する場合の見当を与え、併せて枠に剛性を加えるためのものである。フィルム枠の主体部はアルミニウム合金板によって製作し、その構造は図-4のようである。

(3) ピンホール ピンホールはフィルム枠中央部に図-5のように、厚さ0.26mmの薄鋼板を使用して設け、影像面とピンホールとフィルム感光面とが一致する構造とした。ピンホールの径は数種の径をもつものを作り、試験撮影結果から0.8mmを採用した^{注4}。この結果、水平位置の撮影において高度約6°以上の天空部分の影像が得られる。

(4) フィルム支持 図-2に示すフィルム支持は

図—2 四面反射鏡による試作撮影装置（等立体角射影・SI 形四面反射鏡）

図—3 四面鏡による試作撮影装置の外観

図—6 (a), (b) のような構造をもち、フィルムの垂下を防止するためのもので、反射鏡の周縁部分に沿う 4 か所において反射鏡に固定し、その上面を影像面と一致させてある。また 4 本の針状の突起部分はフィルム枠押えに設けられている方向指示羽根と一致するように固定されており、写真上に生ずる、この部分の影像によって鏡心位置を決定するための用意でもある。

(5) 反射鏡支持台 反射鏡を支持するこの台は互に直交する 2 ケの水準器を備え、また 4 本の水平調整ネジを備えており、これらによって反射鏡の影像面の水平についての確認が可能となる。

〔2〕 試作装置による撮影と撮影例

試作装置の撮影は 図—7 に示す状態で行なう。(a) のような水平位置での撮影を原則とし、(b) のような鉛直位置の撮影は低高度または負高度部分に特に重要な対象があるときの特殊の場合に行なう。いずれの場合

合にも三脚にとりつけた平板上に装置を据え付けてあり、鉛直の場合には反射鏡支持台を平板に 2 本のボルトで固定する。

ピンホールに貼付した黒色接着テープをシャッターと

図—4 フィルム枠

図—5 フィルム枠のピンホール部の構造

図—6 フィルム支持

図—7 凹面反射鏡による試作装置の撮影状態

し、露出時間の間だけこれを取り除くことによって露出を行なう。露出時間は試験撮影の結果、フィルム感度が ASA 100 に対し、晴天時の屋外で約 2 秒 (14~15 時) 程度であった。図—8 (a), (b) は屋外および屋内での撮影例である。

1—2 凸面反射鏡による試作撮影装置の構造

[1] 装置の概要 前報^{注5}で求めた近似曲面をもつ等立体角射影型の凸面反射鏡を凹面反射鏡の場合と同様の工作によって製作し、それによって等立体角射影型の撮影装置を試作した。

この試作撮影装置は凸面反射鏡の鏡軸上にカメラの光軸を設置して凸面反射鏡の鏡軸に平行な反射光線によって生ずる影像を普通カメラで記録し、等立体角射影形式の影像を得ようとするグロブスコープ型のものであり、その光学系は 図—9 のようである。装置の試作に当っては次のような諸点を考えた上で設計を定めた。

- 1) 撮影のための運搬、設置、調整が容易で小型、軽量であり取扱いも簡単であること。
- 2) 1) の条件から撮影用カメラは軽量で、概して安価で、システムカメラとして普及度の高い 35 mm カメラを用いる。
- 3) 反射鏡の取り替えによって、前報^{注5}の各種形式の射影を得られる撮影装置に転用可能とする。
- 4) 反射鏡の視野内に写る撮影用部分の障害をなるべく小さくする。

鏡面からの鏡軸に平行な反射光による撮影がカメラのレンズの口径にかかわりなく行なえるように、この試作装置では集光レンズを使用し、これと一体をなしてカメラを設置しうるカメラ受けが設けられている。図—10 は試作装置の概要を示す。支持柱には集光筒の位置固定

(a) 水平位置、フィルム感度：ASA 100
昭和 50 年 10 月 27 日 13 時
雲晴れ、露出約 2 秒

(b) 水平位置、フィルム感度：ASA 100
昭和 50 年 10 月 30 日
曇り、露出約 4 秒

図—8 撮影例 (凹面反射鏡)

図—9 凸面反射鏡による試作撮影装置の光学系

ネジの他に位置調整ネジがあり、これによってカメラ、集光筒、反射鏡の光軸を一致させ、それを鉛直に保つことが可能となっている。

水平面リングは反射鏡の高度 0° の位置に設けられ、その影像が装置の据え付けに際して反射鏡の位置調整の目安となる。

以上の各部は撮影を行なわない場合には取外し分解して収納箱に収めることとし、撮影時にはこの箱を装置の

図—10 凸面反射鏡による試作撮影装置

支持台として使用する。その他、撮影・映像処理等の便宜のために設けられている補助部分の装置等を含めて、図—10 にそれぞれの部分の名称を示し、また 図—11 に装置の外観を示す。図—11 の右方に見られる2条の斜線は集光筒支持柱の位置固定を十分とするために加えたステーワイヤーである。

(1) 凸面反射鏡 反射鏡は交換して他の形式の射影による撮影も可能であるように着脱可能としてある。図—12 は反射鏡部分の詳細である。図のように水平面リングの上縁位置における反射鏡面の直径は 50 mm であり、その位置に細い刻線をきざんである。この刻線内部に高度 0°~90° 範囲の近似等立体角射影形式の映像が得られる。刻線の外縁部は負高度部の映像が得られる部分で、その映像がなるべく大まかであるよう、反射面は極射影形式の映像が得られる曲面となっている。

(2) 水平面リング 図—12 のような反射鏡との関係位置に設けられ、その上縁面は反射鏡の鏡軸と垂直で

図—11 凸面反射鏡による撮影装置の外観

図—12 凸面反射鏡部分の詳細

あり、反射鏡の設置の適否を確認するのに役立つ。水平面リングの支持脚4本は反射鏡の負高度部分に映像を作り、方位の目安となる。

(3) 集光筒 集光筒はレンズの中央部の屈折の良好な部分のみを使用し得るよう、なるべく大口径のものとするのが好ましいが、天頂を中心とする円形の映像を反

射鏡面に生じ、そのために中心に影像の欠落部を生じることを留意して、その外径を定めることが必要である。この試作装置では、内径を 60 mm として反射鏡の外周端までの反射光をとり入れることを可能とし、外径は約 65 mm としてある。

集光筒下端に外方へ突出した 4 本のセンターインデキーターを取付け、この影像により射影の中心を求め得るようにした。

[2] 試作装置による撮影と撮影例

図—13 は NIKON F2 を使用した撮影例である。撮影時の露出時間とレンズの絞りは、カメラの内蔵する露出計によって決定されることは一般の写真撮影と同様である。図—13 (a) は屋外撮影、(b) は屋内撮影である。いずれの場合にも集光筒は天頂部に円形の、支持柱は中心に到る狭扇形の影像欠落部となってあらわれている。

(a) フィルム感度: ASA 100
昭和 50 年 10 月 27 日, 15 時 50 分
雲晴, 露出約 1/4 秒

(b) フィルム感度: ASA 100
昭和 50 年 10 月 30 日
曇り, 露出約 4 秒

図—13 撮影例 (凸面反射鏡)

2. 影像の検討

試作撮影装置による影像の範囲と精度に関する検討は既存環境の試験撮影によって得られる写真上で行なった。

[1] 影像の範囲 試作撮影装置による影像の欠落部分は、凹面反射鏡の場合は、ピンホール部におけるフィルムの穿孔によるものと、ピンホールが設けられる薄鋼板の厚さ等が原因となって現われるものとである。

凸面反射鏡の場合は、集光筒が天頂部に生ずる障害と、集光筒の支持柱の障害とである。後者については撮影時に重要方位を避けて、支持柱の影像が生じるようにすることができる。

(1) 凹面反射鏡の撮影範囲 図—8 (a) の影像に示した記入寸法から、フィルム穿孔によって生じた写真中心部の黒色部の半径は約 6.5 mm で、それに対応する天頂角は約 10.5° である注 6。また円周部にある黒い帯状部分の幅は 2.5 mm である。これはピンホールの障害部分と認められ、この部分は高度にして約 5.6° に相当する。

(2) 凸面反射鏡の撮影範囲 図—13 (a) の中心から高度 0° までの半径を 50 mm としたときの影像について中心部に生ずる集光筒の障害は半径 5 mm であり、天頂角にして 8.1° に相当する。また上方にのびる狭扇形の黒色部は集光筒の支持柱の影像であり、これの障害は方位角にして幅約 8.7° に相当する。

以上、各試作装置は前記の障害を除く全天空の影像を撮影することができる。

[2] 影像の精度 図—14 のような環境の試験撮影によって得た写真上で精度の検討

図—14 試験撮影環境

図—15 試験撮影点 I, II と建物 (W) との関係

を行なった。撮影位置は図中の点 I, II であり, II 点は高高度点に対する撮影精度を建物 (W) について検討するために設けた補助的撮影点である。

図—15 は撮影点と建物 (W) との幾何学的関係を示し, 図中の h_I, h_{II} はそれぞれ撮影点 I および II に対する実測高度である。試験撮影によって得られた写真上の各点の射影半径 r と 図—15 に示す実測高度に対する射影半径 r_0 との差を検討した。これと同様の検討は建物 (S), (E) 等についても行なった。このようにして求められる誤差は曲面の製作誤差, 装置の据え付け誤

表—1 建物 (W) の写真上の誤差等 (凹面反射鏡)

試験 撮影点	点名	(1) 高度 h°	(2) 理論射影 半径 r_0	(3) 写真射影 半径 r	(4) 誤差 (%) $E=100(r_0-r)$
I	W1	68 31	0.2636	0.2604	0.32
	W2	66 28	0.2884	0.2886	-0.02
	W3	66 23	0.3257	0.3208	0.49
	W4	62 50	0.3321	0.3275	0.46
	W5	62 26	0.3370	0.3309	0.61
	W6	61 52	0.3437	0.3396	0.41
	W7	61 06	0.3528	0.3444	0.84
	W8	59 07	0.3765	0.3738	0.27
	W9	53 27	0.4435	0.4355	0.80
	W10	52 32	0.4542	0.4489	0.53
	W11	51 26	0.4670	0.4597	0.73
	W12	47 02	0.5179	0.5101	0.78
II	W11	79 52	0.1248	0.1188	0.60
	W12	78 13	0.1452	0.1443	0.09

(a) 試験撮影点 I

(b) 試験撮影点 II

図—16 凹面反射鏡による撮影結果

図—17 凹面反射鏡による試作撮影装置の精度

差, 写真の現像等によって生ずる歪みによる誤差, 写真の測定読みとり誤差等を総合した結果で, 実地に生じる誤差はこのようなものであり, この値を検討するのが実際のと考えると, この方法をとった。

(1) 凹面反射鏡による撮影装置の誤差 表—1 は建物 (W) について求めた写真の誤差を示したものであり, 表中の r_0 は実測高度による理論射影半径^{注7}, r は試験撮影写真の射影半径である。誤差 $\epsilon(\%)$ は $\epsilon=(r_0-r) \times 100$ の値 (写真半径を 1 とした) である。

この誤差は総合値であり, 直径 10 cm 程度の写真上で最大 0.5 mm 以下のものである。この装置の反射鏡面は旋盤によって製作され, 誤差の方位に基づく差は小さいものと考えられる。このことは 図—16 (a), (b) に記入した水平直線の理論射影を示す点線が影像とよく一致していることから推察される。図—17 は建物 (W), (S), (E) について総合した凹面反射鏡による試作装置の総合精度の概要を示すものである。図中の横軸は高度を, 縦軸はこれに対応する射影半径 (高度 0° の射影半径を 1 とする) を示す。記入の実曲線は各高度に対する理論射影半径値をプロットしたものであり, 記入の黒点は写真上の点の射影半径を示す。各黒点は曲線によく密接しており, この試作装置の総合精度は実用上十分といえよう。

(2) 凸面反射鏡による撮影装置の誤差 凹面反射鏡による場合と同様に I, II 两点において, 凸面反射鏡による試験撮影を行なって得た写真を 図—18 (a), (b) に示す。表—2 は 表—1 と同様にして写真上で求められた総合誤差の建物 (W) に関するものである。この場合も, 表中の誤差 $\epsilon(\%)$ は $\epsilon=(r_0-r) \times 100$ の値 (写真半径を 1 とする) である。

図—19 は建物 (W), (S), (E) に対する検討結果を総合して凸面反射鏡による試作撮影装置の総合精度の概要を示したものである。以上から, 試作装置の誤差は最大 2% 以下と認められ実用上, 十分であるといえよう。

3. 等立体角射影写真の応用

[1] 立体角 等立体角射影形式の写真上に単位円の等面積分割図^{注8}を重ねることにより, 室内から眺める

(a) 試験撮影点 I

(b) 試験撮影点 II

図一18 凸面反射鏡による撮影結果

表一2 建物(W)の写真上の誤差等(凸面反射鏡)

試験 撮影点	点名	(1) 高度 h°	(2) 理論射影 半径 r ₀	(3) 写真射影 半径 r	(4) 誤差 (%) $E=100(r_0 - r)$
I	W1	68 31	0.2636	0.2667	-0.31
	W2	66 28	0.2884	0.2800	0.84
	W3	66 23	0.3257	0.3133	1.24
	W4	62 50	0.3321	0.3200	1.21
	W5	62 26	0.3370	0.3247	1.23
	W6	61 52	0.3437	0.3333	1.04
	W7	61 06	0.3528	0.3400	1.28
	W8	59 07	0.3765	0.3667	0.98
	W9	53 27	0.4435	0.4300	1.35
	W10	52 32	0.4542	0.4400	1.42
	W11	51 26	0.4670	0.4533	1.37
	W12	47 02	0.5179	0.5000	1.79
II	W11	79 52	0.1248	0.1141	1.08
	W12	78 13	0.1452	0.1376	0.76

図一19 凸面反射鏡による試作撮影装置の精度

(a) 凹面鏡 (鉛直位置撮影)

(b) 凸面鏡 (水平位置撮影)

図一20 等立体角射影写真による立体角の算定例

開口部、天空部あるいは視障害物の立体角を知ることができる。図一20 (a) は室内から鉛直位置で窓面に平行に装置をセットして撮影した写真(凹面反射鏡)である。これに単位円の等面積分割図を重ねて開口部 ABCD または天空部の占める区画数を数えると、それぞれの立体角を知ることができる。その結果は単位円の全区画数 $N=5000$ 、開口部 ABCD 部の区画数 $n=631$ であるから注9、

$$\text{立体角 } \omega_{(ABCD)} = 2\pi \left(\frac{631}{5000} \right) = 0.79 \text{ sr}$$

天空部の区画数 $n=181$

$$\text{立体角 } \omega_{(\text{天空})} = 2\pi \left(\frac{181}{5000} \right) = 0.23 \text{ sr}$$

となる。

図一20 (b) は水平位置に装置をセットして、撮影した写真に単位円の等面積分割図を重ねたものである。図一20 (a) の場合と同様に、天空部の区画数 $n=3857$ から

$$\text{立体角 } \omega_{(\text{天空})} = 2\pi \left(\frac{3857}{5000} \right) = 4.85 \text{ sr}$$

である。

図-21 等立体角射影写真による天空率の算定例
(凸面鏡, 水平位置撮影)

図-22 等立体角射影写真による日照期待時間の算定例
(凹面鏡, 水平位置撮影)

図-23 円形チャート (高度方位角は度数で示す)

[2] 天空率 (立体角投射率) 正射影形式の全天空の射影図は面積と天空率とが比例することは等立体角射影図と立体角との関係と同じである。ゆえに, 単位円を半径と同心円で等面積に区画した図^{注8}を天空率を求める図と考え, 各同心円に対応する天球面上の水平円の高

図-24 (a) 等立体角射影写真 (凹面鏡) と水平直線の等立体角射影図の合成図

図-24 (b) 図-24 (a) からの作図結果

図-24 (c) 図-24 (b) における W1, W1' の作図

度を求めて、等立体角射影の理論式^{注7}により射影半径を求めて、これによって同心円を描けば、これと区画半径とがつくる網目の各区画はそれぞれ等しい天空率に対応する。その場合、区画総数が N であれば 1 区画に相当する天空率は $100/N\%$ である。

図—21 は以上のように区画した網目図^{注10}を等立体角射影形式の写真に重ねた例である。図中の網目の 1 区画は 0.02% 、図右半部における 1 点は 0.04% に相当する。この図の天空部にふくまれる区画数は 4266 であり、天空率は

$$\text{天空率} = 4266 \times 0.02 = 85.3\%$$

となる。

[3] 可照時間 代表的な日の各時刻における太陽の高度、方位角から、それらの等立体角射影点位置を求めることによって容易に等立体角射影形式の太陽軌道図を作ることができる^{注11}。図—22 は等立体角射影写真に等立体角射影形式の太陽軌道図（北緯 35° ）を重ねたものであり、点曲線の右肩の数値は太陽の赤緯で、SS：夏至、WS：冬至を示す。破曲線は 30 分毎の時刻線で数値は真太陽時を示す。これから撮影点において冬至の日には 8 時間 40 分、二分の日には 9 時間 30 分、夏至の日には 10 時間 40 分程度の日照が晴天時に期待できる。

[4] 略立図面の作図 等立体角射影形式で撮影された写真上に 図—23 を重ねることにより写真上の各点の高度、方位角を知ることができる。

写真が建物を写したものであれば、水平直線の等立体角射影図^{注12}を重ねることによって、その建物を構成する水平直線の直視高度、鉛直線の方位を知ることができる。以上の結果から基準となる水平距離または高さを測って、それに準拠して、撮影された建物の略図を作ることができる。

図—24 (b) は 図—24 (a)^{注13}からの作図で、図 (a) の撮影点の位置は 図—15 における撮影点 I である。図 (b) 中の水平距離 $D_1=6.59\text{ m}$ 、 $D_2=8.96\text{ m}$ を測って、これらに準拠して作図を行なった。

例えば、図—24 (a) の $W1'$ 点を通る水平線の直視高度の正接値は 0.35 、 0.52 である。これらと D_1 とから 図—24 (c) のようにして $W1$ 、 $W1'$ を定める。以下類似の手法に従って 図—24 (b) を作図する。

結 語

等立体角射影の反射映像を得るための鏡面を決定し、これによる撮影装置を試作した。撮影精度の検討などを行なって、これが実用上十分であることを認めた。

凹面反射鏡装置では SI、SII のうち、鏡面製作の便宜上、SI 曲面を採用しており、そのため空間の各点の方位に 180° プラスされた位置に映像を生じる (SII で

はそのことは起らない)。そのために焼付写真を使用する場合、写真の方位について留意が必要である（焼付に際して、いわゆる裏焼きを行なえば、写真の方位は正常となる）。

凸面反射鏡装置では、集光筒レンズの性能に原因があると考えられる低高度部分、特に負高度部分の解像力の低下など、若干の改良すべき点が試験撮影において見いだされた。

なお前論文^{注14}で決定した各種の反射鏡面を製作中であり、これらにより撮影装置については別の機会に述べたい。

【注】

注 1 文献 (3), (4) 参照

注 2 文献 (3) 参照

注 3 機械構造用炭素鋼 S45C を使用した。

注 4 径 0.8 、 1.0 、 1.2 mm の 3 種をつくり試写の結果は大差がなく、 0.8 mm がフィルム上での比較において、わずかに解像力がまさっていることが見うけられた。

注 5 文献 (4) 参照

注 6 ピンホール部の設計 (図—5 参照) から、穿孔半径を 5.0 mm 程度に縮小することも可能で、その場合は 8.1° 程度となる。

注 7 高度を h として、 $r_0 = \cos h/2 - \sin h/2$ の計算値

注 8 文献 (1), (p77, 図—14 参照)

注 9 $\omega = 2\pi(n/N)$ による。

注 10 文献 (5) (p104, 図—8 参照)

注 11 文献 (5) (p105, 図—11 参照)

注 12 文献 (1) (p76, 図—11 参照) これには鉛直線方位も記入してある。

注 13 この図は鉛直位置での撮影写真に文献 (1) (p76, 図—11 参照) の水平線の等立体角射影図 (正接値表示) を重ねて作った図である。

注 14 文献 (3), (4) 参照

【文 献】

- 1) 西, 小島他: 一般形態の立体角の図上計算について (等立体角写像の応用研究 その1), 日本建築学会論文報告集・第228号・昭和50年2月
- 2) 西, 小島他: 幾何学的に簡単な形態の立体角の計算 (等立体角写像の応用研究 その2), 日本建築学会論文報告集・第229号・昭和50年3月
- 3) 西, 小島他: 等立体角射影方式等のピンホールカメラの反射鏡曲面解析 (等立体角射影等の応用研究 その3), 日本建築学会論文報告集・第234号・昭和50年8月
- 4) 西, 中村他: 凸曲面鏡の平行反射光線による映像の研究 (等立体角射影等の応用研究 その4), 日本建築学会論文報告集・第239号・昭和51年1月
- 5) 西, 小島他: 等立体角写像図の応用 (等立体角写像の応用研究 その1), 日本建築学会東海支部研究報告, 昭和51年2月
- 6) 西, 小島他: 等立体角射影型撮影装置の試作 その1. (凹面反射鏡による)・日本建築学会東海支部研究報告, 昭和51年1月
- 7) 西, 中村他: 等立体角射影型撮影装置の試作 その2. (凸面反射鏡による)・日本建築学会東海支部研究報告, 昭和51年1月

SYNOPSIS

U.D.C. 628.9

TRIAL DEVICES FOR PHOTOGRAPHING WHOLE SKY IN THE FORM OF EQUI-SOLID ANGLE PROJECTION

by YASUO NISHI, Assoc. Prof. of Meizyo Univ.; TAKEO KOZIMA,
Prof. of Meizyo Univ.; HIROSHI NAKAMURA, Assoc. Prof. of
Nagoya Inst. of Technology; SYUNTARO HIGA, Assoc. Prof. of
Aichi Inst. of Technology; MASATO OKI, Lecturer of Meizyo
Univ.; SYUNZI OKAMOTO, Assist. of Nagoya Univ. (They are all
the members of A.I.J.)

In former issues of the transactions of A.I.J., the authors of this paper reported their studies on the shapes of the reflecting mirrors which are able to give images in equi-solid angle projection form and in some other forms.

They made out two trial apparatuses of equi-solid angle projection type with a concave reflecting mirror and a convex one and made test photographing. The authors examined the pictures got and reached the conclusion that their trial apparatuses are both sufficient for practical purposes.