

¡Construyamos un **modelo en papel** de una de las **antenas de ALMA**!

¿Qué es ALMA?

ALMA, el Atacama Large Millimeter/submillimeter Array, es un radiotelescopio actualmente en construcción en el llano de Chajnantor, a 5.000 metros de altura en la cordillera de los Andes, cerca de San Pedro de Atacama, en el norte de Chile. ALMA constará de 66 antenas de alta precisión, cuando esté construido a fines de 2013. La mayor parte de las antenas tendrá 12 metros de diámetro y operarán coordinadamente como un único telescopio gigante que, en su configuración más amplia, será equivalente a un telescopio de 16 kilómetros de diámetro.

Con ALMA, los astrónomos estudiarán el Universo frío: el gas molecular y los minúsculos granos de polvo con los que están formadas las estrellas, los sistemas planetarios, las galaxias y la vida misma.

El telescopio está siendo construido gracias a una colaboración internacional entre Europa, Norteamérica y Asia del Este, en cooperación con la República de Chile. La construcción y operación de ALMA son lideradas por parte de Europa por el Observatorio Europeo Austral (ESO), por parte de Asia del Este por el Observatorio Astronómico Nacional de Japón (NAOJ) y por parte de Norteamérica por el Observatorio Radioastronómico Nacional (NRAO) de Estados Unidos, el cual es manejado por Associated Universities, Inc. (AUI).

Let's build a **paper model** of one of the **ALMA antennas**!

What is ALMA?

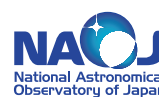
ALMA, the Atacama Large Millimeter/submillimeter Array, is a radio telescope now under construction on the Chajnantor Plateau at an altitude of 5,000 meters in the Chilean Andes. The site is located near the town of San Pedro de Atacama in northern Chile. ALMA will have 66 high-precision antennas when construction is completed at the end of 2013. Most of the antennas are 12 meters in diameter and function together like a single giant telescope which, in its wider configuration, will be equivalent to one telescope 16 kilometers in diameter.

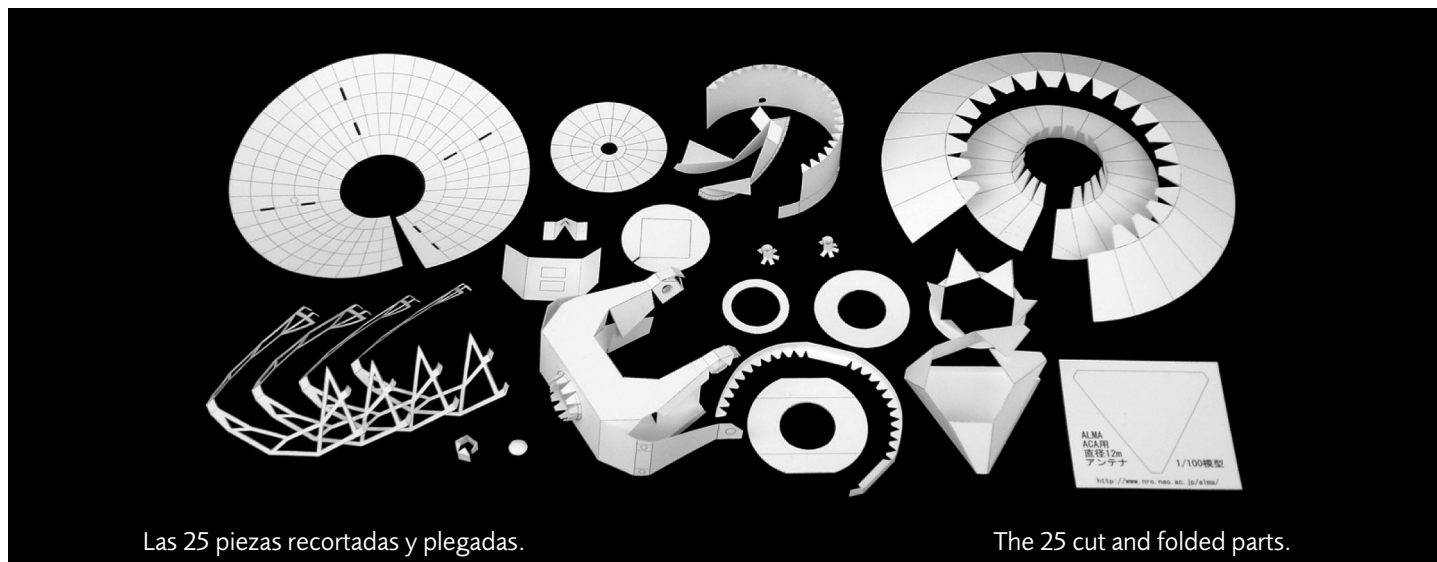
Astronomers use ALMA to study the cold Universe: the molecular gas and tiny grains of dust that make up stars, planetary systems, galaxies and life itself.

Construction of the telescope is made possible through an international collaboration between Europe, North America and East Asia, in cooperation with the Republic of Chile. ALMA construction and operations are led by the European Organisation for Astronomical Research in the Southern Hemisphere (ESO), the National Astronomical Observatory of Japan (NAOJ) and the National Radio Astronomy Observatory of North America, which is managed by Associated Universities, Inc. (AUI).



Atacama Large Millimeter/submillimeter Array





Las 25 piezas recortadas y plegadas.

The 25 cut and folded parts.

MATERIALES REQUERIDOS: sólo pegamento

MATERIALS NEEDED: just glue

Separa las 25 piezas pre-picadas de cada hoja. Dobla hacia arriba aquellas que tengan líneas de dos puntos (--- - - ---) y hacia abajo las con línea discontinua (- - -).

1

Separate the 25 pre-cut parts from each sheet. Make a mountain fold along parts that have two-dot chain lines (--- - - ---) and valley folds on the dashed lines (- - -).

Sub-reflector: Haz una caja pequeña con el mecanismo de transmisión del sub-reflector [1-(3)]. Presiona el sub-reflector [1-(1)] con la parte trasera de un lápiz formando una media esfera y pégalo a la tapa del mecanismo de transmisión del sub-reflector [1-(3)]. Pega los cuadrúpedos [1-(4),(5),(6),(7)] a cada lado del mecanismo de transmisión del sub-reflector para hacer una estructura como torre.

2

Subreflector: Create a small box with the subreflector driving mechanism [1-(3)]. Press the subreflector [1-(1)] with the back of a pen to form a half-sphere and glue it to the top of the subreflector driving mechanism [1-(3)]. Glue the quadripods [1-(4), (5), (6), (7)] to each side of the subreflector driving mechanism to make a tower-like structure.

Reflector principal: Pega ambos extremos del reflector principal (exterior) [1-(2)] junto con el lado impreso hacia arriba para formar un plato hondo. Une el reflector principal (interior) [2-(4)] al centro del reflector (exterior). Inserta los extremos de los cuadrúpedos en las 8 ranuras del reflector principal (exterior) y pégalas en la cara trasera.

3

Main reflector: Glue both ends of the main reflector (outer) [1-(2)] together with the printed side up to form a bowl. Glue the main reflector (inner) [2-(4)] to the center of the reflector (outer). Insert the ends of the quadripods in the 8 slots of the main reflector (outer) and glue them to the back side.

Quitasol: Pega ambos extremos del quitasol exterior [2-(8)] con el lado impreso hacia arriba, y construye el quitasol interior [2-(7)] de la misma manera. Aplica pegamento a las lengüetas triangulares del quitasol exterior, y coloca el quitasol interior sobre ellas.

4

Sunshade: Glue together both ends of the outer sunshade [2-(8)] with the printed side up and build the inner sunshade [2-(7)] the same way. Apply glue to the triangular flaps of the outer sunshade and place the inner sunshade on them.

Cabina del receptor: Dobla el engranaje de elevación [2-(3)] por la mitad. Une con pegamento ambas partes excepto los cuadrados y triángulos que se forman al plegarlo. Coloca los triángulos del engranaje de elevación en la cabina del receptor (piso) [2-(2)]. Inserta el engranaje en el corte de la cabina del receptor (piso), y pega los triángulos junto con el cuadrado dibujado en el piso de la cabina. Enrolla la cabina del receptor (de lado) [2-(1)] y pega sus lengüetas triangulares a la cabina del receptor (piso). Asegúrate que el engranaje esté intercalado por ambos extremos de la cabina del receptor (de lado), éste debe estar al frente. Enrolla los ejes de elevación [2-(5),(6)] e insértalos en los agujeros pequeños en el lado de la cabina del receptor. Pega sus lengüetas al interior de la cabina.

5

Receiver cabin: Fold the elevation gear [2-(3)] in half. Glue both parts together, except for the squares and triangles formed by the fold. Place the elevation gear triangles on the receiver cabin (floor) [2-(2)]. Insert the gear into the slit of the receiver cabin (floor) and glue the triangles to the square drawn on the cabin floor. Roll up the receiver cabin (sideways) [2-(1)] and glue the triangular flaps to the receiver cabin (floor). Make sure that the gear is between both ends of the receiver cabin (sideways), with the gear in front. Roll up the elevation axes [2-(5), (6)] and insert them in the small holes on the side of the receiver cabin. Glue the flaps to the inside of the cabin.

Pedestal: El triángulo más grande del pedestal [3-(2)] será la base. Pega el resto de las piezas junto al triángulo. Coloca el rodamiento de acimut del pedestal [3-(7)] sobre el pedestal [3-(2)], y pega sus lengüetas triangulares al interior del pedestal.

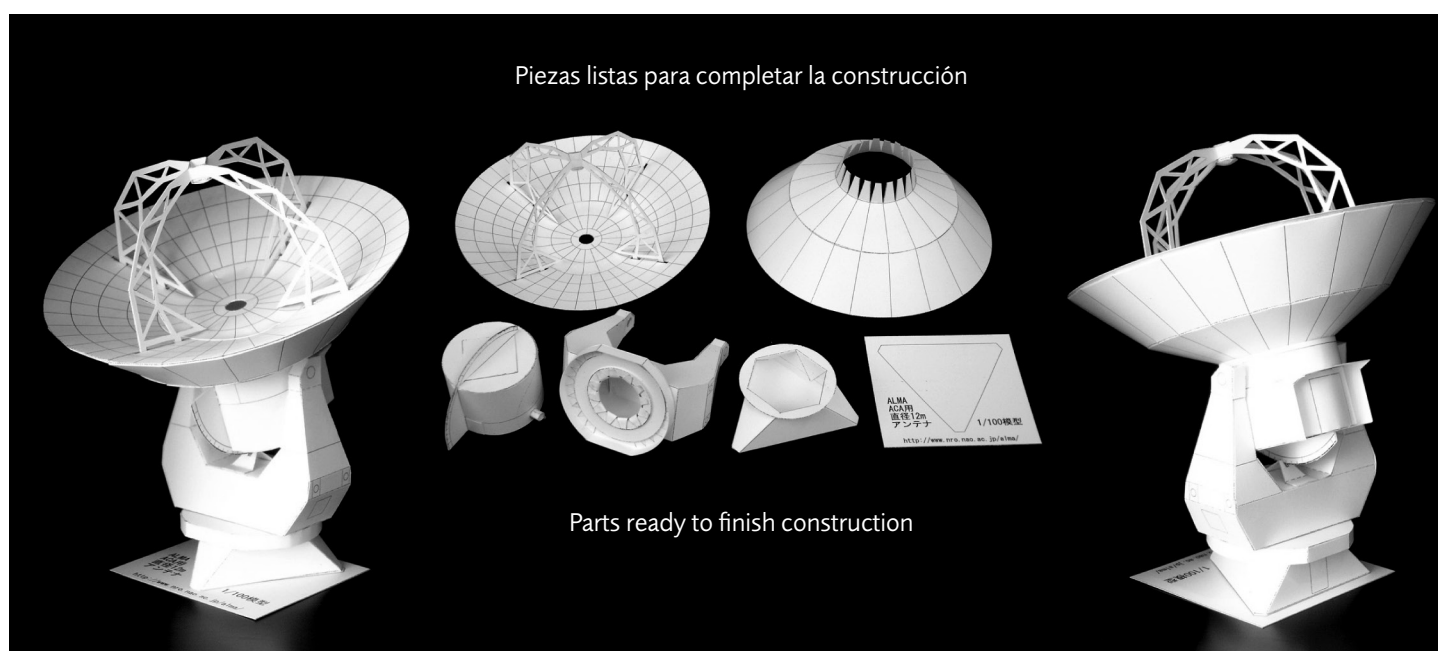
6

Pedestal: The largest triangle of the pedestal [3-(2)] is the base. Glue the rest of the pieces along with the triangle. Place the azimuth bearing [3-(7)] on the pedestal [3-(2)] and glue the triangular flaps to the inside of the pedestal.

Yugo: Construye el yugo [3-(6)] en una forma de "U". Levanta el centro de la transmisión de elevación [3-(5)] para crear un triángulo estereoscópico. Colócalo en el centro de la pared interior del yugo [3-(3)] y pégalo. Pega la pared interna en el centro del yugo con forma de "U". Haz un círculo con la cubierta de la caja del rodamiento de acimut [3-(4)] y pégalo en la parte posterior de la caja del rodamiento de acimut [1-(8)]. Pega la caja del rodamiento de acimut a la parte inferior del yugo (no pegues todavía las lengüetas triangulares del yugo). Coloca el rodamiento 1 [1-(9)] en la parte posterior de la caja, y empuja las lengüetas triangulares a través del agujero. Coloca el rodamiento 2 [1-(10)] de la misma manera. Pega las lengüetas triangulares del yugo al rodamiento 2 de modo que el rodamiento 1 se pueda mover libremente.

7

Yoke: Build the yoke [3-(6)] in the shape of a U. Lift the center of the elevation drive [3-(5)] to create a stereoscopic triangle. Place it in the center of the inner wall of the yoke [3-(3)] and glue it. Glue the inner wall in the center of the U-shaped yoke. Make a circle with the cover of the azimuth bearing housing [3-(4)] and glue it to the backside of the housing [1-(8)]. Glue the azimuth bearing housing to the bottom of the yoke (do not glue the triangular flaps of the yoke yet). Place bearing 1 [1-(9)] on the backside of the housing and push the triangular flaps through the hole. Place bearing 2 [1-(10)] in the same way. Glue the triangular flaps of the yoke to bearing 2 so that bearing 1 can move freely.



Montaje: Inserta los ejes de elevación [2-(5)(6)] de la cabina del receptor en los agujeros del yugo, con la saliente del engranaje de elevación mirando hacia el frente, el cual es identificado por los recortes en la parte superior del yugo. Fija el engranaje en el corte de la transmisión de elevación. Pega cuidadosamente el rodamiento de acimut del pedestal [3-(7)] al rodamiento 1 [1-(9)] sin pegar el rodamiento 2 [1-(10)], y comprueba que el pedestal y el yugo se mueven suavemente. Entonces, coloca el quitasol en la cabina del receptor fijando la junta del quitasol exterior sobre el engranaje de elevación. Aplica pegamento al quitasol exterior y coloca el reflector principal en ella, asegurándote que el cuadrúpedo esté en forma de cruz, que un pequeño agujero para el telescopio guía (un círculo pequeño en el reflector principal) esté en el lado izquierdo, y que las juntas del reflector principal y del quitasol exterior estén empajadas.

8

Assembly: Insert the elevation axes [2-(5)(6)] of the receiver cabin in the yoke holes with the projection of the elevation gear facing the front. The front is indicated by the cutouts on the top of the yoke. Fit the gear into the slit of the elevation drive. Carefully glue the azimuth bearing of the pedestal [3-(7)] to bearing 1 [1-(9)] without glueing bearing 2 [1-(10)] and check that the pedestal and yoke move smoothly. Then place the sunshade on the receiver cabin, placing the seam of the outer sunshade on the elevation gear. Apply glue to the outer sunshade and place the main reflector on it, making sure that the quadripod is in the shape of a cross, that a small hole for the pointing telescope (a small circle in the main reflector) is on the left side and that the seams of the main reflector and the outer sunshade are matched.

Finally, place the antenna on the foundation [3-(1)].

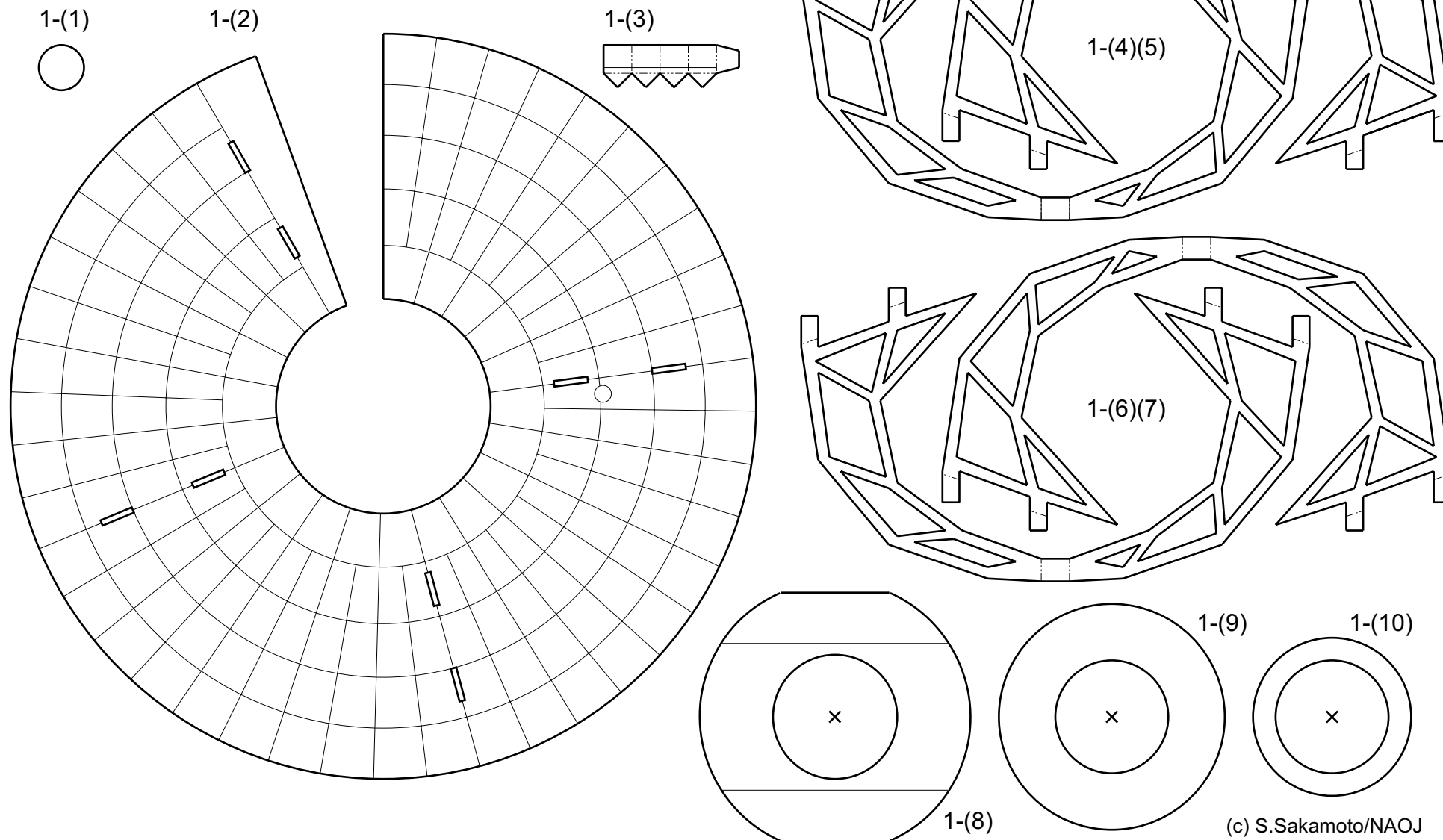
Finalmente, coloca la antena en la fundación [3-(1)].

You should now have a finished model as shown in the picture.

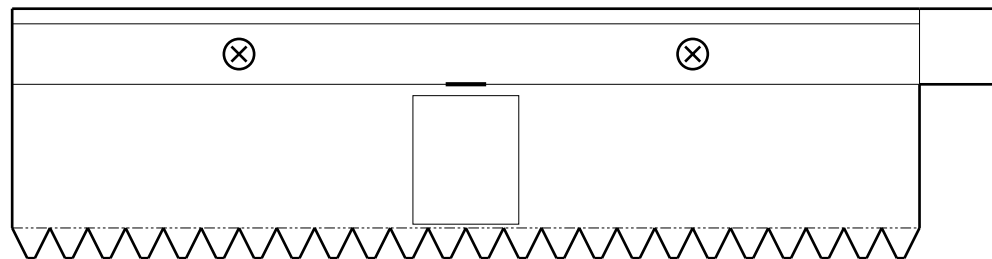
Ahora, deberías tener un modelo terminado como se muestra en el dibujo. ¡Felicitaciones!

Congratulations!

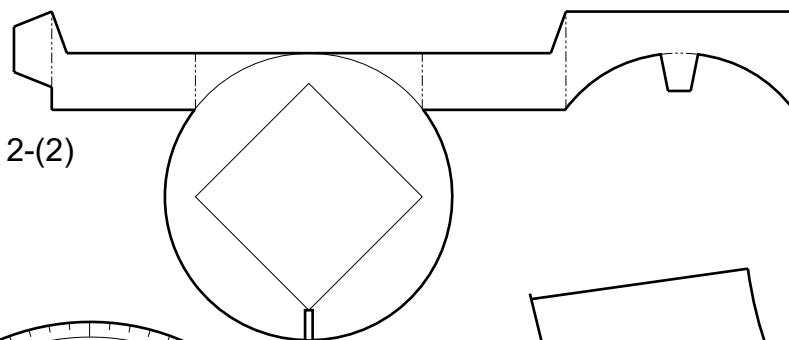
Let's build a paper model of ALMA 12m antenna



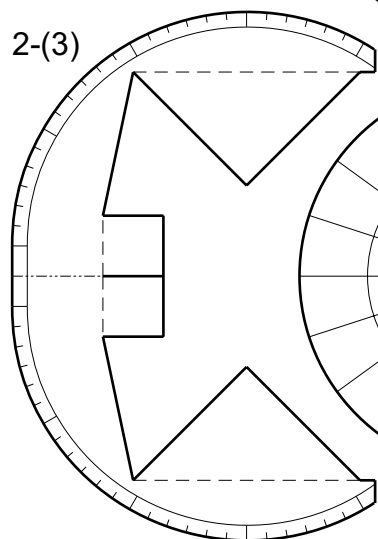
Let's build a paper model of ALMA 12m antenna



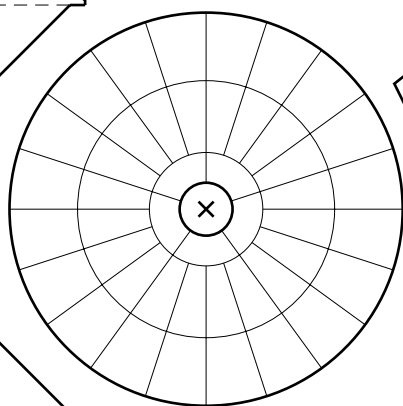
2-(1)



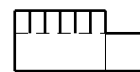
2-(2)



2-(3)



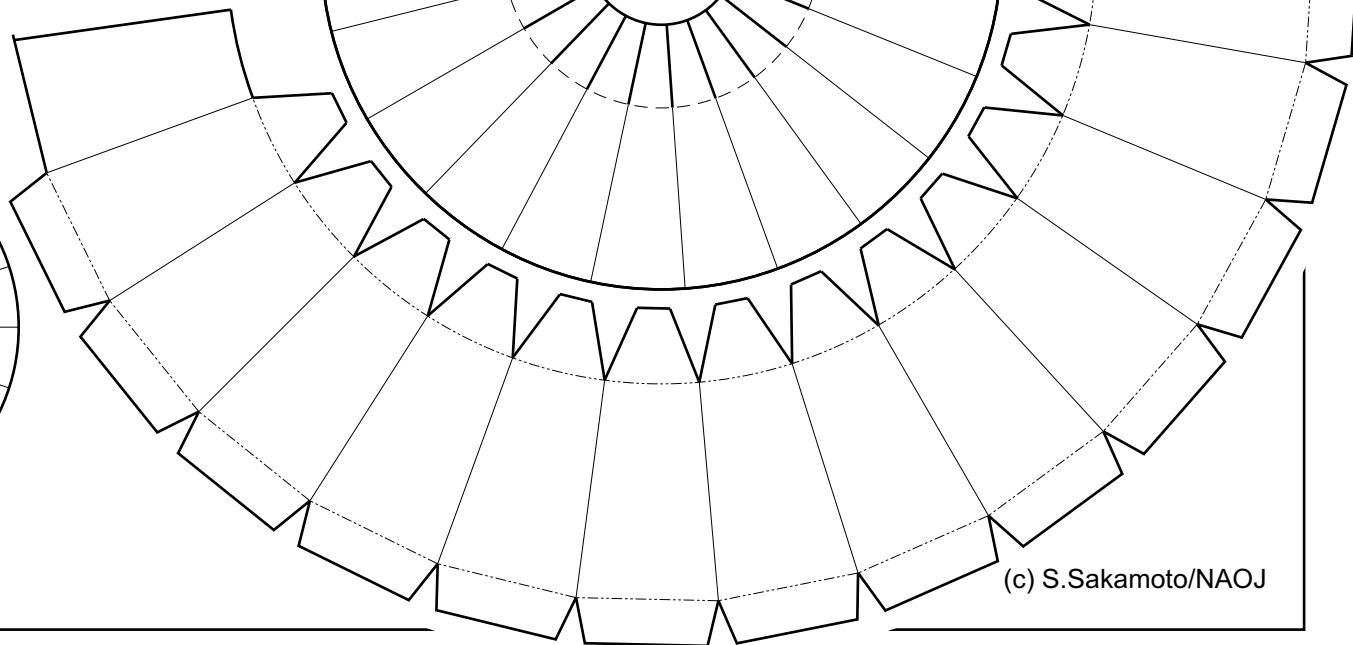
2-(4)



2-(5)(6)



2-(7)

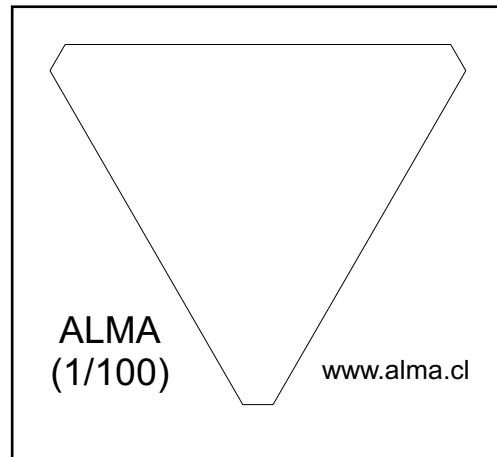


2-(8)

(c) S.Sakamoto/NAOJ

Let's build a paper model of

ALMA 12m antenna



3-(1)

3-(5)

3-(4)

3-(7)

3-(2)

3-(6)

3-(3)

Download more than 10
other telescope models from:
www.nro.nao.ac.jp/alma/

(c) S.Sakamoto/NAOJ