

トモエゴゼンによる超小型衛星てるてる【仮】 のフォローアップ観測



東京大学木曽観測所 高橋英則、衣笠健三

長野県駒ヶ根工業高校 林厚志、宇宙航空研究グループ

工房大倉 大倉正治

北海道科学大学 三橋龍一、芳賀和輝

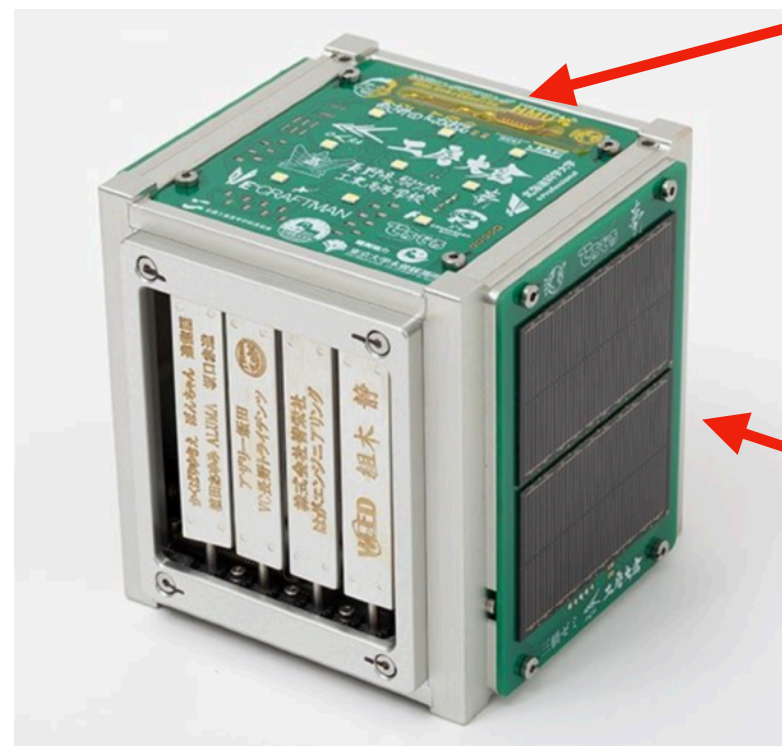
NASA Canberra Deep Space Communication Complex 堀内真司

HMU-SAT2 : てるてるとは？

- 長野県駒ヶ根工業高校機械科が中心となって製作された超小型人工衛星
- 地元（長野県）の先端技術を活用
- 搭載されたLEDを発光させて、モールス信号化されたメッセージを宇宙から配信

1Uサイズ（10cmキューブ）

搭載された地磁気センサーで
常に発光面が地球を向くよう
になっている



発光面：
9個のLEDが高輝度で発光

太陽電池パネル（3面）

- 製作協力：工房大倉（松川村）
- 衛星開発技術指導・統括責任：北海道科学大学
- 観測協力：木曽観測所、石垣島天文台、りくべつ銀河の森天文台、豪ストロム口天文台、他
- 命名：長野県長野高校 中村真奈さん（当時高校2年生）

HMU-SAT2 : てるてるとは？



人は、誰かを想い、何かを伝えたい時、どんな方法を生み出してきたでしょう？

てるてるの目的

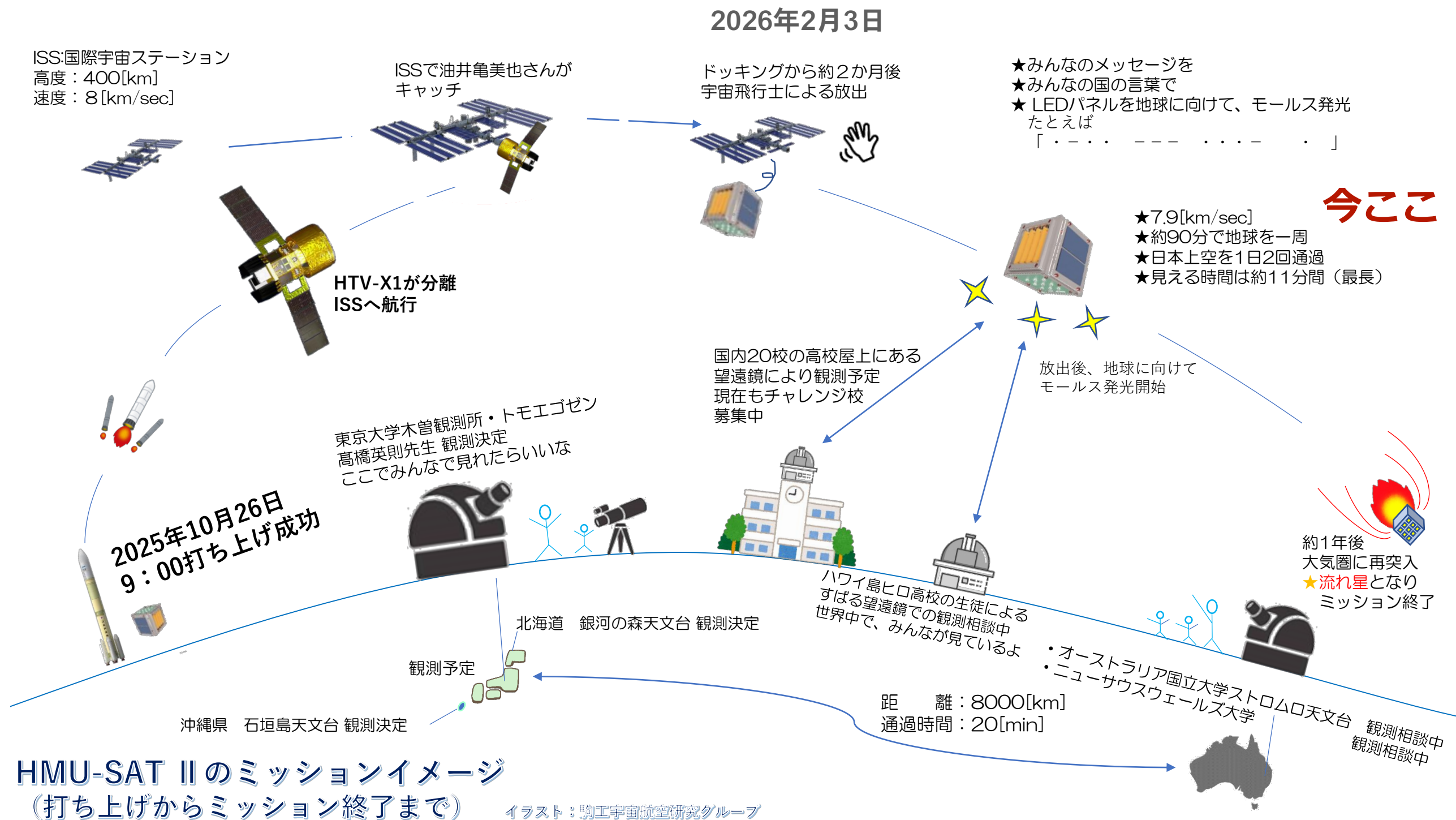
技術的なところ

- 
- ・衛星自体の製作（メカニカルな部分や発光システムの開発。モールス信号作成。）
 - ・打ち上げ機への搭載
 - ・宇宙への放出
 - ・地球周回軌道での本体の確認
 - ・LED発光の確認
 - ・モールス信号の読みとり

社会貢献

- ・（地元）企業との協力体制。
- ・若い世代のスキルアップ。
- ・開発や観測チャレンジによって、子どもたちに科学への興味を持ってもらう。
- ・天文台へ行き、望遠鏡で星空を眺めてもらうきっかけをつくる。

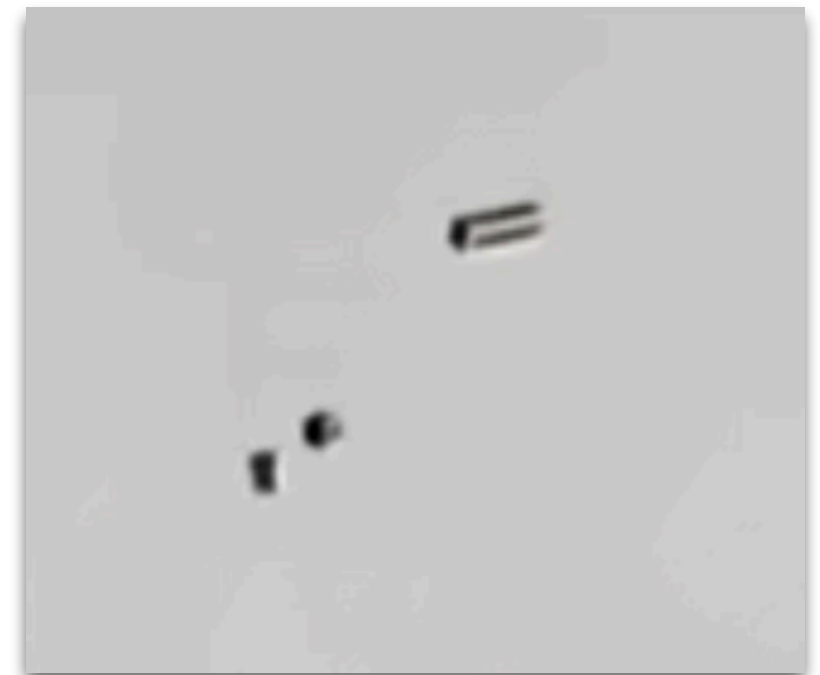
ミッションの流れ



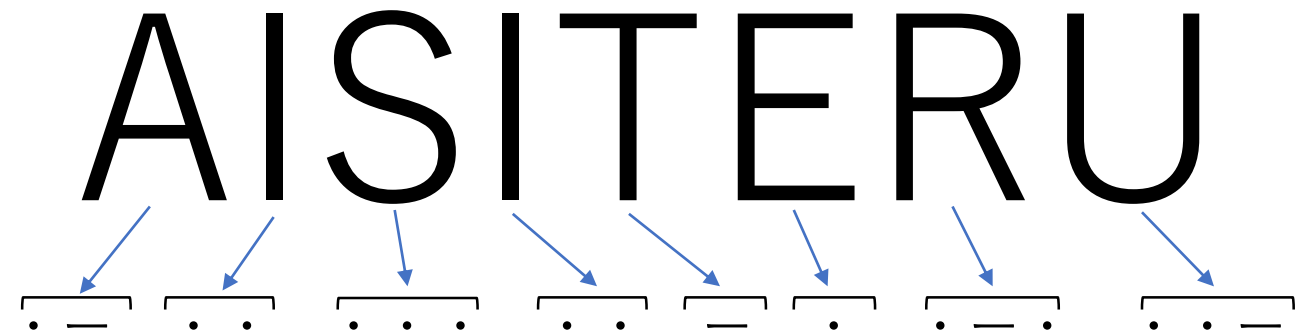
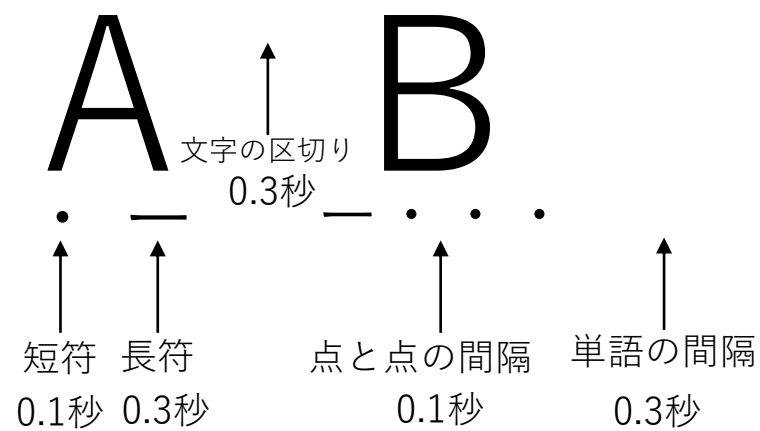
ミッションの流れ



2026年2月3日
ISSからの放出



どんなメッセージ？



文字	モールス符号
A	・－
B	－・・・
C	－・－・
D	－・・・
E	・
F	・・・－
G	－－・
H	・・・
I	・・
J	・－－－－
K	－・－
L	・－・・・
M	－－

文字	モールス符号
N	－・
O	－－－
P	・－－・
Q	－－・－
R	・－・
S	・・・
T	－
U	・・－
V	・・・－
W	・－－
X	－・・・
Y	－・－－
Z	－－・・・

文字	モールス符号
0	－－－－－
1	・－－－－
2	・・・－
3	・・・・－
4	・・・・－
5	・・・・
6	－・・・・
7	－－・・・・
8	－－－・・・
9	－－－－・

AISITERU I LOVE YOU

0.3秒 1秒 1秒

この間隔で、発光しています★

豆知識

アルファベットの「E」はよく使われるので「・」
みなさんもチャレンジしてみてください。



モールス変換サイト

どんなメッセージ？

あいさつ

天文台

観測チャレンジ校

個別メッセージ

夢はかなう…

超小型人工衛星「てるてる」から地球に届くメッセージ				
No.	モールスメッセージ		メッセージをいただいた方々	備考
放出後10秒ののち、発光開始 以降2周目からのインターバルは無し				
1	あいさつ	KONNICHIWA	こんにちは	日本語
2		HELLO		英語
3		MAAKYE		ガーナ語
4		KONBANWA		日本語
5		GOOD EVENING	こんばんは	英語
6		ARIGATOU		日本語
7		THANK YOU		英語
8		MEDAASE		ガーナ語
9		AITAINA	会いたいな	日本語
10		I MISS YOU		英語
11		MAFE WO PAA		ガーナ語
12		ASITERU		日本語
13		I LOVE YOU	愛してる	英語
14		ME DO WO		ガーナ語
3秒				
15	天文台	KISO OBSERVATORY U-TOKYO	東京大学木曾観測所	
16		ISHIGAKIJIMA ASTRONOMICALOBSERVATORY	石垣島天文台	
17		GINGANOMORI OBSERVATORY	銀河の森天文台	
18		SUBARU TELESCOPE	すばる望遠鏡	
3秒				
19	観測チャレンジ校	SAPPORO THS	札幌工業高校	
20		TECHNOLOGYDEMIRAIWOTSUKURU HITOZUKURI	テクノロジーで未来を創る 人づくり	
21		HACHINOHEKODAIHUZOKUDAIICHI HS	八戸工大第一高校	
22		YONEZAWAKOJOKAN HS	山形県立米沢興譲館高校	
23		NAGAOKA HS	新潟県立長岡高校	
24		NANAO HS	長野県飯山高校	
25		IYAMA HS	石川県立七尾高校	
26		NAGANO HS	長野県長野高校	
27		NOZAWA MINAMI HS	長野県野沢南高校	
28		MATSUSYO GAKUEN	長野県松南学園高校	
29		KOMAGANE THS	長野県駒ヶ根工業高校	
30		MONOZUKURIWOTOSHITAHITOZUKURI	ものづくりを通じた人づくり	
31		SCIENCE TOKYO HS	東京科学大附属高校	
32		KISO SEIHO HS	長野県木曾青峰高校	
33		IIDA HS	長野県飯田高校	
34		IZU SOGO HS	静岡県伊豆総合高校	
35		MEIJO HS	名城大学附属高校	
36		MAIKO HS	兵庫県立舞子高校	
37		ISE HS	三重県立伊勢高校	
38		KUNISAKI HS	大分県立国東高校	
39		TOSAJUKU HS	高知県土佐塾高校	
40		KINKOWAN HS	鹿児島県立錦江湾高校	
41		YAEYAMA HS	沖縄県立八重山高校	
42		NISHIMINOWA JHS	長野県伊那市立西箕輪中学校	
43		ALOHA MAI KAKOU FROM HILO HIGH SCHOOL HAWAII	アメリカ合衆国 ハワイ州 ハワイ島 ヒロ高校	
3秒				
44	個別メッセージ	NAOMICHIWA JUNTOKUMIKONO TAKARAMONO	なomicひは じゅんとくみこの たからもの	
45		HOSHIKARI KAWARANUKIZUNATASHIKAMERU	星明かり 変わらぬ絆 確かめる	
46		YUMENOHAKO HIKARITONATTE FURISOSOG	夢の箱 光となって ふり注げ	
47		TANOSIIWO TADAYARUDAKEYO HAJIKEYOU	楽しいを ただやるだけよ 弾けよう	
48		YUMEIPPAI ONAKAIPPAI TABETAINA	夢いっぱい おなかいっぱい 食べたいな	
49		JU-JU-JU-BY MONETAN	ジュージュージュ by モネたん	
50		MINANOYUME TAKUSANNOSETE TOBUYATOB	みなゆめ たくさんのせて とぶやとぶ	
51		WE ARE YOSUKE SUZUE MOMOE FROM JAPAN	We are Yousuke, Suzue, Momoe from Japan	
52		ANATAWA ZETTAI DAJOUBU	あなたは 絶対 大丈夫	
53		MITEIRUYO SORAKARAE-RU GANBARE-	見ているよ 宙からエール がんばれー	
54		KOKISUGITE SYOGAINOTOMOTO YUKINOFUJI	古希過ぎて 生涯の友と 雪の富士	
55		HIKARUHAKO NEGAIWOKANAERU SATERAITO	光る箱 願いを叶える サテライト	
56		AOIHOSHI WARERAWAHITOTU CHIKYUJIN	青い星 われらはひとつ 地球人	
57		SIKKOKUNO KANATAMITUKERU YUMEHIKARI	漆黑の 彼方見つける 夢ひかり	
58		SUBARASHII MAINICHIWOARIGATO NEKO	すばらしい まいにちをありがとう ねこ	
59		AYAKA MITSUKI MASATO YOSHIE KAZUHIDEDA	あやか みつき まさとし ましえ かずひでだ	
60		HOSHIBOSHITO SORANIUKABERU YUMENOFUNE	星々と 宙に浮かべる 夢の船	
61		SEKAIICHI UTSUKUSHII SAKANAWA AYUDEARU	世界一 美しい魚は 鮎である	
62		YUMENOSETE SORATOMIRAIWO TSUNAGUMATSUKAWA	夢のせて 空と未来を 繋ぐまつかわ	
63		AMAKAKERU KOMANOKISEKIYA MINAAGU	天翔る 駒の軌跡や みなあおぐ	
64		BYU-ERUDE TSUNAGUKOKOROIKI	ビューエルで つなぐ こころいき	
65		OSHINAGAKI TSUMATONOUTAGE AKINOYOI	おしながき つまとうたげ あきのよい	
66		3284 3284 3284 3284 3284 3284	3284 3284 3284 3284 3284 3284	
67		TERUTERUYA KAMINOHIKARU YUMENOFUNE	てるてるや かみのひかりが ほしとなり	
68		KONOHIKARI MIRAINOKIMINO MICHISHIRUBE	このひかり みらいのきみの みちしるべ	
69		UTYUKARA KUNOOKURARETE KUKAIKANA	うちゅうから くのおくられて くかいかな	
70		MITEMASUYO SORANOTHIARA APPARENE	ミテマスヨ 宇宙のティアラ あっばれね	
71		KIMIYASAN SORAENOYUMEWO ARIGATO	きみやさん 宇宙へのゆめを ありがとう	川上村
72		UTYUDE JIKKENWO SHITAI	うちゅうで じっけんを したい	
73		ASAGOHAN MEDAMAYAKINIWA SYOYUKANA	あさごはん めだまやきには しょうゆかな	
74		ANATANO JINSEIWA IMAKARA TOTONOOU	あなたの じんせいはいまから とどのう	
75		HARUKAYORINAGAMU GAKKONOBENCHI	はるかよりながむ がっこうのべんち	
76		MATSUKAWASAIKO	まつかわさいこう	
77		TOMONIMANABI TOMONITSUKURI TOMONIIKIRU	ともにまなび ともにつくり ともにいきる	
78		SENJOJIKIKA-RUTO RAICHOWA KOMAGANENO 2MANNENNOTAKARA	せんじょうじきかーるとらいちょうはこまがねの2まんねんのたから	駒ヶ根市
79		ITSUMOEGAODEIMASUYONI SHIAWASEDEIMASUYONI	いつも笑顔でいますように 幸せでいますように	
80		TOBITATE! RYUGAKU JAPAN	トビタテ! 留学JAPAN	文部科学省
81		MINNANO KOKOROWO TERASUHIKARIWO UCHUKARA SEKAIE	みんなの心を照らす光を 宇宙から世界へ	オーストラリア
3秒				
82		2009-2025	2009-2025	
83	最終文	SPACE DREAM INNOVATION CHALLENGE OUR DREAMS COME TRUE	SPACE DREAM INNOVATION CHALLENGE OUR DREAMS COME TRUE	
5秒				

全83メッセージ

観測チャレンジ

衛星観測チャレンジ校 20校

2025/11/27 現在

衛星観測予定の天文台

北海道札幌工業高校

八戸工大第一高校

山形県立米沢興譲館高校

新潟県立長岡高校

長野県飯山高校

石川県立七尾高校

長野県長野高校

長野県野沢南高校

松商学園高校

長野県駒ヶ根工業高校

東京科学大附属高校

長野県木曽青峰高校

長野県伊那北高校

長野県飯田高校

名城大学附属高校

兵庫県立舞子高校

三重県立伊勢高校

大分県立国東高校

高知県土佐塾高校

鹿児島県立錦江湾高校

沖縄県立八重山高校

北海道 銀河の森天文台

東京大学 木曾観測所

焼津天文科学館(相談中)

国立天文台 石垣島天文台

国外

オーストラリア国立大学ストロムロ天文台

ニューサウスウェールズ大学

西オーストラリア大学

国立天文台ハワイ観測所

ハワイ大学ヒロ校

トモエゴゼンによる観測

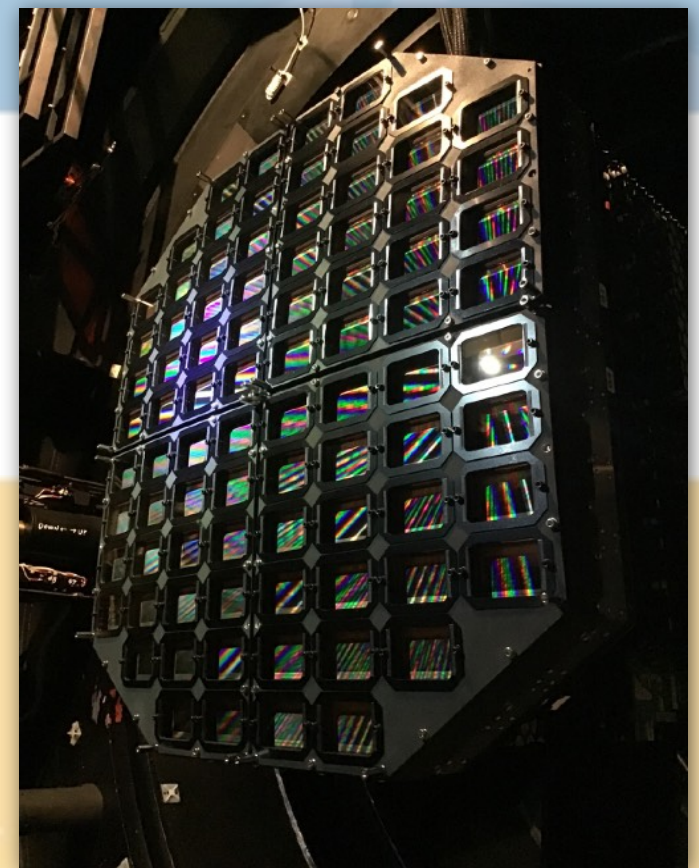
「可視光**広視野動画**観測で、てるてるの検出およびメッセージの解読を目指す！」

望遠鏡



105cmシュミット望遠鏡

焦点面観測装置



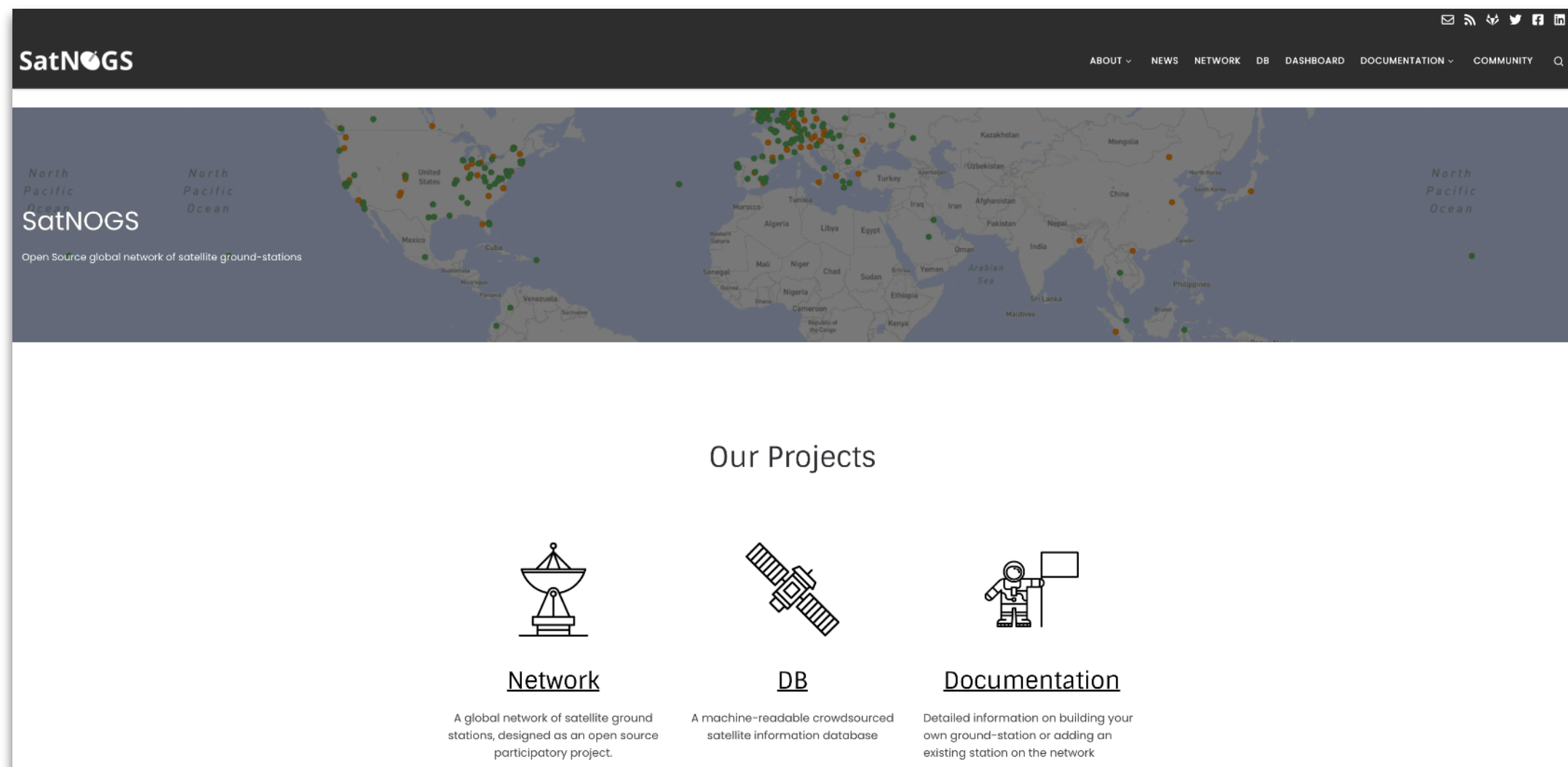
Tomo-e Gozen Camera

てるてるの観測

軌道計算

SatNOGS

- 北米航空宇宙防衛司令部（NORAD : North American Aerospace Defense Command）から提供される軌道データをもとにした軌道予測
- <https://satnogs.org/>



The screenshot shows the SatNOGS website. At the top is a dark navigation bar with the SatNOGS logo on the left and links for ABOUT, NEWS, NETWORK, DB, DASHBOARD, DOCUMENTATION, and COMMUNITY on the right. Below the navigation bar is a large world map with numerous green and orange dots representing ground stations. The map is labeled with 'SatNOGS' and 'Open Source global network of satellite ground-stations'. Below the map, the section 'Our Projects' is displayed with three columns:

- Network**: Represented by a satellite dish icon. Description: 'A global network of satellite ground stations, designed as an open source participatory project.'
- DB**: Represented by a satellite icon. Description: 'A machine-readable crowdsourced satellite information database'
- Documentation**: Represented by an astronaut icon. Description: 'Detailed information on building your own ground-station or adding an existing station on the network'

てるてるの観測

軌道計算

SatNOGS

- 各衛星データ

SatNOGS DB

Search

Home

About

All Satellites

All Transmitters

All Launches

Statistics

HMU-SAT2 (98403)

InfoMapTransmittersDataHistorySign Up / Log In

Mission information

Name	HMU-SAT2
Alternate Names	Teruteru
Satellite ID	UNBL-8646-7261-0218-2058
Temporary NORAD ID	98403
Followed NORAD ID	67688
Website	https://www.nagano-c.ed.jp/...
Country of Origin	● Japan

Status

 **Operational**
Satellite is in orbit and operational

Image



Description

On one side, HMU-SAT2 has nine *LEDs* to enable observation from the ground. The satellite will be activated when it gets deployed from the ISS, and 10 seconds after it powers on, the LEDs will be illuminated.

It carries a total of 82 messages including senryū (poems), that will be projected in Morse code.

[Wikipedia](#)

Mission timeline

Launch Date	2025-10-26T00:00:00+00:00
Deploy Date	2026-02-03T00:00:00+00:00

SatNOGS Links

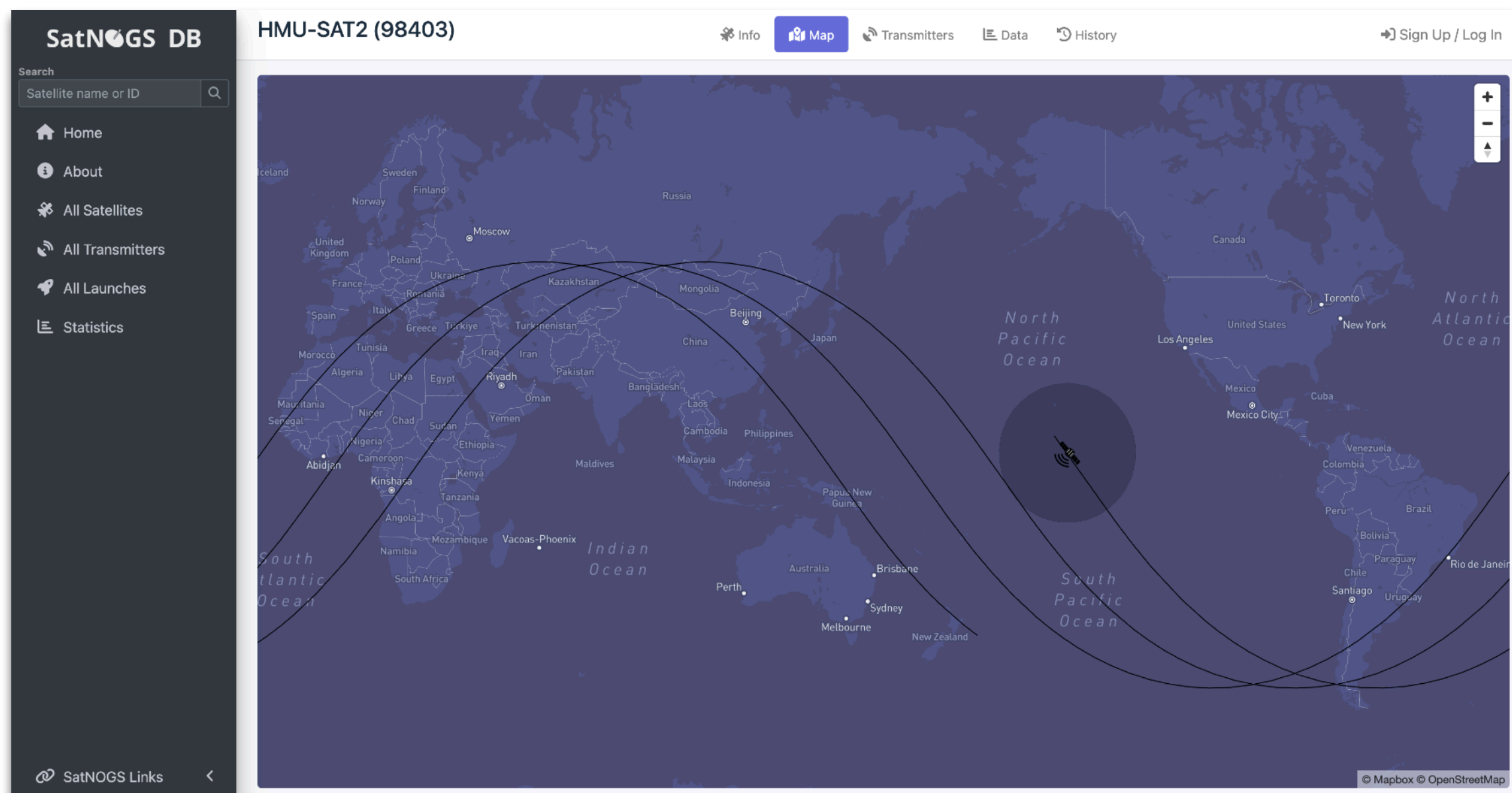
Network Observations

てるてるの観測

軌道計算

SatNOGS

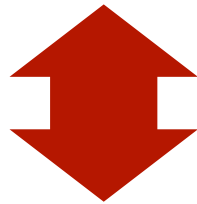
- 各衛星の軌道マップ



てるてるの観測

検出見積もり

- **60 lx** (正面)
- **40 lx** (45度)
- ISSの高度 = 400km = 4×10^5 m
- 地上で見た時 50 lx (average) / $(4 \times 10^5)^2 \sim 3 \times 10^{-10}$ lx
- 1/6/11等星の明るさ : 10^{-6} / 10^{-8} / 10^{-10} lx
- てるてるの明るさ **~10等星** (cf : 6-8等級 by 芳賀さん)



- 観測は基本「待ち受け」
- 実質的な検出可能性は、通過時間・方向に依存する。(でも多分受かる)
- cf : トモエゴゼンの検出感度~18等 (1秒露光)、1U cubeSATの典型的な明るさ (太陽反射光) ~10等

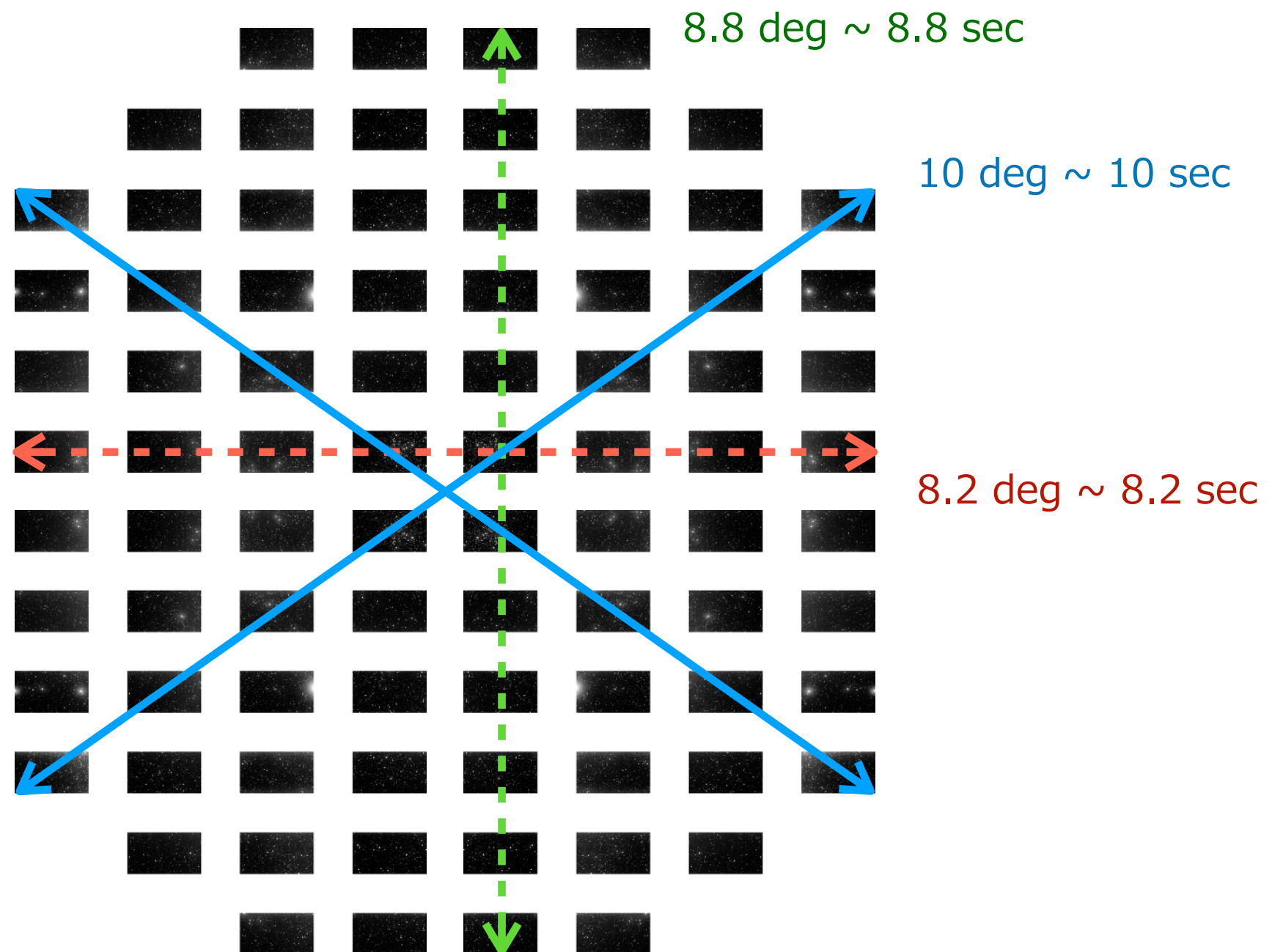
備考

- てるてるはモールス信号 (メッセージ) に応じて異なる長さ (インターバル) を明滅を繰り返しているので、視野に渡って光り続けない (はず)。
- 観測時、どのような明滅パターンになるか (なっているか) はわからない。
- センサーギャップがあるので、明滅のタイミングとの切り分けが難しい。。
- Twilight観測のときの太陽光反射強度とLED発光強度の定量的比較は必要。

Pathing length and time of Satellite on Tomo-e Gozen Camera

Hypothesis (by analogy with ISS)

- Velocity of ISS at an altitude 400km $\sim 8\text{km/sec}$
- Angular velocity at the zenith seen from ground level $\sim 1\text{ deg/sec}$
(fastest case. This depends on orbit/path on the sky.)



Tomo-e Gozen is an optical wide-field video observation system composed of a mosaic CMOS camera on the 1.05 m Kiso Schmidt telescope, real-time data analysis software, and automated operation software. Consecutive images at 2 fps with a field-of-view of 20 deg^2 are obtained with 84 chips of CMOS image sensors.

トモエゴゼンによるこれまでの観測

ID	Date	UTC (JST)	Max elevation	Pass Status	Object	pointsensor	fps	operation	memo	Detection
	2026-02-16	19:02 (28:02)	89.6	Night	HMU-SAT2	211	1	onsite		
	2026-04-18	18:36 (27:36)	67.4	Sunlight	HMU-SAT2	211	1	remote		
	2026-04-21	17:28 (26:28)	73.4	Night	HMU-SAT2	211	1	remote		
	2026-04-24	16:20 (25:20)	78.2	Night	HMU-SAT2	211	1	onsite		
	2026-05-07	10:41 (19:41)	30.0	Sunlight	HMU-SAT2	211	1	onsite		
	2026-05-08	17:50 (26:50)	50.3	Sunlight	HMU-SAT2	211	1	remote	rain	
	2026-05-15	15:19 (24:19)	79.4	Night	UiTMSAT-2	214	1	remote	filter	
	2026-05-17	14:59 (23:59)	45.2	Night	UiTMSAT-2	211	1	remote		
	2026-05-18	14:01 (23:01)	65.2	Night	UiTMSAT-2	211	1	remote		
	2026-05-18	14:46 (23:46)	35.0	Night	HMU-SAT2	211	1	remote		
	2026-05-19	13:49 (22:49)	86.2	Night	HMU-SAT2	211	1	remote		
	2026-05-26	11:02 (20:02)	87.6	Sunlight	UiTMSAT-2	211	1	onsite	ATR	

撮影条件

- 撮影間隔：1 fps（速く動くので光跡をちゃんと捉えたい）
- センサー：full-sensor（天空を速く動いていくため）
- 望遠鏡：通常ポインティング、恒星追尾（衛星本体の追尾はできない。**待ち受け観測。**）
- データ：**cubeデータ**（1センサーあたり1-2フレームにしか写らないのでスタックしない。）
- セット：最高高度予測時刻を中心に+/-2.5set

トモエゴゼンによるこれまでの観測

ID	Date	UTC (JST)	Max elevation	Pass Status	Object	pointsensor	fps	operation	memo	Detection
	2026-02-16	19:02 (28:02)	89.6	Night	HMU-SAT2	211	1	onsite		X
	2026-04-18	18:36 (27:36)	67.4	Sunlight	HMU-SAT2	211	1	remote		○
	2026-04-21	17:28 (26:28)	73.4	Night	HMU-SAT2	211	1	remote		X
	2026-04-24	16:20 (25:20)	78.2	Night	HMU-SAT2	211	1	onsite		X
	2026-05-07	10:41 (19:41)	30.0	Sunlight	HMU-SAT2	211	1	onsite		○
	2026-05-08	17:50 (26:50)	50.3	Sunlight	HMU-SAT2	211	1	remote	rain	—
	2026-05-15	15:19 (24:19)	79.4	Night	UiTMSAT-2	214	1	remote	filter	X
	2026-05-17	14:59 (23:59)	45.2	Night	UiTMSAT-2	211	1	remote		X
	2026-05-18	14:01 (23:01)	65.2	Night	UiTMSAT-2	211	1	remote		X
	2026-05-18	14:46 (23:46)	35.0	Night	HMU-SAT2	211	1	remote		X
	2026-05-19	13:49 (22:49)	86.2	Night	HMU-SAT2	211	1	remote		X
	2026-05-26	11:02 (20:02)	87.6	Sunlight	UiTMSAT-2	211	1	onsite	ATR	—

● 2026年2月16日

- : 太陽反射光は見えない時間帯
- : 検出されず…

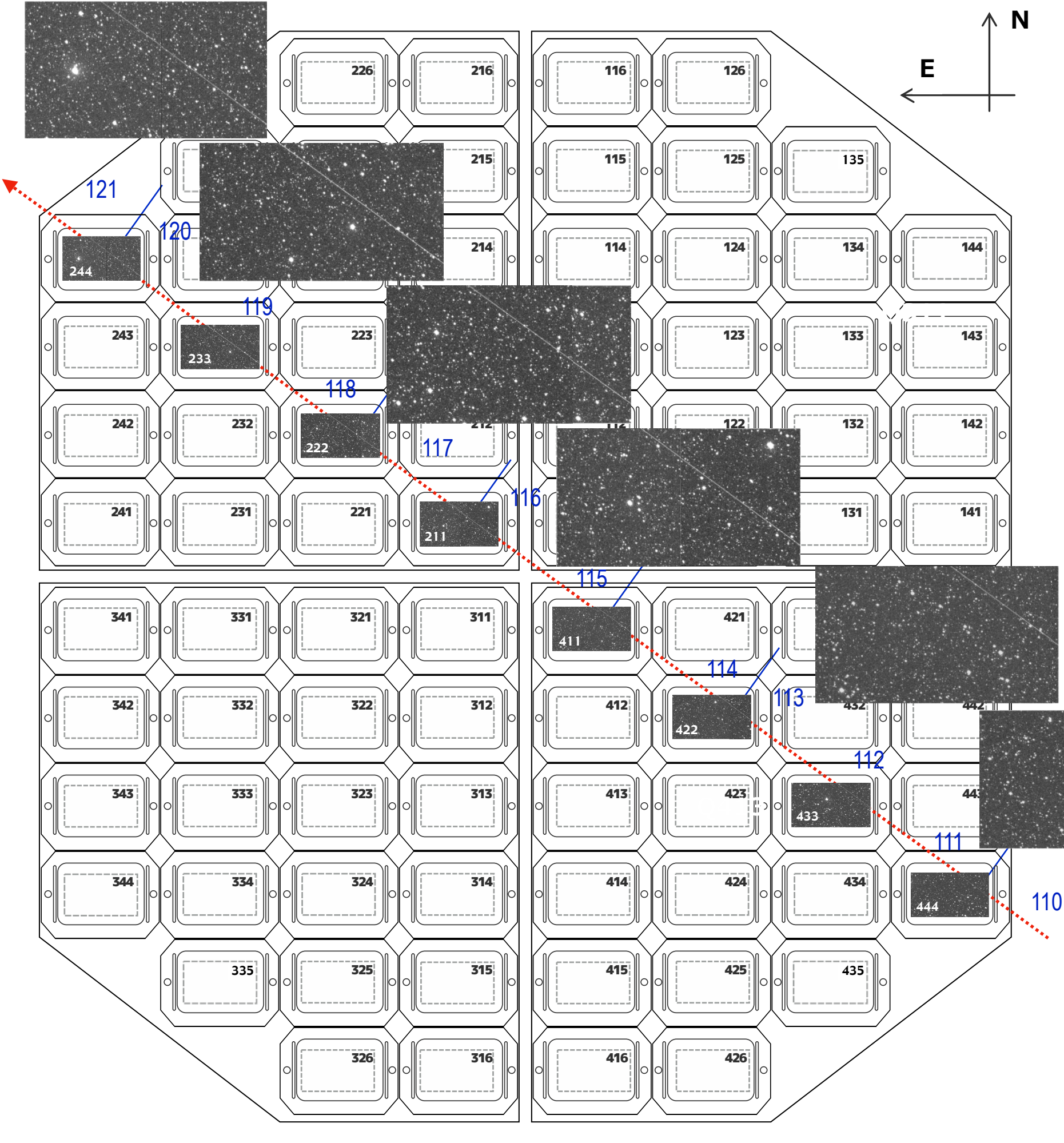
● 2026年4月18日

- : 検出！
- : 8センサーを通過
- : 明滅がみえない
- : 太陽反射光？

HMU-SAT2 : teruteru

2026.04.18

27:35:44 ~ 27:35:55 JST



トモエゴゼンによるこれまでの観測

ID	Date	UTC (JST)	Max elevation	Pass Status	Object	pointsensor	fps	operation	memo	Detection
	2026-02-16	19:02 (28:02)	89.6	Night	HMU-SAT2	211	1	onsite		X
	2026-04-18	18:36 (27:36)	67.4	Sunlight	HMU-SAT2	211	1	remote		○
	2026-04-21	17:28 (26:28)	73.4	Night	HMU-SAT2	211	1	remote		X
	2026-04-24	16:20 (25:20)	78.2	Night	HMU-SAT2	211	1	onsite		X
	2026-05-07	10:41 (19:41)	30.0	Sunlight	HMU-SAT2	211	1	onsite		○
	2026-05-08	17:50 (26:50)	50.3	Sunlight	HMU-SAT2	211	1	remote	rain	—
	2026-05-15	15:19 (24:19)	79.4	Night	UiTMSAT-2	214	1	remote	filter	X
	2026-05-17	14:59 (23:59)	45.2	Night	UiTMSAT-2	211	1	remote		X
	2026-05-18	14:01 (23:01)	65.2	Night	UiTMSAT-2	211	1	remote		X
	2026-05-18	14:46 (23:46)	35.0	Night	HMU-SAT2	211	1	remote		X
	2026-05-19	13:49 (22:49)	86.2	Night	HMU-SAT2	211	1	remote		X
	2026-05-26	11:02 (20:02)	87.6	Sunlight	UiTMSAT-2	211	1	onsite	ATR	—

● 2026年4月21日

：未検出？

：太陽反射光は見えない時間帯

：LEDが光っていない？

● 2026年4月24日

：メンバー集結しての観測！

：検出されず…

トモエゴゼンによるこれまでの観測



25日午前1時20分前後に撮影を試みた。84枚のセンサーがそれぞれ捉えた動画を、参加者が手分けして1コマずつ精査。いくつかの光跡は確認されたが、予測される軌道を外れたり、LEDの点滅が見られないなど、いずれも「てるてる」と判断できなかった。

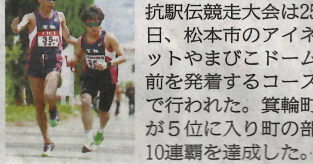
観測会に先立ち、木曽観測所は19日未明、太陽光を反射して「てるてる」の予測軌道近くを移動する光跡を確認。次の観測に適した日は5月上旬で、高橋英助助教(57)は「再び同じ条件で観測できれば、『てるてる』だと判断できるかもしれない」とする。

「てるてる」の観測には、国内外の天文台や高校などが協力。駒ヶ根工高生として昨年度にLED点滅のプログラムを作成した桃沢明聖さん(18)は「伊那市」は「自分たちが取り組んだ結果を、観測で必ず確かめたい」と話した。

戦

「てるてる」が地上に向けて届けるモリス信号は発光ダイオード(LED)の光の長短の点滅でメッセージを表現している。観測後の確認作業は午前3時すぎまで続けられたが、不規則に光る筋は見つからなかった。同観測所がこれまでに行った計3回の観測でもLEDの点滅は確認できていない。ただ、4月19日午前3時36分に実施した際には軌道計算上の「てるてる」通過予定時刻に八つのセンサーで連続した光の筋を確認している。プロジェクトに関わる東大の高橋英助助教(57)は「てるてるに当たった太陽光の反射光の可能性がある」とした。太陽の反射光の影響が出る夜明け前に観測し「てるてる」の存在を確かめる方針だ。

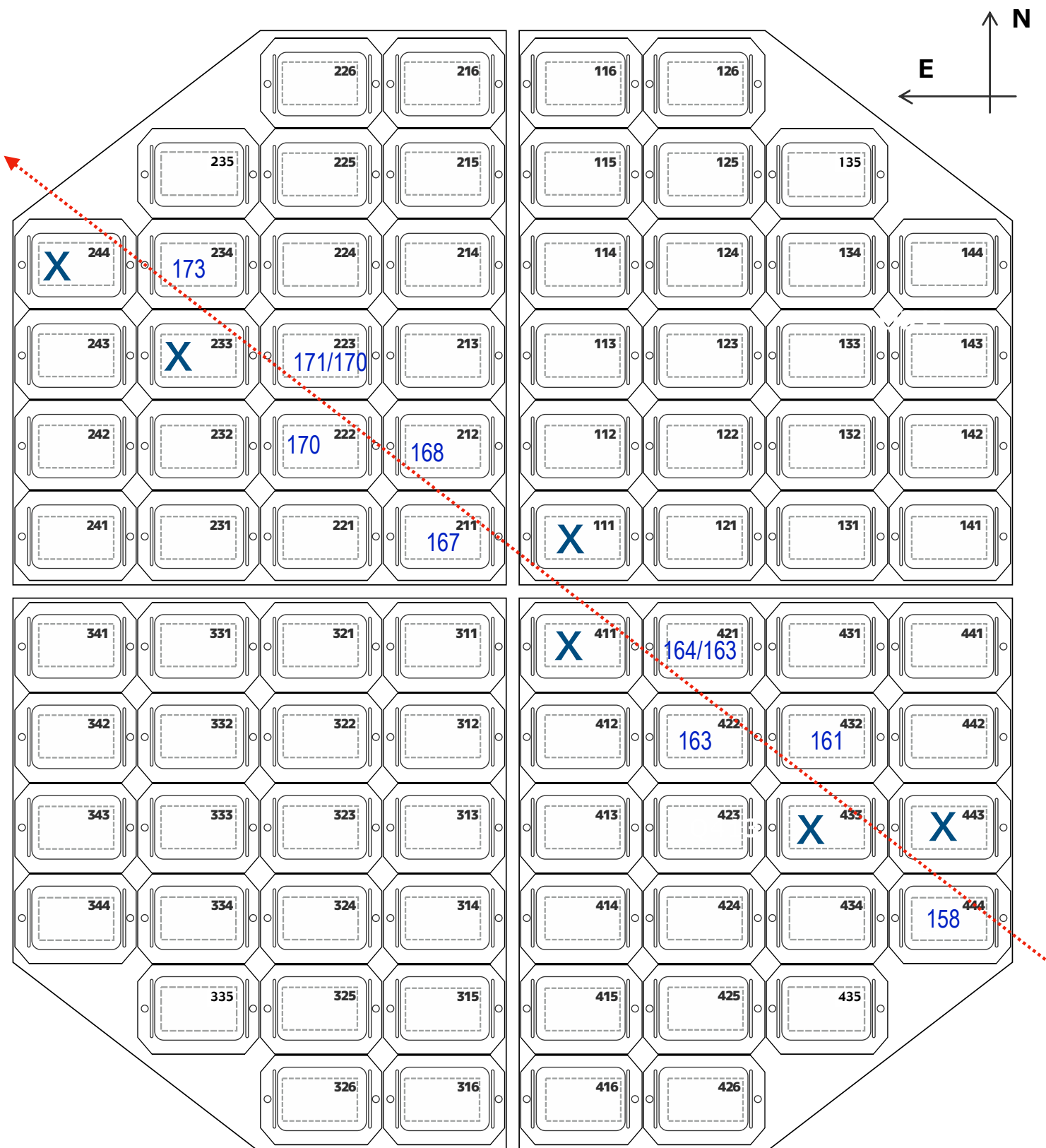
3月に駒工を卒業したばかりで、在学中は宇宙班長を務めた桃沢明聖さん(18)は「伊那市」は「今回の観測で光る『てるてる』を確認できなかったのは残念だが、結果としてはまだ分からないということ。希望はある。次回こそは光る『てるてる』の存在を確かめたい」と切り替えていた。



- 3 地域のニュース・ガイド
- | | |
|-------------|-----------|
| 2 時事コラム | 2 CATV番組表 |
| 4 5 健康・シニア | 5 市況 |
| 7 教育 | 8 音楽 |
| 9 ラジオ・CS | 9 小説 |
| 11 週間ダイジェスト | |

紙面づくりに
あなたの声を
アンケートにご協力ください

トモエゴゼンによるこれまでの観測

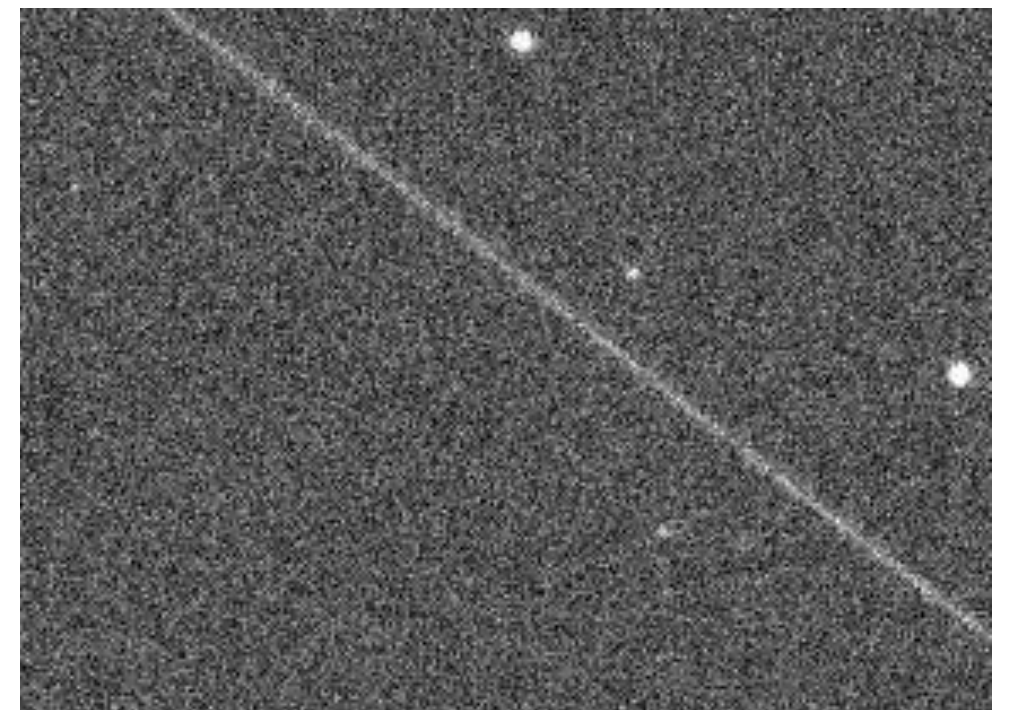


HMU-SAT2 : teruteru

2026.05.07

19:41:27 ~ 19:41:42 JST

(#158-173 frame)



トモエゴゼンによるこれまでの観測

光跡の明るさからおおよその等級を見積もる。

* カウント vs 等級の関係を作る。

- 使ったセンサーはQ211、フレームは#167。
- 写っている星（13個）のカウントを計測。
- simbad databaseからその天体の等級を拾う。

→カウント vs 等級図

* 光跡のカウント値から通過時の等級を概算。

- 光跡は幅を持っているが、ざっくりと4pix幅とする（面としては $4 \times 4 = 16$ pix）。
- これはこの明るさの星のPSFとほぼ同じ。
- この面積でのカウント値を計測。（光跡部分の平均値 - backgroundの平均値。1pixの平均。）

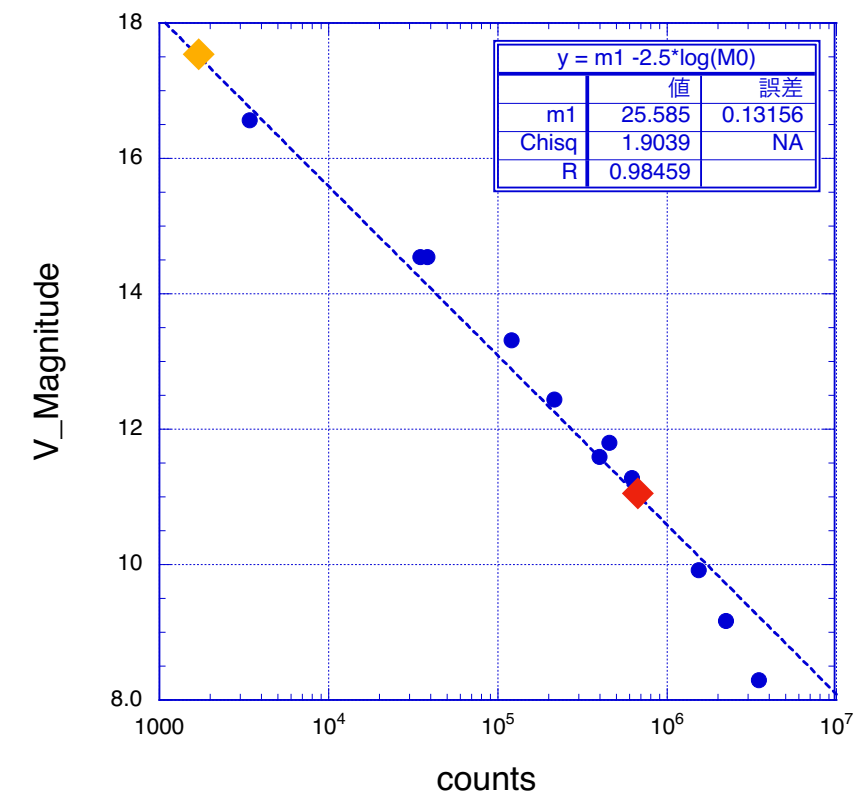
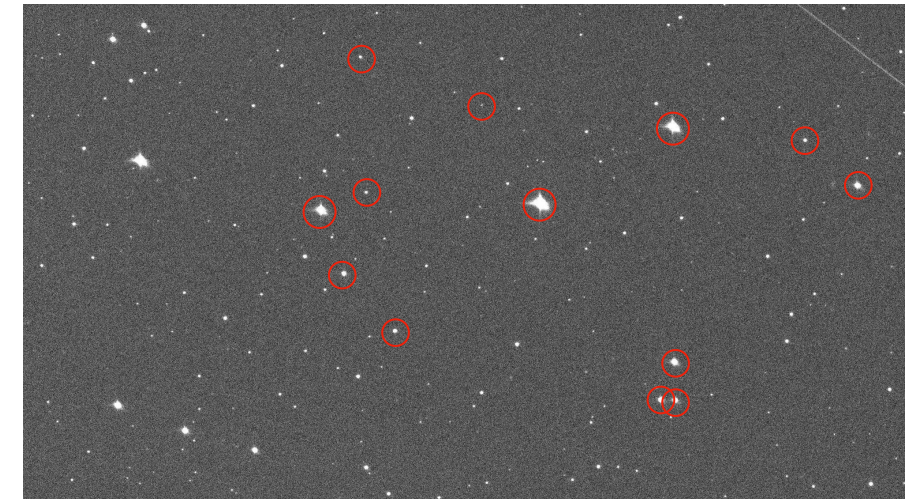
→この面積では、**17.4等**（V等級）

* 物体（てるてる）は動いているのでそれを1秒分に焼き直す。

- tomo-e（全FOV=8.4deg）を16秒（=16 frame）で通過したとする（今回）。
- このFOVを同じ速度で動いていると仮定。
- 1秒間で掃く面積（pix数）× 光跡のカウント値（/pix）を計算。

→カウント vs 等級図から …… **10.9等**

→1UのCubeSATの典型的な明るさ



これまでの観測

ところで、、、検出されているのは「てるてる」なのか？



- HUM-SAT2と同じタイミングでISSから放出された1U CubeSAT (UiTMSAT-2) がある
- 両者のTLEが入れ替わっている可能性…
- HMU-SAT2は可視光発光のみ
- UiTMSAT-2は電波送信のみ
 - 可視光のNight観測では、HMU-SAT2のみ受かる。
 - 電波観測では、UiTMSAT-2のみ受かる。
 - Twilight passでは両方受かる（可視光）。



	Tomo-e / Night	Tomo-e / Twilight	Radio *
HMU-SAT2	LED	Sunlight + LED	X
UiTMSAT-2	X	Sunlight	0



* 430MHz帯のCWテレメトリー

- 追観測
 - トモエゴゼンによる可視光追観測
 - 無線による430MHz帯の追観測

トモエゴゼンによるこれまでの観測

ID	Date	UTC (JST)	Max elevation	Pass Status	Object	pointsensor	fps	operation	memo	Detection
	2026-02-16	19:02 (28:02)	89.6	Night	HMU-SAT2	211	1	onsite		X
	2026-04-18	18:36 (27:36)	67.4	Sunlight	HMU-SAT2	211	1	remote		○
	2026-04-21	17:28 (26:28)	73.4	Night	HMU-SAT2	211	1	remote		X
	2026-04-24	16:20 (25:20)	78.2	Night	HMU-SAT2	211	1	onsite		X
	2026-05-07	10:41 (19:41)	30.0	Sunlight	HMU-SAT2	211	1	onsite		○
	2026-05-08	17:50 (26:50)	50.3	Sunlight	HMU-SAT2	211	1	remote	rain	—
	2026-05-15	15:19 (24:19)	79.4	Night	UiTMSAT-2	214	1	remote	filter	X
	2026-05-17	14:59 (23:59)	45.2	Night	UiTMSAT-2	211	1	remote		X
	2026-05-18	14:01 (23:01)	65.2	Night	UiTMSAT-2	211	1	remote		X
	2026-05-18	14:46 (23:46)	35.0	Night	HMU-SAT2	211	1	remote		X
	2026-05-19	13:49 (22:49)	86.2	Night	HMU-SAT2	211	1	remote		X
	2026-05-26	11:02 (20:02)	87.6	Sunlight	UiTMSAT-2	211	1	onsite	ATR	—

● 2026年5月15-18日

- : UiTMSAT-2と間違えている？
- : UiTMSAT-2軌道で観測
- : 検出されず

● 2026年5月18-19日

- : 再度てるてるの夜観測
- : 検出されず

● 2026年5月26日～

- : UiTMSAT-2のtwilight観測
- : まずは存在を確認する

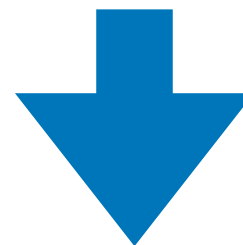
これまでの観測

想定

	Tomo-e / Night	Tomo-e / Twilight	Radio *
HMU-SAT2	LED	Sunlight + LED	X
UiTMSAT-2	X	Sunlight	0



* 430MHz帯のCWテレメトリー



現状

	Tomo-e / Night	Tomo-e / Twilight	Radio
HMU-SAT2	X	Sunlight + LED	X
UiTMSAT-2	X	Sunlight	X



わかること

- : 1つの衛星の存在は確認。
- : てるてるのLEDが光っていない？
- : UiTMSAT-2の電波信号が出ていない？（てるてるは元々電波信号なし）
- : 入れ替わっていることは確認できない。

まとめ（観測概要）と今後

まとめ

- 木曽観測所105cmシュミット望遠鏡＋トモエゴゼンカメラで**てるてる（&UiTMSAT）**の撮影を行った。
- 最新の軌道要素（SstNOGS）を基に、木曽観測所の通過日時および方向（Azimuth, elevation）を計算、天頂に近い位置で**待ち受け観測**を行った。
- 最大高度時に84個のセンサーの中心付近になるように望遠鏡の指向座標をセット。
- 最大高度時刻の前後を観測。（[3分＝180秒] or [2分＝120秒] x 4- 5 set）
- **Twilight観測では検出**された。（てるてる）
- **Night観測では検出されず**。（てるてる、UiTMSATともに）
- アマチュア無線帯を使った**電波観測では検出されず**。（てるてる、UiTMSATともに）
cf：同じタイミングでISSから放出された衛星は電波で捕捉・確認されている。

今後

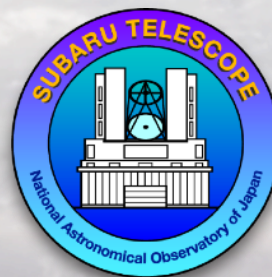
- てるてるの特定
- 観測チャレンジ協力高校・機関での観測・検出！



cf：寿命について

- 静岡大学のキューブサット衛星（STARS-Me2：ほうらい）の運用期間はおよそ6ヶ月。
- てるてるが同じだとすると、大気圏突入（寿命、観測可能時期）は2026年8月頃…

てるてるに関わっている方々



りくべつ宇宙地球科学館
(銀河の森天文台)



陸別町
Rikubetsu Town

