

# FM Packet Telemetry Format For CubeSat “SEEDS”

Japanese Version



Nihon University CubeSat Project

Revision	Date	Authored by	Notes
1	06/22/2006	Nobuaki Kinoshita	FM Packet Telemetry Format
2	01/09/2008	Kosuke Arita	Revised for 2 <sup>nd</sup> SEEDS
3	21/04/2008	Kosuke Arita	Considered calibration result of sensors Revised some mistakes

## FM パケットテレメトリのフォーマットについて

SEEDS の FM パケットテレメトリは、次の3つに分類（定義）されます。

1. テスト FM（センサで取得した情報をすぐに FM パケットで送信する）
2. FM ダウンリンク（EEPROM に保存したセンサ取得データを読み出して FM パケットで送信する）
3. 指定文字ダウンリンク（アルファベット 16 文字まで指定した文字をダウンリンクする）

テスト FM と FM ダウンリンクの場合、“JQ1YGU>JQ1YGV:”の後はバイナリデータ（16 進数）で取得してください。  
 11 22 33 33 44 44 44 44 55 55 66 66 77 77 88 88 99 AA BB BB CC CC DD DD EE EE FF FF GG GG HH HH II II JJ  
 JJ KK KK LL LL MM MM NN NN OO OO PP PP QQ QQ TT TT UU UU VV VV WW WW XX XX YY YY ZZ ZZ aa aa  
 bb bb cc cc dd dd

FM パケット（テスト FM または FM ダウンリンク）			
データ	桁数	意味	変換式
1 <sub>1</sub> 1 <sub>0</sub>	2 桁	(テスト FM) 未使用 (FM ダウンリンク) 送信データの種類と ROM No.	16 進数を 2 進数に変換する。左から 5 ビット分を利用（送信データの有無）と右から 1 ビット分を利用 例えば、F8 の場合は(1 <sub>4</sub> 1 <sub>3</sub> 1 <sub>2</sub> 1 <sub>1</sub> 0 <sub>2</sub> 0 <sub>1</sub> 0 <sub>0</sub> ) <sub>2</sub> で 1 <sub>4</sub> 内部システムデータ（1→あり, 0→なし） 1 <sub>3</sub> 内部温度（1→あり, 0→なし） 1 <sub>2</sub> ジャイロ、磁気センサデータ（1→あり, 0→なし） 1 <sub>1</sub> 太陽電池発電電流（1→あり, 0→なし） 1 <sub>0</sub> 外部温度（1→あり, 0→なし） 0 <sub>2</sub> 0 <sub>1</sub> 未使用 0 <sub>0</sub> データを読み出している ROM ナンバー（0 か 1）
2 <sub>1</sub> 2 <sub>0</sub>	2 桁	(テスト FM) 未使用 (FM ダウンリンク) ROM の page address	16 進数を 2 進数に変換する。そして、右から 1 ビット分を利用する。他は未使用。 例えば、88 の場合、(10001000) <sub>2</sub> であり 1 番右が 0 なので page address が 0 であることが分かる。
3 <sub>3</sub> 3 <sub>2</sub> 3 <sub>1</sub> 3 <sub>0</sub>	4 桁	(テスト FM) 未使用 (FM ダウンリンク) 送信データの ROM address	送信しているデータ群中の最初の ROM address. すべての値を使用し、とりうる範囲は 16 進数で 0000~FFFF までである。
4 <sub>7</sub> 4 <sub>6</sub> 4 <sub>5</sub> 4 <sub>4</sub> 4 <sub>3</sub> 4 <sub>2</sub> 4 <sub>1</sub> 4 <sub>0</sub>	8 桁	衛星内部時間	$(4_7 \times 16^7 + 4_6 \times 16^6 + 4_5 \times 16^5 + 4_4 \times 16^4 + 4_3 \times 16^3 + 4_2 \times 16^2 + 4_1 \times 16^1 + 4_0 \times 16^0) / 2$ [s]
5 <sub>3</sub> 5 <sub>2</sub> 5 <sub>1</sub> 5 <sub>0</sub>	4 桁	EPS リセット回数	$5_3 \times 16^3 + 5_2 \times 16^2 + 5_1 \times 16^1 + 5_0 \times 16^0$ [times]
6 <sub>3</sub> 6 <sub>2</sub> 6 <sub>1</sub> 6 <sub>0</sub>	4 桁	FMR リセット回数	$6_3 \times 16^3 + 6_2 \times 16^2 + 6_1 \times 16^1 + 6_0 \times 16^0$ [times]
7 <sub>3</sub> 7 <sub>2</sub> 7 <sub>1</sub> 7 <sub>0</sub>	4 桁	C&DH リセット回数	$7_3 \times 16^3 + 7_2 \times 16^2 + 7_1 \times 16^1 + 7_0 \times 16^0$ [times]
8 <sub>3</sub> 8 <sub>2</sub> 8 <sub>1</sub> 8 <sub>0</sub>	4 桁	CW リセット回数	$8_3 \times 16^3 + 8_2 \times 16^2 + 8_1 \times 16^1 + 8_0 \times 16^0$ [times]
9 <sub>1</sub> 9 <sub>0</sub>	2 桁	最後に書き込んだ ROM No.	16 進数を 2 進数に変換して、右から 1 ビット分を利用。
A <sub>1</sub> A <sub>0</sub>	2 桁	最後に書き込んだ ROM の page address.	16 進数を 2 進数に変換して、右から 1 ビット分を利用。
B <sub>3</sub> B <sub>2</sub> B <sub>1</sub> B <sub>0</sub>	2 桁	最後に書き込んだ ROM address に 1 を足した値.	すべての値を使用し、とりうる範囲は 16 進数で 0000~FFFF までである。
C <sub>3</sub> C <sub>2</sub> C <sub>1</sub> C <sub>0</sub>	4 桁	温度（太陽電池 1 表面）	$-0.18936 \times (5 \times (C_2 \times 16^2 + C_1 \times 16^1 + C_0 \times 16^0) / 4096)^2 - 37.767 \times (5 \times (C_2 \times 16^2 + C_1 \times 16^1 + C_0 \times 16^0) / 4096) + 125.76$ [deg. C]
D <sub>3</sub> D <sub>2</sub> D <sub>1</sub> D <sub>0</sub>	4 桁	温度（太陽電池 2 表面）	$-0.008324 \times (5 \times (D_2 \times 16^2 + D_1 \times 16^1 + D_0 \times 16^0) / 4096)^2 - 39.376 \times (5 \times (D_2 \times 16^2 + D_1 \times 16^1 + D_0 \times 16^0) / 4096) + 128.75$ [deg. C]

データ	桁数	意味	変換式
E <sub>3</sub> E <sub>2</sub> E <sub>1</sub> E <sub>0</sub>	4 桁	温度 (太陽電池 3 表面)	$-0.16644 \times (5 \times (E_2 \times 16^2 + E_1 \times 16^1 + E_0 \times 16^0) / 4096)^2$ $-38.12 \times (5 \times (E_2 \times 16^2 + E_1 \times 16^1 + E_0 \times 16^0) / 4096)$ $+127.38$ [deg. C]
F <sub>3</sub> F <sub>2</sub> F <sub>1</sub> F <sub>0</sub>	4 桁	温度 (太陽電池 4 表面)	$-0.19416 \times (5 \times (F_2 \times 16^2 + F_1 \times 16^1 + F_0 \times 16^0) / 4096)^2$ $-37.757 \times (5 \times (F_2 \times 16^2 + F_1 \times 16^1 + F_0 \times 16^0) / 4096)$ $+126.93$ [deg. C]
G <sub>3</sub> G <sub>2</sub> G <sub>1</sub> G <sub>0</sub>	4 桁	温度 (太陽電池 5 表面)	$-0.19718 \times (5 \times (G_2 \times 16^2 + G_1 \times 16^1 + G_0 \times 16^0) / 4096)^2$ $-37.966 \times (5 \times (G_2 \times 16^2 + G_1 \times 16^1 + G_0 \times 16^0) / 4096)$ $+125.64$ [deg. C]
H <sub>3</sub> H <sub>2</sub> H <sub>1</sub> H <sub>0</sub>	4 桁	温度 (太陽電池 6 表面)	$-0.44743 \times (5 \times (H_2 \times 16^2 + H_1 \times 16^1 + H_0 \times 16^0) / 4096)^2$ $-35.879 \times (5 \times (H_2 \times 16^2 + H_1 \times 16^1 + H_0 \times 16^0) / 4096)$ $+123.57$ [deg. C]
I <sub>3</sub> I <sub>2</sub> I <sub>1</sub> I <sub>0</sub>	4 桁	太陽電池 1 電流	$5 \times (I_2 \times 16^2 + I_1 \times 16^1 + I_0 \times 16^0) / 4096$ $\times 90.90909$ [mA]
J <sub>3</sub> J <sub>2</sub> J <sub>1</sub> J <sub>0</sub>	4 桁	太陽電池 2 電流	$5 \times (J_2 \times 16^2 + J_1 \times 16^1 + J_0 \times 16^0) / 4096$ $\times 90.90909$ [mA]
K <sub>3</sub> K <sub>2</sub> K <sub>1</sub> K <sub>0</sub>	4 桁	太陽電池 3 電流	$5 \times (K_2 \times 16^2 + K_1 \times 16^1 + K_0 \times 16^0) / 4096$ $\times 90.90909$ [mA]
L <sub>3</sub> L <sub>2</sub> L <sub>1</sub> L <sub>0</sub>	4 桁	太陽電池 4 電流	$5 \times (L_2 \times 16^2 + L_1 \times 16^1 + L_0 \times 16^0) / 4096$ $\times 90.90909$ [mA]
M <sub>3</sub> M <sub>2</sub> M <sub>1</sub> M <sub>0</sub>	4 桁	太陽電池 5 電流	$5 \times (M_2 \times 16^2 + M_1 \times 16^1 + 3_0 \times 16^0) / 4096$ $\times 90.90909$ [mA]
N <sub>3</sub> N <sub>2</sub> N <sub>1</sub> N <sub>0</sub>	4 桁	太陽電池 6 電流	$5 \times (N_2 \times 16^2 + N_1 \times 16^1 + N_0 \times 16^0) / 4096$ $\times 90.90909$ [mA]
O <sub>3</sub> O <sub>2</sub> O <sub>1</sub> O <sub>0</sub>	4 桁	2 次電池電圧	$5 \times (O_2 \times 16^2 + O_1 \times 16^1 + O_0 \times 16^0) / 4096$ [V]
P <sub>3</sub> P <sub>2</sub> P <sub>1</sub> P <sub>0</sub>	4 桁	Bus 電圧	$5 \times (P_2 \times 16^2 + P_1 \times 16^1 + P_0 \times 16^0) / 4096$ [V]
Q <sub>3</sub> Q <sub>2</sub> Q <sub>1</sub> Q <sub>0</sub>	4 桁	ジャイロセンサ(x 軸)	$-0.0011537 \times (5 \times (Q_2 \times 16^2 + Q_1 \times 16^1 + Q_0 \times 16^0) / 4096)^2$ $+0.88832 \times (5 \times (Q_2 \times 16^2 + Q_1 \times 16^1 + Q_0 \times 16^0) / 4096)$ $-2.2173$ [rad/s]
R <sub>3</sub> R <sub>2</sub> R <sub>1</sub> R <sub>0</sub>	4 桁	ジャイロセンサ(y 軸)	$9.7079 \times 10^{-5} \times (5 \times (R_2 \times 16^2 + R_1 \times 16^1 + R_0 \times 16^0) / 4096)^2$ $+0.88422 \times (5 \times (R_2 \times 16^2 + R_1 \times 16^1 + R_0 \times 16^0) / 4096)$ $-2.2133$ [rad/s]
S <sub>3</sub> S <sub>2</sub> S <sub>1</sub> S <sub>0</sub>	4 桁	ジャイロセンサ(z 軸)	$-0.0018095 \times (5 \times (S_2 \times 16^2 + S_1 \times 16^1 + S_0 \times 16^0) / 4096)^2$ $+0.88805 \times (5 \times (S_2 \times 16^2 + S_1 \times 16^1 + S_0 \times 16^0) / 4096)$ $-2.2032$ [rad/s]
T <sub>3</sub> T <sub>2</sub> T <sub>1</sub> T <sub>0</sub>	4 桁	磁気センサ(x 軸)	$5 \times (T_2 \times 16^2 + T_1 \times 16^1 + T_0 \times 16^0) / 4096 - 2.5$ [gauss]
U <sub>3</sub> U <sub>2</sub> U <sub>1</sub> U <sub>0</sub>	4 桁	磁気センサ(y 軸)	$5 \times (U_2 \times 16^2 + U_1 \times 16^1 + U_0 \times 16^0) / 4096 - 2.5$ [gauss]
V <sub>3</sub> V <sub>2</sub> V <sub>1</sub> V <sub>0</sub>	4 桁	磁気センサ(z 軸)	$5 \times (V_2 \times 16^2 + V_1 \times 16^1 + V_0 \times 16^0) / 4096 - 2.5$ [gauss]
W <sub>3</sub> W <sub>2</sub> W <sub>1</sub> W <sub>0</sub>	4 桁	温度 (2 次電池 1)	$0.15797 \times (5 \times (W_2 \times 16^2 + W_1 \times 16^1 + W_0 \times 16^0) / 4096)^2$ $-39.553 \times (5 \times (W_2 \times 16^2 + W_1 \times 16^1 + W_0 \times 16^0) / 4096)$ $+129.59$ [deg. C]
X <sub>3</sub> X <sub>2</sub> X <sub>1</sub> X <sub>0</sub>	4 桁	温度 (2 次電池 2)	$0.18923 \times (5 \times (X_2 \times 16^2 + X_1 \times 16^1 + X_0 \times 16^0) / 4096)^2$ $-39.27 \times (5 \times (X_2 \times 16^2 + X_1 \times 16^1 + X_0 \times 16^0) / 4096)$ $+128.33$ [deg. C]
Y <sub>3</sub> Y <sub>2</sub> Y <sub>1</sub> Y <sub>0</sub>	4 桁	温度 (ジャイロセンサ[x 軸])	$10.292 \times (5 \times (Y_2 \times 16^2 + Y_1 \times 16^1 + Y_0 \times 16^0) / 4096)^6$ $-173.25 \times (5 \times (Y_2 \times 16^2 + Y_1 \times 16^1 + Y_0 \times 16^0) / 4096)^5$ $+1194.3 \times (5 \times (Y_2 \times 16^2 + Y_1 \times 16^1 + Y_0 \times 16^0) / 4096)^4$ $-4312.6 \times (5 \times (Y_2 \times 16^2 + Y_1 \times 16^1 + Y_0 \times 16^0) / 4096)^3$ $+8600.5 \times (5 \times (Y_2 \times 16^2 + Y_1 \times 16^1 + Y_0 \times 16^0) / 4096)^2$ $-9020.1 \times (5 \times (Y_2 \times 16^2 + Y_1 \times 16^1 + Y_0 \times 16^0) / 4096)$ $+3962.8$ [deg. C]

データ	桁数	意味	変換式
Z <sub>3</sub> Z <sub>2</sub> Z <sub>1</sub> Z <sub>0</sub>	4 桁	温度 (ジャイロセンサ[y 軸])	$-0.19176 \times (5 \times (R_2 \times 16^2 + R_1 \times 16^1 + R_0 \times 16^0) / 4096)^2$ $-37.747 \times (5 \times (R_2 \times 16^2 + R_1 \times 16^1 + R_0 \times 16^0) / 4096)$ $+125.06$ [deg. C]
a <sub>3</sub> a <sub>2</sub> a <sub>1</sub> a <sub>0</sub>	4 桁	温度 (ジャイロセンサ[z 軸])	$-0.81874 \times (5 \times (a_2 \times 16^2 + a_1 \times 16^1 + a_0 \times 16^0) / 4096)^2$ $-34.744 \times (5 \times (a_2 \times 16^2 + a_1 \times 16^1 + a_0 \times 16^0) / 4096)$ $+122.46$ [deg. C]
b <sub>3</sub> b <sub>2</sub> b <sub>1</sub> b <sub>0</sub>	4 桁	温度 (デジトーカー)	$-0.084633 \times (5 \times (b_2 \times 16^2 + b_1 \times 16^1 + b_0 \times 16^0) / 4096)^2$ $-37.991 \times (5 \times (b_2 \times 16^2 + b_1 \times 16^1 + b_0 \times 16^0) / 4096)$ $+124.25$ [deg. C]
c <sub>3</sub> c <sub>2</sub> c <sub>1</sub> c <sub>0</sub>	4 桁	温度 (送信機)	$-0.38082 \times (5 \times (c_2 \times 16^2 + c_1 \times 16^1 + c_0 \times 16^0) / 4096)^2$ $-36.125 \times (5 \times (c_2 \times 16^2 + c_1 \times 16^1 + c_0 \times 16^0) / 4096)$ $+121.31$ [deg. C]
d <sub>3</sub> d <sub>2</sub> d <sub>1</sub> d <sub>0</sub>	4 桁	温度 (受信機)	$-0.062626 \times (5 \times (d_2 \times 16^2 + d_1 \times 16^1 + d_0 \times 16^0) / 4096)^2$ $-38.305 \times (5 \times (d_2 \times 16^2 + d_1 \times 16^1 + d_0 \times 16^0) / 4096)$ $+126.89$ [deg. C]

指定文字ダウンリンク

JQ1YGU>JQ1YGV:ABCDEFGHIJKLMNPO (英文・半角カナ 120 文字まで送信可能)

## SEEDS の太陽電池面と座標について

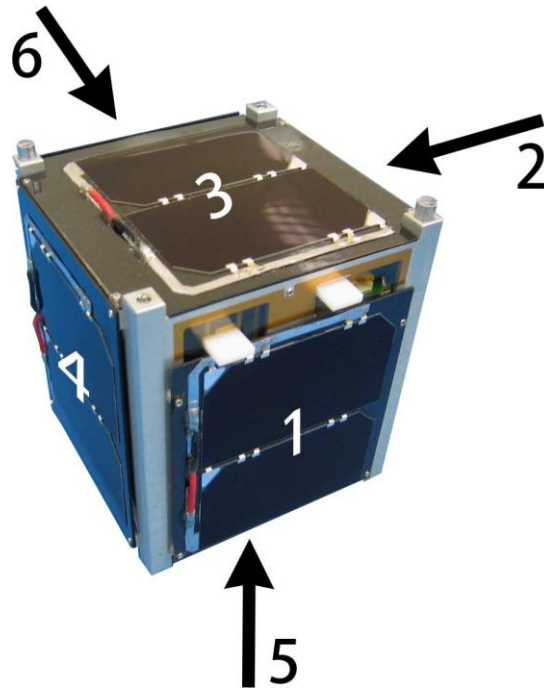


図 1 太陽電池の各面の識別

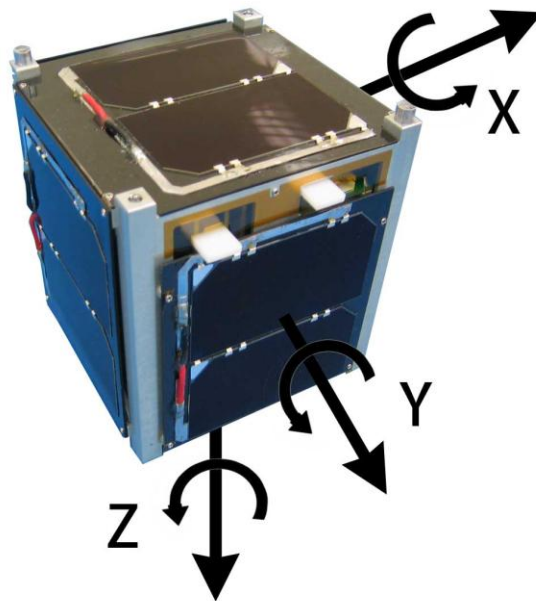


図 2 SEEDS の座標系

### 著作権

著作権は、日本大学工学部航空宇宙工学科 CubeSat 開発プロジェクトが有します。許可なくこの著作物を二次使用することを禁じます。

日本大学工学部航空宇宙工学科 CubeSat 開発プロジェクト

〒274-8501 千葉県船橋市習志野台 7-24-1 日本大学工学部航空宇宙工学科

E-mail:seeds\_contact@cubesat.aero.cst.nihon-u.ac.jp