

# LiteBIRDにおける全天スキャンおよびデータサイズの研究

服部 香里<sup>1</sup>、石野 宏和<sup>1</sup>、三澤 尚典<sup>1</sup>、片山 伸彦<sup>2</sup>、羽澄 昌史<sup>2</sup>、松村 知岳<sup>2</sup>、他 LiteBIRD Working Group  
1-岡山大理、2-IPNS/KEK

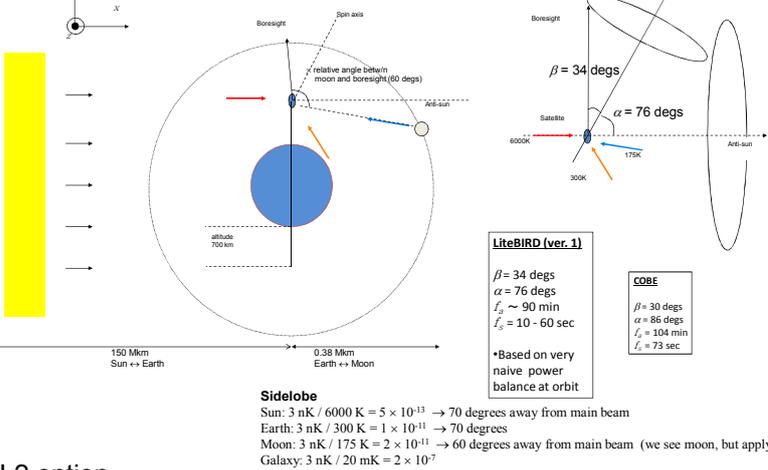
## 全天スキャンの最適化

ゴール...宇宙背景放射(CMB)の偏光を精密に測定  
→systematic errorをおさえることが必須  
→scan strategyが重要

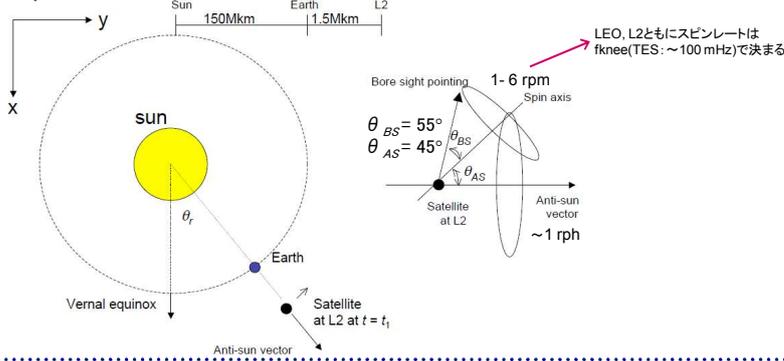
全天スキャンに対する要請  
→天球上の各ピクセルの観測時間の均一性  
→天球上の各ピクセルをさまざまな角度で観測(観測偏光角の一様性)  
→衛星のスピンのモジュレーションで1/fノイズを抑制  
→2,000 chの検出器からのデータが現実的なレートにおさまるようなスキャン・データ圧縮

## LEO option

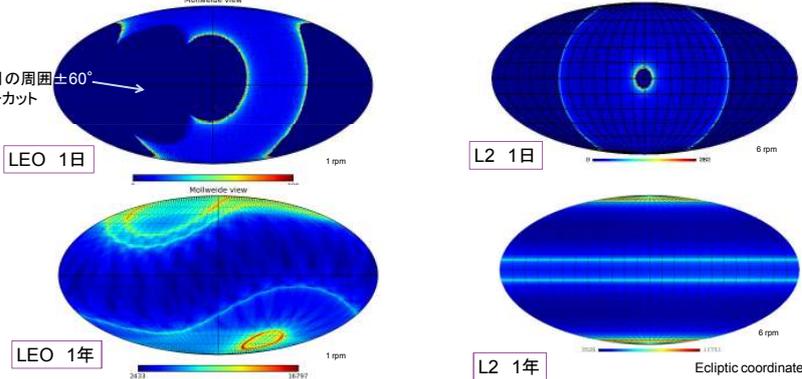
本発表では高度700 kmの太陽同期軌道を仮定



## L2 option

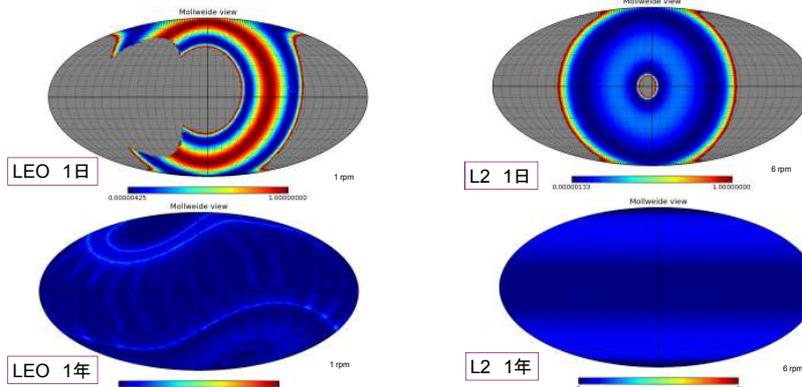


## 観測時間の均一性

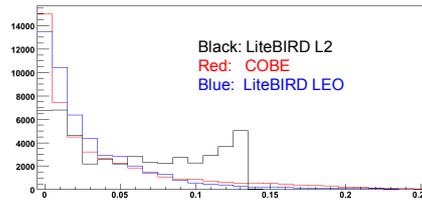


## 観測偏光角の一様性

$c = \langle \sin^2 \alpha \rangle^2 + \langle \cos^2 \alpha \rangle^2$ : 黄経と検出器のなす角



## 観測偏光角の一様性 (1 year)



ある空のピクセルに対して、 $c = \langle \sin^2 \alpha \rangle^2 + \langle \cos^2 \alpha \rangle^2$ が小さいほど、そのピクセルは等法的に観測されているといえる  
→焦点面の非等法性・main beam effectによる偏光成分の生成等の systematic errorをおさえられる

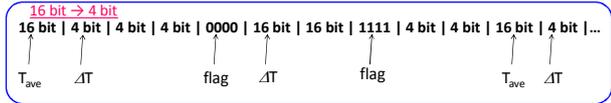
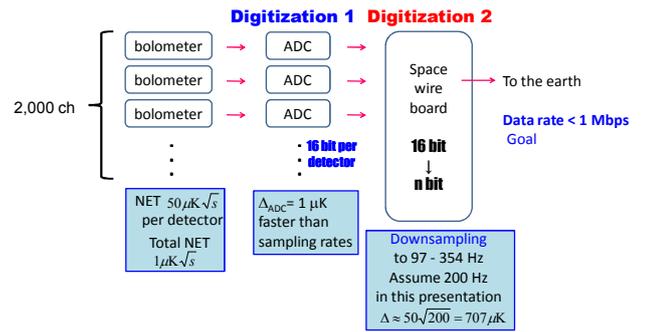
観測偏光角に関してはLEOはL2とほぼ同等

LEOの観測可能時間(moon cut)にかからない時間は一年の観測に対し、76.6%

$$c = \langle \sin^2 \alpha \rangle^2 + \langle \cos^2 \alpha \rangle^2$$

$\alpha$ : 黄経と検出器のなす角

## Data compression (16 bit → 4 bit)



ADC (analog to digital converter)のデータ(16 bit)をN samples毎に平均値をとり、平均値とその差に変換することにより、例えば4 bitに圧縮できる。銀河面等、急激に変化するシグナルに対しては、4 bitにおさまらないので、圧縮せずに送る。

## Sampling rate

				圧縮前	圧縮後	
LEO	Freq [GHz]	Beam [arcmin]	Ndet [#]	Sampling Rate [Hz]	Data rate [kbps]	Data rate [kbps]
Compression rate: 26.2 %	60	73	312	33	164.7	42.8
	80	55	312	44	219.6	57.1
	100	44	746	55	656.5	170.7
	150	29	434	83	576.4	150.4
	220	20	434	121	840.2	222.7
	total		2238		2457.4	643.7

				圧縮前	圧縮後	
L2	Freq [GHz]	Beam [arcmin]	Ndet [#]	Sampling Rate [Hz]	Data rate [kbps]	Data rate [kbps]
Compression rate: 25.7 %	60	73	312	48	239.6	62.3
	80	55	312	65	324.5	84.4
	100	44	746	81	966.8	251.5
	150	29	434	122	847.2	221.0
	220	20	434	177	1299.1	325.8
	total		2238		3677.2	945.0

2 × Nyquist sampling 16 bit → 4 bit  
 spin rate = 3 rpmを仮定

## Telemetry

✓LEO  
 1運用局あたりの通信可能時間 一日あたり約40分  
 2運用局の使用を仮定すると  
 データレート < 10 Mbps × 2 × 40 / (60 × 24) = 0.56 Mbps

✓L2  
 通信可能時間 1日あたり約6時間  
 X帯 4 Mbpsの使用を仮定すればデータレート < 1 Mbpsであればよい

## Conclusion and Future work

- ✓ LEO, L2ともに一日の観測で空の広い領域をカバー  
 → 時間変化するsystematic errorのstudyに有効
- ✓ 偏光角一様性に関しては、一年以上観測を続ければLEOはL2に遜色ない
- ✓ 今後もLEOとL2の検討を続けていく
- ✓ CRC (cyclic redundancy check)を加えてのデータレートの見積もり
- ✓ 1/fノイズの観測結果への影響の見積