

概要

太陽観測衛星「ひので」の打ち上げ以降、彩層やコロナにおける波動の観測的研究が熱を帯びている。特に、可視光望遠鏡(SOT)の撮像観測は、プロミネンスやスピキュール上の波動を磁力線の振動として捉え、波動の存在に関する認識を新たにしたと言える。太陽大気における進行波はコロナにエネルギーを運ぶ有用な手段であり、コロナ加熱問題を考える上でも十分に調べる必要がある。

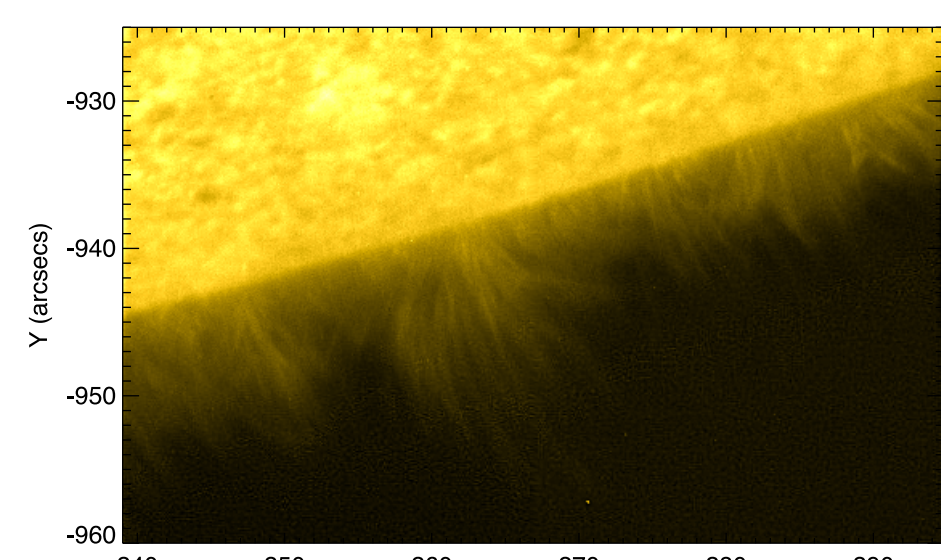
しかし、これらの先行研究においては磁力線に沿った振動の位相差が検出できておらず、観測された波動が定在波である可能性を排除できていない。そこで SOT の高時間分解能(1.6秒)のデータを用いることで、スピキュールを伝播する進行波の同定を試みた。本研究では、スピキュールの自動検出および波動の同定を行うプログラムを開発し、89 のスピキュールと多数の高周波の進行波を検出することに成功した。これらについて、個別的・統計的に解析を行い、上向き進行波(60%)・下向き進行波(20%)・定在波(20%)をそれぞれ検出、定在波の生成現場、波動の時間・高度分布などを明らかにした。

(Okamoto & De Pontieu 2011, ApJ, 736, L24)

観測

Hinode/SOT Ca II H フィルタ

- ターゲット：太陽縁のスピキュール
- 超高時間分解能 (1.6 秒) で 1 時間
- 極域コロナホール

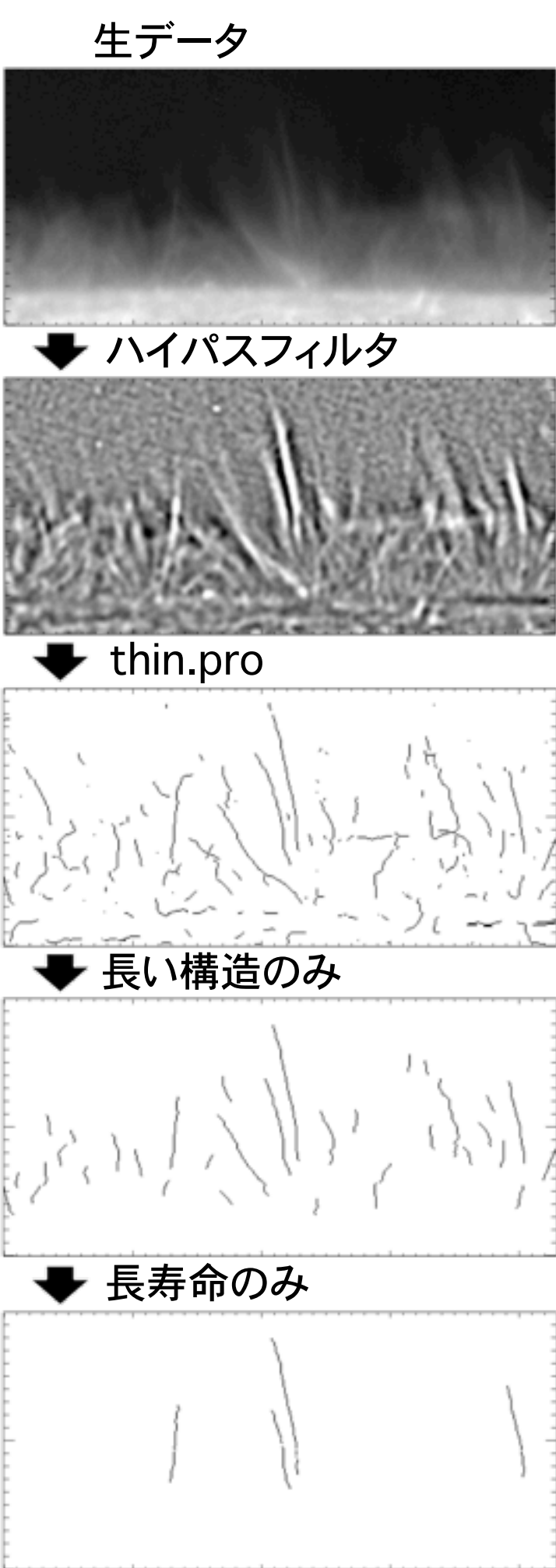


目的

1. 進行波の検出
2. 進行波とスピキュールの統計的性質の調査

自動検出

動画からスピキュールを自動検出する方法を開発。結構たいへん。



- Radial density filter
- 9枚画像を積分(SN比を稼ぐため)
- À trous algorithm (ハイパスフィルタ)
- “thin.pro” (IDL コマンド)
- 4秒角以上、かつ 4秒角ごとに 5度以下のずれ (1秒角は約 700 km)
- 連続する画像上で水平変位が 1 pix 以下
- 各スピキュールは 40秒以上の寿命を持ち、最大長が 8秒角以上あること
- ガウシアンフィッティングにより 1 pix 以下まで座標を取得

89 のスピキュールを検出

統計的性質

🌟 存在割合

	観測数	%
上向き進行波 (0 ~ 500 km/s)	1502	59
下向き進行波 (-500 ~ 0 km/s)	534	21
定在波 (± 500 km/s 以上)	500	20

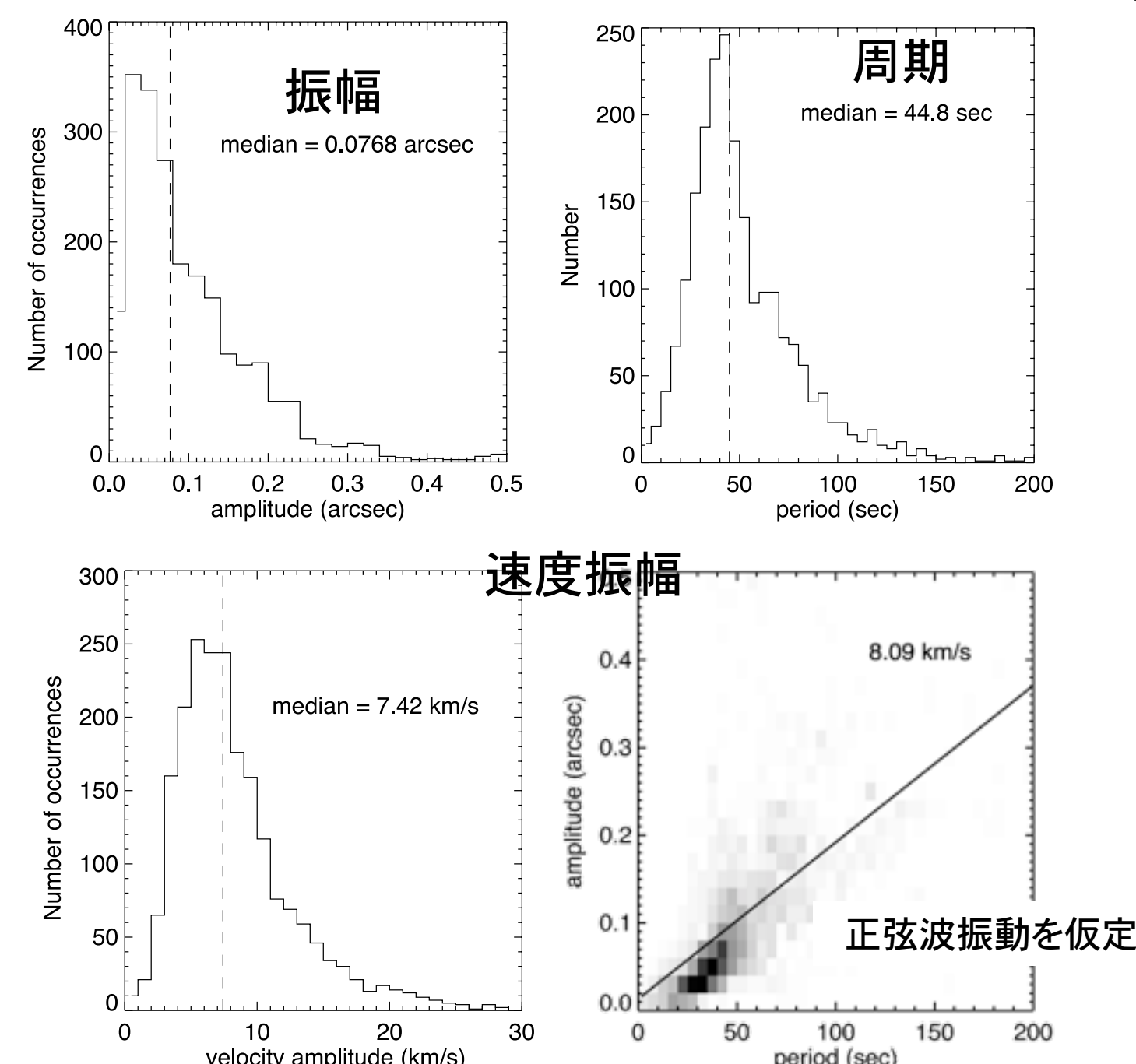
中央値は 270 km/s ~ 彩層の Alfven 速度

🌟 エネルギー輸送

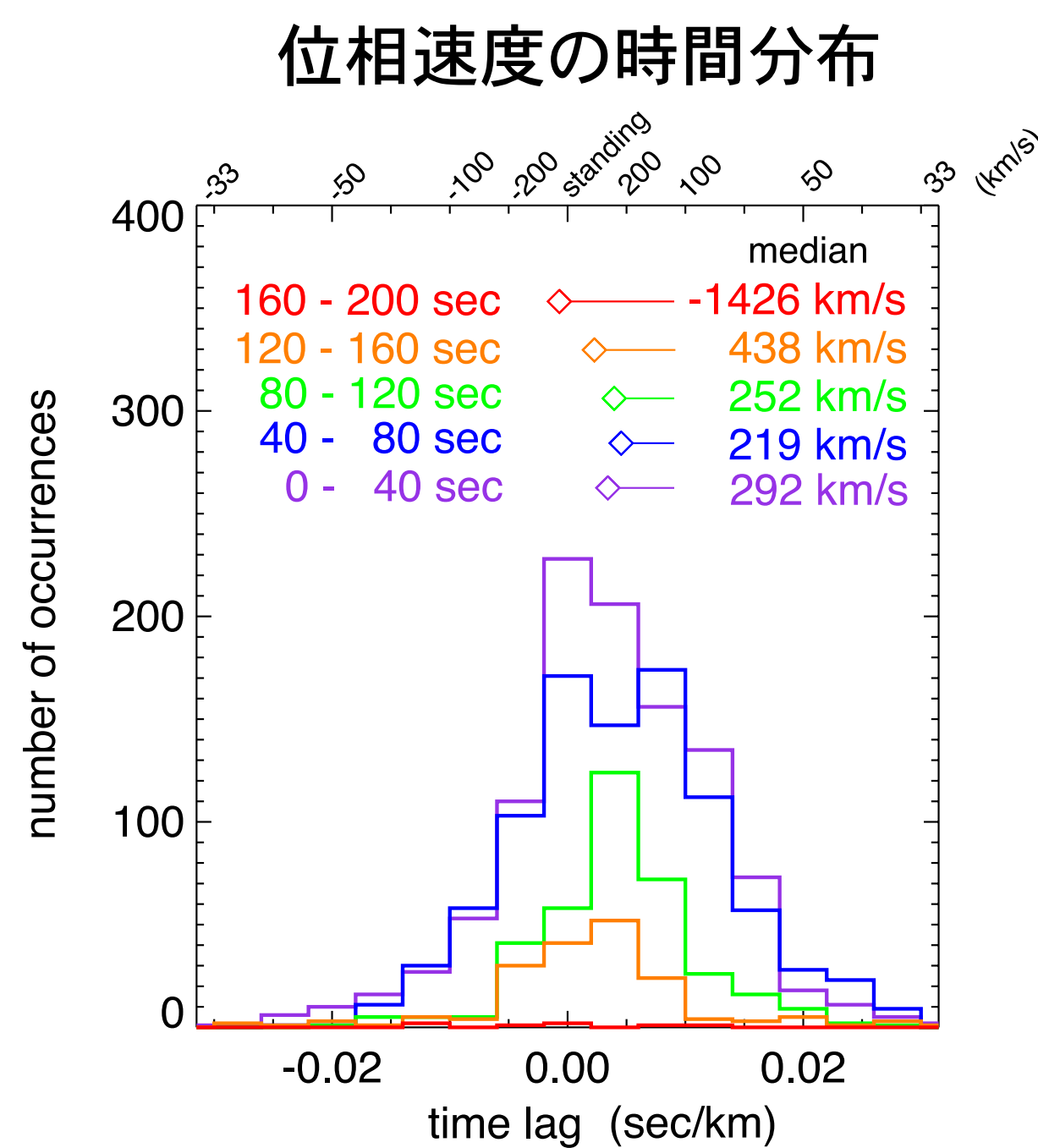
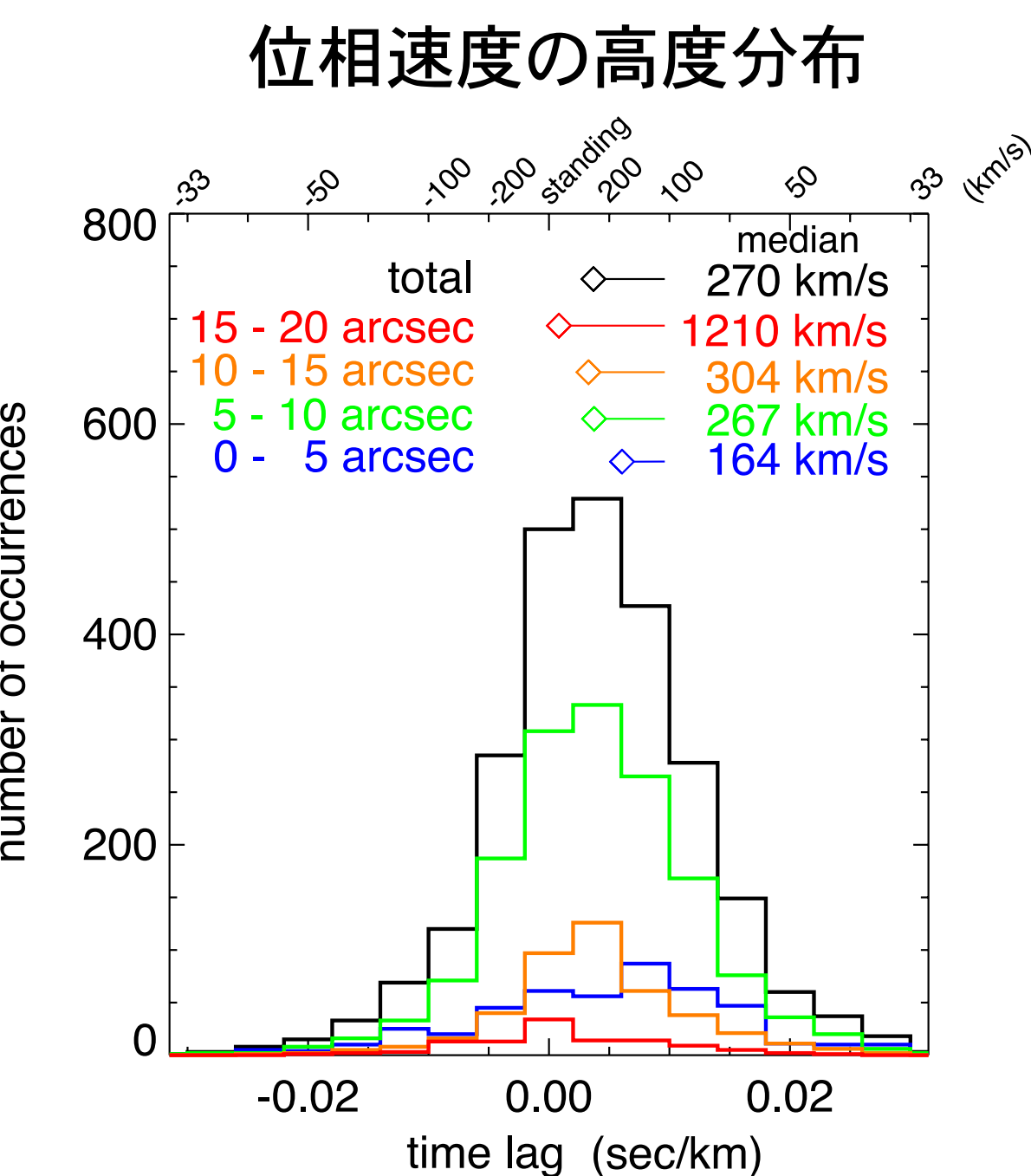
ポインティングフラックス : $2.5 \times 10^5 \text{ erg/cm}^2/\text{s}$
(正弦波的振動を仮定、 $V_A \sim 200 \text{ km/s}$, $\delta v \sim 7 \text{ km/s}$,
filling factor ~ 1 , 数密度 $\sim 10^{10} / \text{cm}^3$)
→ コロナ加熱に十分? (Withbroe & Noyes 1977)

ほとんどの高周波波動(70%以上 : Hollweg 1984) は遷移層での反射によりコロナへ到達しない。

低周波の波動がコロナ加熱にはより重要であろう。
(De Pontieu et al. 2007)



🌟 波動の性質



統計結果からの考察

波動がスピキュール上端で反射されるため、上部で多くの下向き進行波が発生

重ね合わせの結果、高速の波動が生成される = 定在波

見かけの位相速度が必ずしも Alfven 速度であるとは限らない (coronal seismology の際は注意)

