Lo spettrocoronografo ultravioletto UVCS a bordo della missione SOHO

(il contributo italiano)

Daniele Spadaro

INAF-Osservatorio Astrofisico di Catania

Giornata in memoria di Angioletta Coradini
"Sole e Sistema solare: progetti spaziali italiani"
INAF-Sede Centrale, 30 ottobre 2012

Solar and Heliospheric Observatory

Osservazioni dal punto lagrangiano L1: studio globale della stella Sole

UVCS: UltraViolet Coronagraph Spectrometer

PI: J.L. Kohl SAO, Cambridge MA, USA

Osservazioni spettroscopiche nell'UV della corona estesa:

- diagnostica delle regioni sorgente del vento solare

H I Lyα 1216 Å,
O VI 1032, 1038 Å
Visible light (pB)

Gabriel 1971, Withbroe et al. 1982, Noci et al. 1987

Il gruppo italiano, finanziato dall'ASI, ha fornito lo spettrometro e il canale VL
G. Noci – PCoI
Univ. FI, PD, TO, OACT, OATO, OAArcetri, OAPA, …

Sfida impegnativa per l'industria italiana
Alenia Spazio, Torino
Officine Galileo, Firenze

Non poche difficoltà… ma,
anche grande entusiasmo.

Alla fine ce l'abbiamo fatta!

L'avventura continua: vedi alcune presentazioni successive…

Cosa abbiamo imparato con UVCS?

- **Parametri fisici del vento solare:**
  velocità di espansione, temperature cinetiche, distribuzione di velocità di protoni e ioni minori, composizione chimica (ioni minori)

- **Per più di un ciclo di attività**

Espansione della corona solare durante la fase di minima attività

- **Vento solare veloce: dai buchi coronali polari**
- **Vento solare lento: dai bordi dei buchi coronali polari, regioni associate agli streamers equatoriali**

Vento solare dai buchi coronali
•Velocità di espansione

•Componente ioni OVI misurabile fino a 5 $R_\odot$

•Componente protoni misurabile fino a 3.5 $R_\odot$

Telloni et al. 2007

•Oltre 5 $R_\odot$ la velocità della componente O VI è prossima alla velocità asintotica del vento solare

- **Allargamento delle righe spettrali** ➡
- **Temperature cinetiche (buchi coronali)**
- **Anisotropia nella distribuzione di velocità degli ioni O VI**
  - massima tra 2.0 - 3.7 $R_\odot$ - già in regime supersonico

Telloni et al. 2007 cont., Antonucci et al. 2000, 2004 punti, Cranmer et al. 1999 tratteggiato

Telloni et al. 2009

Comportamento analogo (di minore entità) all'interno e lungo i bordi degli streamers
(Spadaro et al. 2007; Susino et al. 2008)

Indicazioni sulla deposizione di energia:

Accelerazione preferenziale perpendicolarmente al campo magnetico

Dissipazione di onde di Alfvén ad alta frequenza per risonanza ione-ciclotrone?

$$\Omega_i = q_i B / m_i c = \frac{e Z_i B}{m_p A_i c}$$

- **Dipendenza dal rapporto carica su massa dello ione:** Z_i / A_i
- **Righe di ioni con diverso rapporto** Z_i / A_i **:**

HI λ1216 (1.0), OVI λ1032 (0.31), …

HeII λ304 (0.25) ?!!

Verifica ipotesi !

Fluttuazioni rivelate nelle regioni esterne dell'atmosfera solare

Fluttuazioni di intensità H I Ly-α da dati UVCS/SOHO relativi ad una regione equatoriale (Telloni et al. 2009)

-vedi anche Bemporad et al. 2008, per una regione polare

Importanti per la comprensione dei meccanismi di trasferimento di energia dalle regioni coronali più interne a quelle in cui il vento solare è accelerato !!!

Vento solare lento: dove ha origine?

Mappe UVCS/SOHO

O VI
1032 Å

H I Lyα
1216 Å

Noci et al. 1997, Noci & Gavryuseva 2007

Abbo et al. 2009
Antonucci et al. 2005, 2010
MHD model Mikic et al. 1999

Conferma da abbondanze di ossigeno: confronto dati eliosferici e coronali

Ruolo della topologia del C.M.?

Variazione dei parametri fisici da buchi coronali a streamer - legame con la configurazione del campo magnetico

Abbo & Antonucci 2002,
Antonucci et al. 2005, 2006
Abbo et al. 2009

vedi anche:
Spadaro et al. 2005, 2007
Susino et al. 2008

Variazioni significative nell'intervallo:
1.5 - 2.7 $R_\odot$ entro 10° dal bordo dello streamer
Dissipazione di energia nel vento lento:
ha luogo in regime subsonico

Coronal Mass Ejections (CME) osservati con UVCS

(Ciaravella et al 2003,ApJ,597,1118)

<u>Doppler shifts:</u> campi di velocità, energetica, shock coronali

- **Ciaravella et al.**
- **Antonucci et al.**
- **Mancuso et al.**
- **Bemporad et al.**
- **Ventura et al.**

- **Giordano et al. 2012, JGR, sottomesso**
  Catalogo CME osservati con UVCS: <u>1057</u>

Variazioni nel tempo del Doppler shift
Moto elicoidale

"untwisting" elicoidale sinistrorso ~ 9×10^{-4} rad sec^{-1}
Ciaravella et al. 2002

Vedi anche: Antonucci et al. 1997,
Ciaravella et al. 1997, 2000, 2001, 2002

Evidenza di “current sheet” nella scia di CME Emissione nella riga del Fe XVIII (6.3×10^6 K) in regioni di plasma molto strette

Ciaravella et al. 2002, Raymond et al. 2003, Ko et al. 2003, Bemporad et al. 2006, Ciaravella & Raymond 2008, Schettino et al. 2009

CME-driven shocks

Intenso radio-burst di tipo II

Compressione dati luce bianca

<u>Attraversamento FoV UVCS</u>

Effetti evidenti sulle righe spettrali:
- intensità
- ampiezza dei profili

Temperatura del plasma, stima C.M.

(Bemporad & Mancuso 2010)

Osservazioni di comete con UVCS:

Idrogeno neutro chioma, coda

La prima!

Antonucci & Fineschi 1997

Ancora…

…comete!

IMPATTO SCIENTIFICO:

- Pubblicazioni con dati **SOHO** su riviste con referee: **4412**
- di cui **518** con dati **UVCS**
- Ampio riconoscimento del contributo italiano alla missione

Congresso in occasione dei 10 anni di
attività scientifica di SOHO (1996-2006)
in Italia (Giardini Naxos, ME)
più di 350 partecipanti…

GRAZIE per l'attenzione!