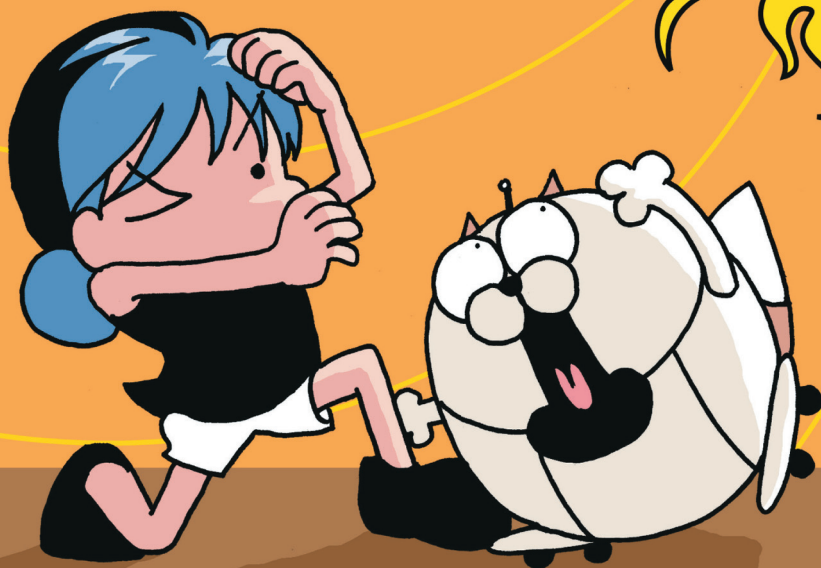
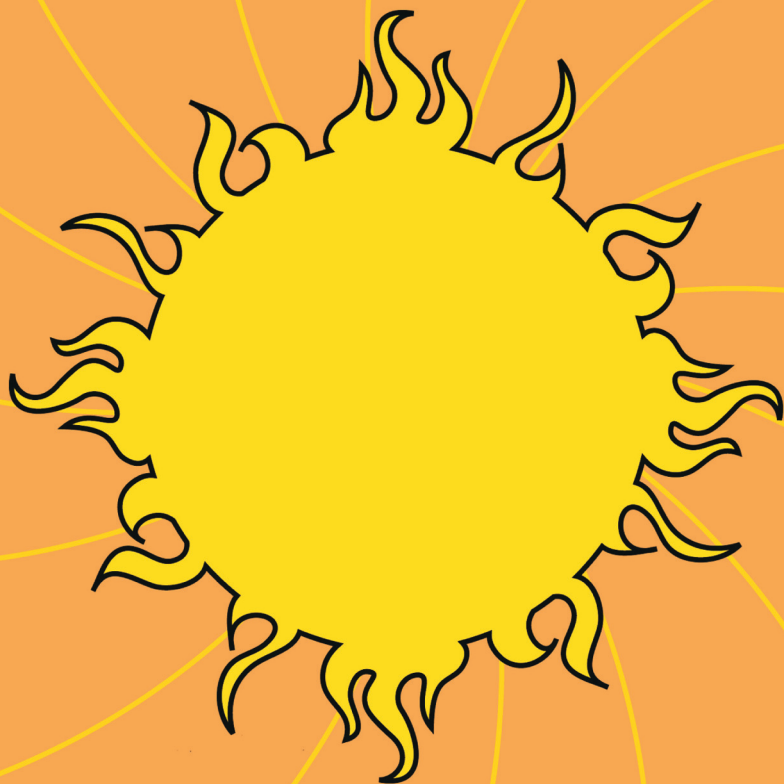


Che cos'è il vento solare?!



Coordinamento scientifico M. KOJIMA e Y. KAMIDE
Illustrazioni HAYANON
Traduzione italiana R. BRUNO
Supervisione M. CANDIDI



Guardando l'invisibile vento solare



L'attività solare cambia con un ciclo di circa 11 anni. Il numero di macchie solari raggiunge il suo picco durante il periodo attivo del Sole chiamato "massimo solare", mentre le macchie solari quasi scompaiono durante il periodo quieto chiamato "minimo solare".

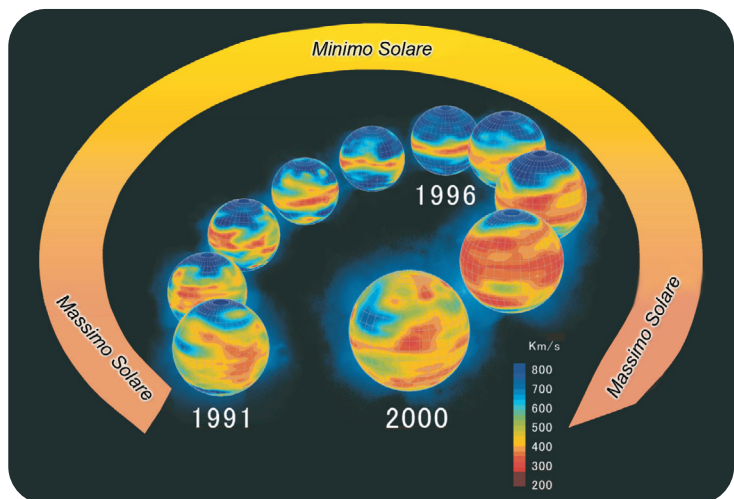
Si sa anche che l'emissione di energia luminosa del Sole varia a seconda dell'attività solare. Comunque, la sua variazione è solo dello 0.1%; è così piccola che per noi è quasi impossibile accorgerci che il Sole sta diventando più luminoso o più scuro, durante il ciclo degli 11 anni. La luce del Sole trasporta la parte maggiore dell'energia emessa, seguita da neutrini e vento solare. Il neutrino è ora un soggetto famoso, grazie al premio nobel in fisica attribuito nel 2002. Queste particelle elementari hanno la caratteristica unica di non interagire con altre sostanze. Questo permette loro di attraversare perfino la Terra! Nonostante l'enorme energia solare posseduta

dai neutrini si ritiene che la loro influenza sulla Terra possa essere trascurabile. Infine, l'energia del vento solare è solo un milionesimo di quella trasportata dalla luce. Ciò nonostante, se il vento solare fosse visibile mostrerebbe cambiamenti dinamici sorprendenti durante il ciclo solare.

La figura in basso è stata ottenuta in un modo particolare che viene descritto nell'ultima pagina. Essa mostra la velocità e la distribuzione del vento solare durante un ciclo solare. Il vento solare di alta velocità di 700-800 km per secondo è indicato dal colore blu scuro. Più caldo è il colore più lento è il vento solare. Il colore rosso è il vento solare di bassa velocità di 300-400 km per secondo. Ciascuna figura del Sole fornisce un'informazione sul vento solare annuale che corrisponde agli anni che vanno dal 1991 al 2000.

Riguardo all'attività solare il numero di macchie iniziò a diminuire a partire dal '91 durante il massimo solare e scomparve quasi nel 1996 durante il minimo solare. Poi riprese ad aumentare di nuovo fino al 2000, massimo solare successivo. Se tu guardi l'immagine per il 1996, noterai che il vento solare di alta velocità proviene da regioni di media latitudine e dalle regioni polari mentre il vento di bassa velocità proviene dalla fascia equatoriale. Quando il Sole diventa attivo le zone di bassa velocità si espandono in latitudine fino a coprire gran parte della superficie solare. Al contrario, le aree di vento solare ad alta velocità si restringono verso le regioni polari. Al massimo solare, il vento solare lento viene emesso dalla quasi totalità della superficie del Sole. Il vento solare si espande nella vastità dello spazio interplanetario.

Ora, esaminiamo come il vento solare influenza anche la nostra vita.



Cambiamenti annuali della distribuzione del vento solare.

(Osservazioni ed analisi dati del Solar Terrestrial Environment Laboratory)

OGGI É UN
BELLISSIMO GIORNO

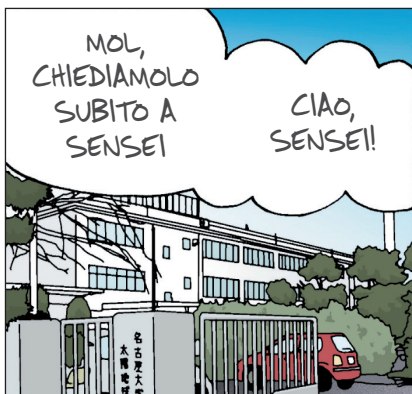
MOL, UN'APPASSIONATA
DI SCIENZA, ED IL SUO CANE
ROBOTICO MIRUBO SEMBRA
CHE ABBIANO DECISO DI FARE
UNA PASSEGGIATA AL SOLE

SI STA
PROPRIO
BENE!!

SÍ, É PROPRIO
VERO! IO ADORO
CROGIOLARMI AL
SOLE

MOL,
NON PENSI

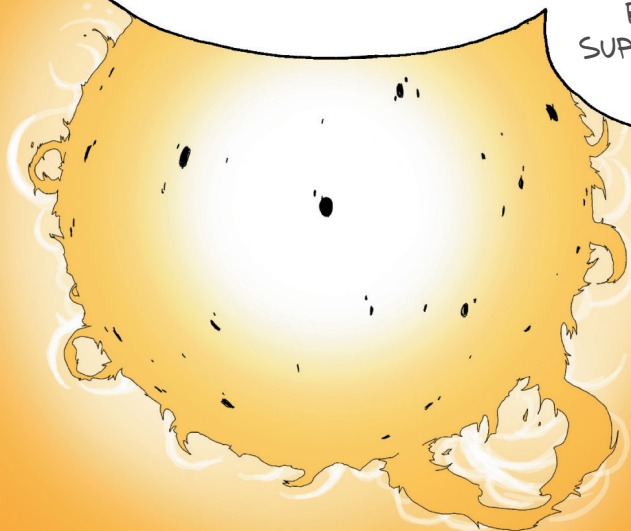
CHE SIA
UN PÓ STRANO
CHE LA LUCE ED
IL CALORE DEL
SOLE GIUNGANO
FINO A NOI DA
COSÍ
TANTO
LONTANO?



PRIMA DI TUTTO, FATEMI SPIEGARE COSA ACCADE NEL SOLE.

ALL'INTERNO DEL SOLE HA LUOGO UN PROCESSO FISICO CHIAMATO FUSIONE NUCLEARE. QUATTRO NUCLEI DI IDROGENO SI TRASFORMANO IN UN NUCLEO DI ELIO

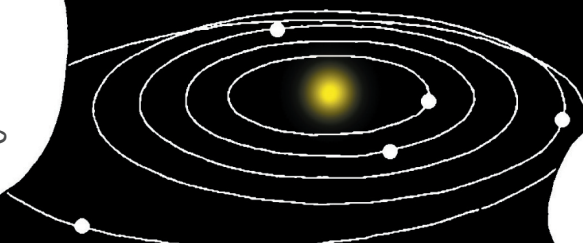
L'ENERGIA PRODOTTA DA QUESTA REAZIONE RAGGIUNGE LA SUPERFICIE DEL SOLE.



GLI ATOMI DI IDROGENO CHE SI TROVANO SULLA SUPERFICIE SI RISCALDANO A PIÙ DI 1 MILIONE DI °C, DANDO LUOGO AD ELETTRONI E PROTONI

L'INSIEME DI QUESTE PARTICELLE, CHIAMATO PLASMA, È SIMILE AD UN GAS E POSSIEDE UNA PRESSIONE TALE CHE ABBANDONA RAPIDAMENTE LA SUPERFICIE

IL GAS DI PLASMA, VIAGGIA QUINDI NELLO SPAZIO INTERPLANETARIO AD ALTISSIMA VELOCITÀ, FRA 300 ED 800 KM/SEC!

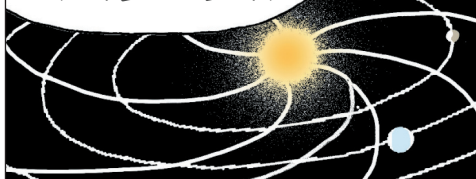


QUESTO È IL VENTO SOLARE



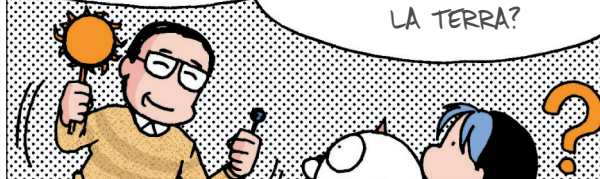


LE LINEE DEL CAMPO MAGNETICO VENGONO STIRATE VIA DAL SOLE, FORMANDO ENORMI SPIRALI A CAUSA DELLA ROTAZIONE SOLARE

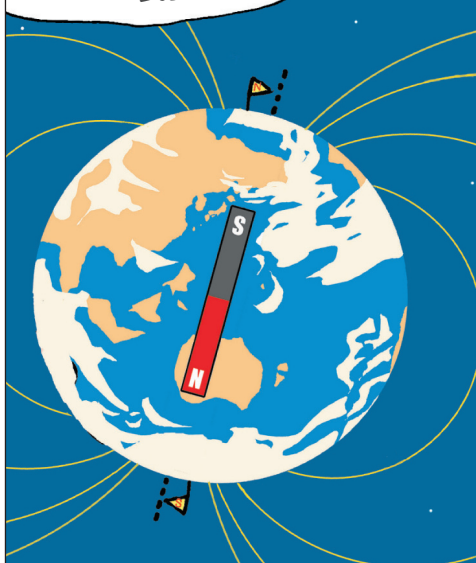


OVVIAMENTE, LE LINEE DEL CAMPO MAGNETICO SOLARE RAGGIUNGONO LA TERRA.

COSA PENSATE CHE ACCADA QUANDO IL VENTO SOLARE E LE LINEE DEL CAMPO MAGNETICO URTANO LA TERRA?



COME SAPETE GIÀ, ANCHE LA TERRA È COME UNA GROSSA CALAMITA CON IL SUO POLO NORD E POLO SUD



LE LINEE DEL CAMPO MAGNETICO TERRESTRE, DETTO GEOMAGNETICO, BLOCCANO IL VENTO SOLARE COME UNA BARRIERA

GRAZIE A QUESTA BARRIERA, NOI SIAMO LIBERI DALLA MINACCIA DEL VENTO SOLARE



COMUNQUE, QUESTA BARRIERA NON PUÒ SCHERMARE COMPLETAMENTE IL VENTO SOLARE

QUANDO IL VENTO SOLARE URTA CONTRO IL CAMPO GEOMAGNETICO, LA SUA ENORME ENERGIA PENETRA NELLA MAGNETOSFERA TERRESTRE SOTTO VARIE FORME



L'AURORA
È UNO DEI FENOMENI
CAUSATI DALL'ENERGIA
CHE PROVIENE DAL SOLE

IL FLUSSO DI PLASMA DEL VENTO
SOLARE CREA L'AURORA URTANDO
GLI ATOMI E LE MOLECOLE
DELLE REGIONI PIÙ ALTE
DELL'ATMOSFERA TERRESTRE

LE CONDIZIONI DEL VENTO SOLARE
POSSONO CAMBIARE
IMPROVVISAMENTE A SECONDA
DELL'ATTIVITÀ SOLARE.

QUESTI CAMBIAMENTI
POSSONO DANNEGGIARE
NON SOLO I SATELLITI IN
ORBITA MA ANCHE GLI
APPARATI ELETTRICI A TERRA
INDUCENDO INTENSE CORRENTI
ELETTRICHE NEI LORO
CIRCUITI

NONOSTANTE IL VENTO SOLARE
SIA INVISIBILE E NON POSSA
ESSERE RILEVATO SULLA
TERRA,...

LA SUA INFLUENZA SULLA
NOSTRA VITA E SUL NOSTRO
AMBIENTE VIENE AVVERTITA
IN MOLTI MODI

IL VENTO SOLARE
RAPPRESENTA
SENZA DUBBIO
UNA MINACCIA

COMUNQUE,
POTREBBE ESSERE
PEGGIO SE NON CI
FOSSE!

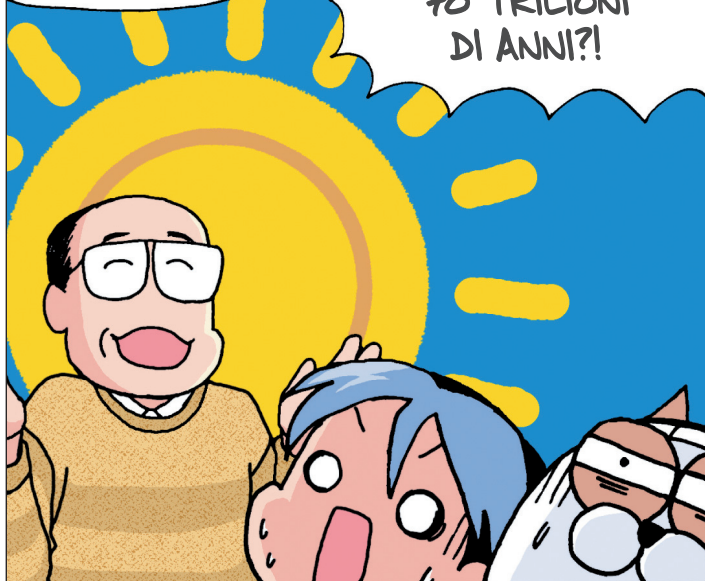




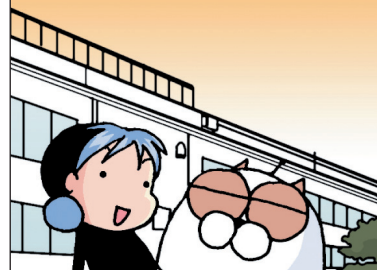


UN SEMPLICE
CALCOLO CI DICE CHE
IL SOLE IMPIEGHERÀ
70 TRILIONI DI ANNI
PER PERDERE TUTTA
LA SUA MASSA

SORPRENDENTE!
70 TRILIONI
DI ANNI?!



NONOSTANTE L'ENORME
QUANTITÀ DI VENTO
SOLARE, IL SOLE NON
SCOMPARRÀ.
IL SOLE É DAVVERO
GRANDE





IL VENTO SOLARE
STA SOFFIANDO IN
QUESTO PRECISO
ISTANTE





MOL E MIRUBO
IMMAGINANO ORA
IL VENTO SOLARE
CHE VIAGGIA AD
IMMENSE DISTANZE
DA NOI NELLO SPAZIO
SENZA FINE

Che cos'è il vento solare?


 Ciao Maestro. Oggi ho una domanda riguardo al vento che soffia dal Sole. Può essere visto da una stazione spaziale?


 Il vento solare che giunge in prossimità della Terra contiene solo circa 10 particelle in un volume equivalente a quello di una zolletta di zucchero. Si tratta di un gas molto tenue quasi come il vuoto assoluto, che non emette alcuna luce abbastanza intensa da essere vista ad occhio nudo.


 Quando fu scoperto il vento solare? Come ci si rese conto di questa presenza invisibile? Anch'io non ne ho la più pallida idea.


 Nel Novecento la gente iniziò a pensare che qualche altra cosa giungesse dal Sole a Terra oltre alla luce perché, dopo alcuni giorni dall'insorgere di macchie e brillamenti sul Sole, il campo geomagnetico veniva disturbato e apparivano le aurore.

 Quando le macchie scompaiono il vento solare non soffia?


 Oh, certo che soffia. Soffia sempre. In realtà, il vento solare è l'atmosfera stessa del Sole. Attorno al 1950, uno scienziato tedesco chiamato L. Biermann studiando le code delle comete scoprì che il vento solare soffiava anche quando non si osservavano macchie sul Sole.

 La coda di una cometa è come un festone sbattuto dal vento.


 Quando è stato osservato direttamente il vento solare?

 Non è stato che nel 1962 che si è riusciti a provare l'esistenza del vento solare. La sonda Mariner II riuscì a rilevare direttamente il vento solare durante la sua missione verso Venere.


 È stata una grande scoperta, vero?


 In realtà, uno scienziato americano E. Parker aveva sviluppato una teoria del vento solare quattro anni prima della scoperta di Mariner II. Egli aveva predetto che la sua velocità doveva aggirarsi intorno ad alcune centinaia di chilometri al secondo. Egli stesso gli dette il nome di vento solare.


 Fin dove arriva il vento solare oltre la Terra?

 Esso giunge oltre Saturno ed Urano per poi scontrarsi col gas interstellare. Da qui in poi il vento solare diventa sempre più tenue e freddo. Laddove la pressione del vento solare e del gas interstellare si bilanciano si trova il confine dell'eliosfera.

 Cosa c'è dopo l'eliosfera?

 La temperatura appena fuori l'eliosfera è estremamente alta, circa 8000 gradi. Questa regione contiene sia idrogeno ionizzato come nel vento solare sia idrogeno neutro, ma è molto tenue. Quegli atomi hanno una densità di meno di un decimo di quella del vento solare che fluisce in prossimità della Terra.

 Ci si aspetta che l'eliosfera debba avere una enorme coda immersa nel gas interstellare come la coda di una cometa.

 Ora sono sicuro che una coda è davvero qualcosa di importante. Guarda che coda che ho! Non vorresti averne una anche tu, Mol?

 Veramente no...

Rivolggi gli occhi al cielo per osservare il vento solare!

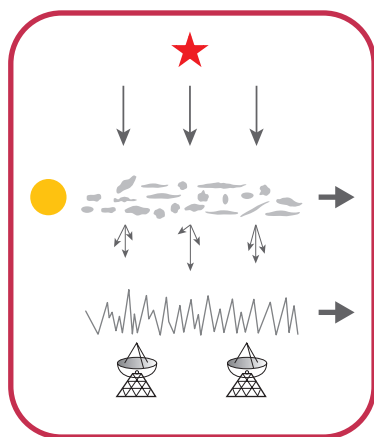


Un certo numero di satelliti è stato lanciato per osservare il vento solare ma le loro traiettorie non possono sfuggire dal piano orbitale dell'eclittica.

Solo la sonda solare Ulisse, lanciata nel 1990, è riuscita ad uscire dal piano orbitale inclinando la sua traiettoria di quasi 90 gradi grazie all'aiuto dell'immensa forza gravitazionale di Giove! Comunque, non c'erano molte sonde attive allo stesso tempo da poter fornire un'immagine d'insieme del vento solare che si espande nel vasto spazio interplanetario. In realtà,

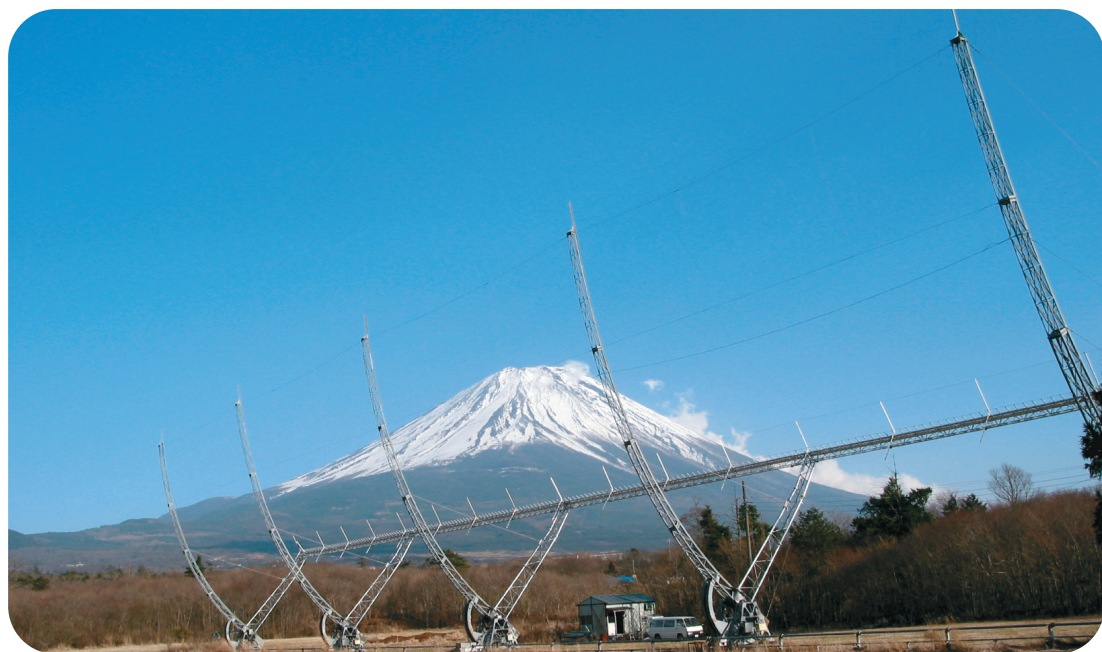


osservazioni da Terra possono completare le osservazioni da satellite per fornire un quadro d'insieme. Nel 1964, A. Hewish ed i suoi colleghi all'università di Cambridge scoprirono che onde radio provenienti dallo spazio profondo variavano d'intensità nel giro di pochi secondi. Questo fenomeno è simile allo sfavillio delle stelle causato dalla turbolenza dell'atmosfera terrestre. La luce di una stella viene diffusa in diverse direzioni quando passa attraverso l'atmosfera che fa sì che la stella scintilli.



Per le onde radio provenienti da una sorgente radio, la diffusione è causata dalle particelle cariche del plasma del vento solare (vedi figura a sinistra). C'è un numero illimitato di sorgenti radio in tutte le direzioni del cielo viste da Terra. Lo "scintillio" delle loro onde radio ci fornisce a terra importanti informazioni in breve tempo per capire la struttura del vento solare nello spazio circumsolare a differenti distanze latitudinali dal piano orbitale.

Il Solar-Terrestrial Environment Laboratory (STEL) effettua osservazioni del vento solare per mezzo di telescopi radio situati in quattro differenti siti in Giappone. Uno di essi è ai piedi del monte Fuji (vedi foto in basso). Questo telescopio ha un'antenna lunga 100 m (EW) e larga 20 m (NS), che opera ad una frequenza di 327 MHz. La sua enorme superficie riflettente di forma parabolica è formata da migliaia di fili di acciaio inossidabile saldati fra di loro.





L'Agenzia Spaziale Italiana (**ASI**) è un ente pubblico, che dipende dal Ministero dell'Università e della Ricerca e opera con diversi altri dicasteri, il Ministero della Difesa, dell'Ambiente e delle Comunicazioni. L'ASI opera in vari settori della scienza spaziale ed ha un ruolo di primo piano in Europa, dove l'Italia è il terzo paese che contribuisce all'Agenzia Spaziale Europea, e con la NASA, per la costruzione e l'attività della Stazione Spaziale Internazionale. Grazie all'ASI, la comunità scientifica italiana ha ottenuto successi in astrofisica e cosmologia, nell'esplorazione spaziale alla scoperta dei segreti di Marte, Giove, Saturno, nelle osservazioni della Terra. L'Italia, con l'ASI e l'industria italiana, continua una tradizione di ricerca nella propulsione spaziale come leader del programma europeo VEGA. L'ASI opera nel mercato delle telecomunicazioni e della navigazione satellitare.

www.asi.it

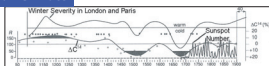


Il Solar-Terrestrial Environment Laboratory (**STEL**), della Nagoya University è gestito grazie ad una cooperazione inter-universitaria in Giappone. Il suo scopo è quello di promuovere "la ricerca sulla struttura e la dinamica del sistema Sole - Terra", in collaborazione con numerose Università e Istituti sia in Giappone sia all'estero. Questo Istituto è costituito da quattro Divisioni di ricerca: Ambiente Atmosferico, Ambiente Ionosferico e Magnetosferico, Ambiente Eliosferico, Studi Integrati. Anche il "Center for Joint Observations and Data Processing" è affiliato allo STEL per coordinare progetti di ricerca congiunti e costruire data bases. Nei suoi sette Osservatori/Stazioni distribuiti su tutta la nazione, sono condotte osservazioni di vari componenti fisici e chimici.

www.stelab.nagoya-u.ac.jp

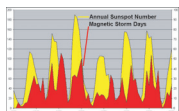
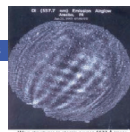
CAWSES: A SCOSTEP Program 2004-2008

Solar Influence on Climate



Space Weather: science and Applications

Atmospheric Coupling Processes



Space Climatology



CAWSES è un programma internazionale sponsorizzato da **SCOSTEP** (Commissione Scientifica per la fisica delle relazioni Sole-Terra)

ed è stato istituito con lo scopo di accrescere significativamente la conoscenza dell'ambiente spaziale e il suo impatto sulla vita e società. Le funzioni principali di CAWSES sono sostenere e coordinare le attività internazionali di osservazione, di sviluppo di teorie e modelli, cruciali per il raggiungimento di questa conoscenza, di coinvolgere ricercatori dai paesi sviluppati e in via di sviluppo, e di favorire opportunità per l'educazione degli studenti di ogni livello. CAWSES ha sede presso l'Università di Boston, MA, USA. I quattro Temi scientifici di CAWSES sono mostrati nella figura accanto.

Per informazioni:

www.bu.edu/cawses
www.scostep.ucar.edu

Hayanon

Laureata in Fisica all'Università di Ryukyu, Hayanon, scrittrice e cartoonist, ha contribuito a numerose collane in note riviste grazie alla sua ampia cultura scientifica e alla conoscenza dei giochi elettronici. Il suo stile coerente e il suo amore per la scienza sono molto apprezzati.

www.hayanon.jp

Kodomo no Kagaku (*Science for Children*)

Kodomo no Kagaku, pubblicato da Seibundo Shinkosha Publishing Co., Ltd. è una rivista mensile per ragazzi. Sin dal numero iniziale nel 1924, questa rivista ha sempre promosso l'educazione scientifica evidenziando i fenomeni scientifici sotto vari punti di vista.

www.seibundo-shinkosha.net

Che cos'è il vento solare?! è la versione italiana di *What is the Solar Wind?!* pubblicato in cooperazione con Kodomo no Kagaku.