

Che cos'è la meteorologia spaziale?!



NAGOYA UNIVERSITY



Institute for
Space-Earth
Environmental
Research



SCIENTIFIC COMMITTEE ON SPACE-STEP PROGRAM



Illustrazioni HAYANON+SCIENCE MANGA STUDIO
Traduzione italiana ARIANNA BENELLI
Supervisione GIULIA ABBATI, LUCILLA ALFONSI



È vero che esiste il meteo dello spazio? Il Sole, che pensavamo fosse sempre uguale, in realtà cambia a un ritmo vertiginoso, da molto tranquillo a esplosivo. Quando il **“vento solare”**, che è composto da plasma emesso dal Sole, causa una **“tempesta magnetica”** sulla Terra, le infrastrutture elettriche a terra possono subire danni gravi.

Per conoscere questi fenomeni in anticipo e prevenire i danni, in tutto il mondo si sta facendo ricerca **“nell’ambito della meteorologia spaziale”**, in particolare l’attività solare viene studiata per prevedere gli effetti sullo spazio che circonda la Terra. Scopriamo insieme la meteorologia spaziale con **MIRUBO, MOL** e i ricercatori **(SENSEI)** in questo MANGA!

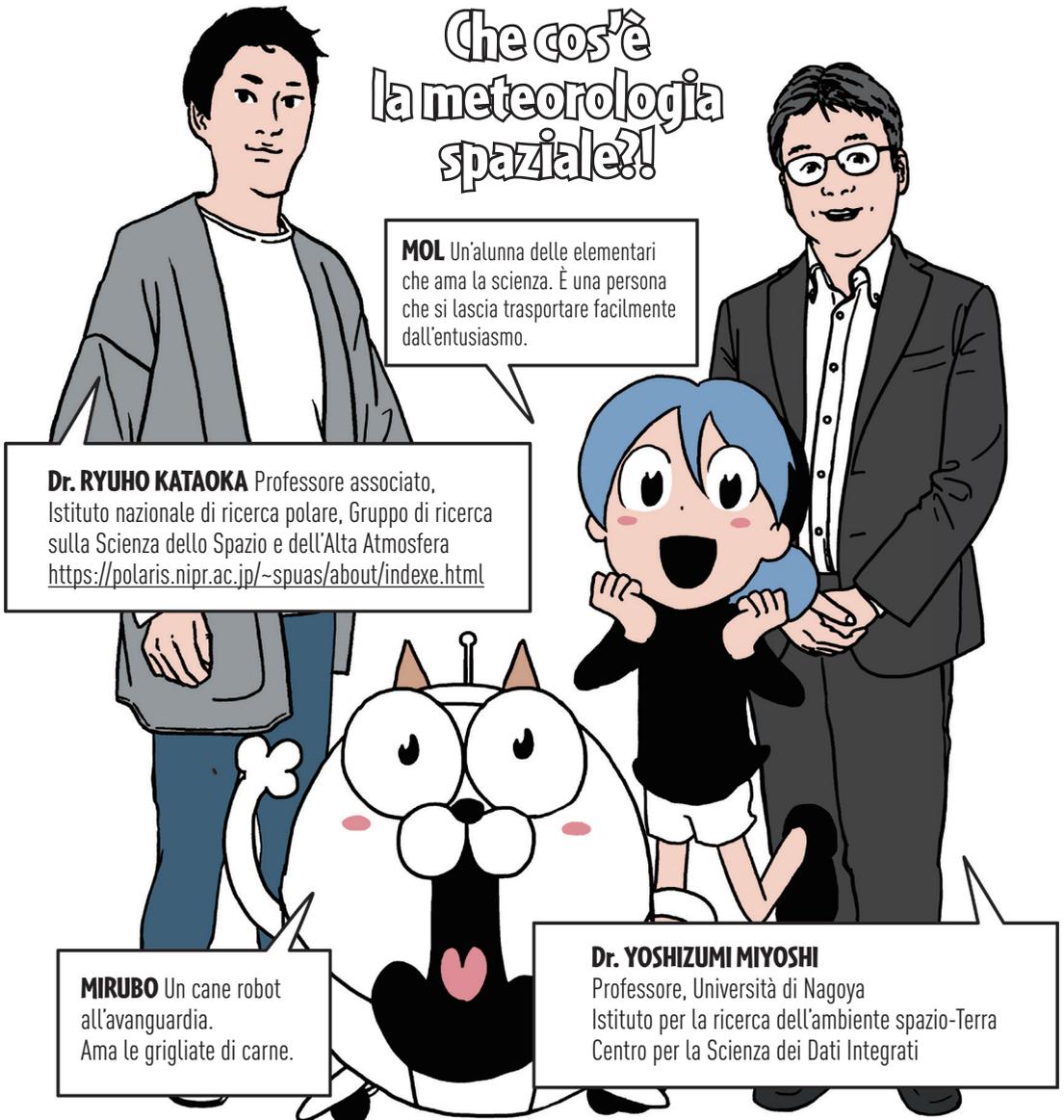
Che cos'è
la meteorologia
spaziale?!

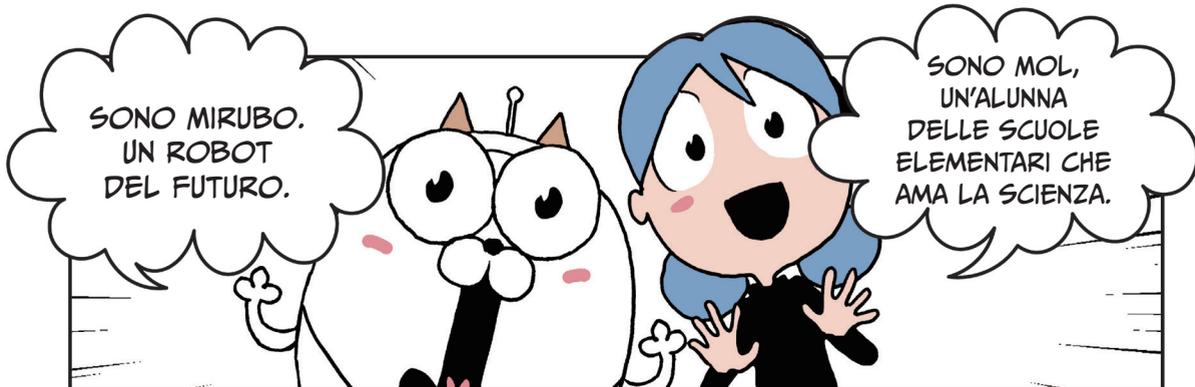
MOL Un'alunna delle elementari che ama la scienza. È una persona che si lascia trasportare facilmente dall'entusiasmo.

Dr. RYUHO KATAOKA Professore associato, Istituto nazionale di ricerca polare, Gruppo di ricerca sulla Scienza dello Spazio e dell'Alta Atmosfera
<https://polaris.nipr.ac.jp/~spuas/about/indexe.html>

MIRUBO Un cane robot all'avanguardia. Ama le grigliate di carne.

Dr. YOSHIZUMI MIYOSHI
Professore, Università di Nagoya
Istituto per la ricerca dell'ambiente spazio-Terra
Centro per la Scienza dei Dati Integrati



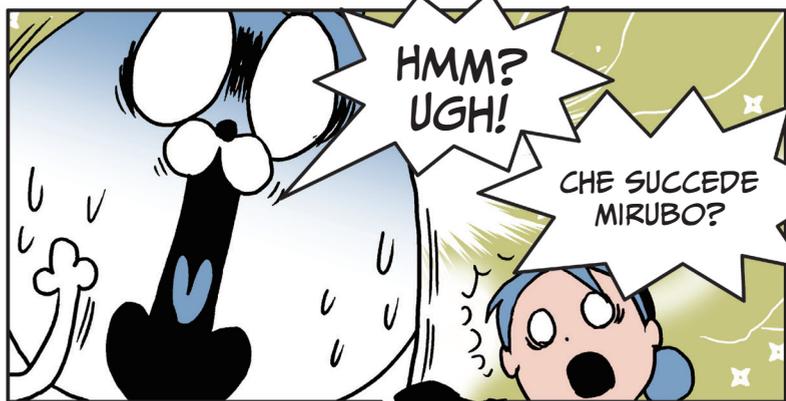


SONO MIRUBO.
UN ROBOT
DEL FUTURO.

SONO MOL,
UN'ALUNNA
DELLE SCUOLE
ELEMENTARI CHE
AMA LA SCIENZA.

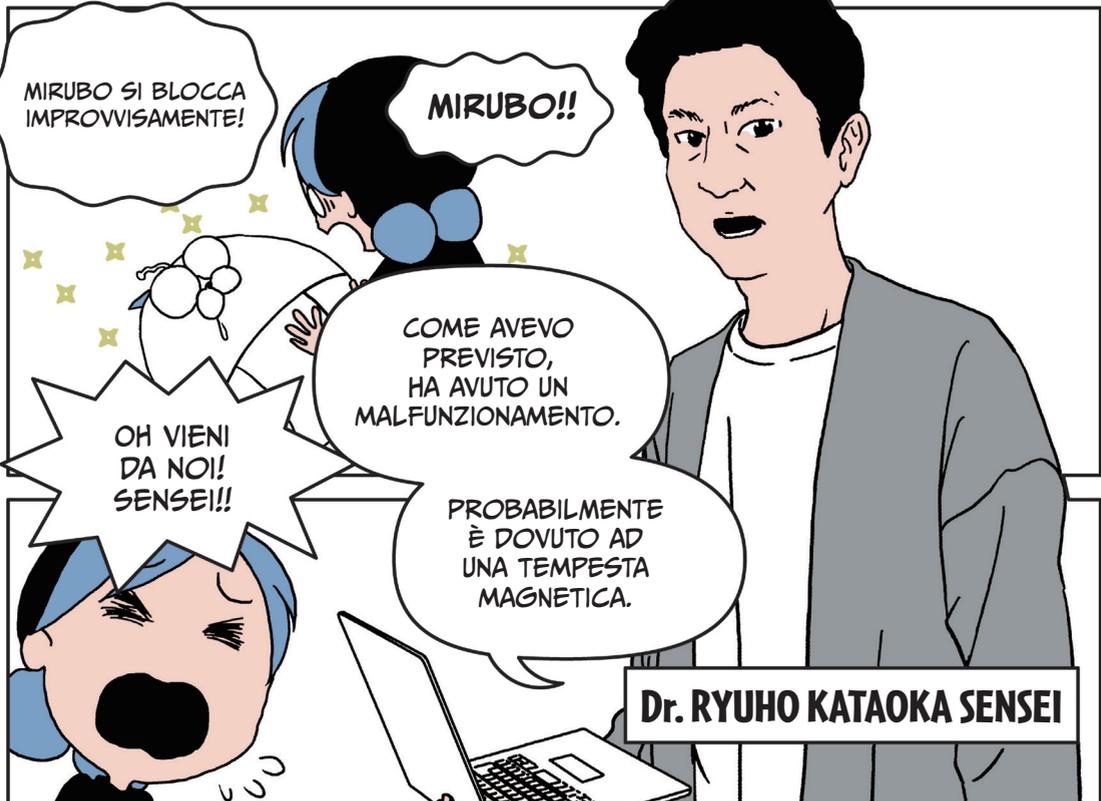


QUESTO È UN ISTITUTO
DI RICERCA!
OGGI SONO QUI
PER CERCARE
UNA STORIA
INTERESSANTE.



HMM?
UGH!

CHE SUCCED
MIRUBO?



MIRUBO SI BLOCCA
IMPROVVISAMENTE!

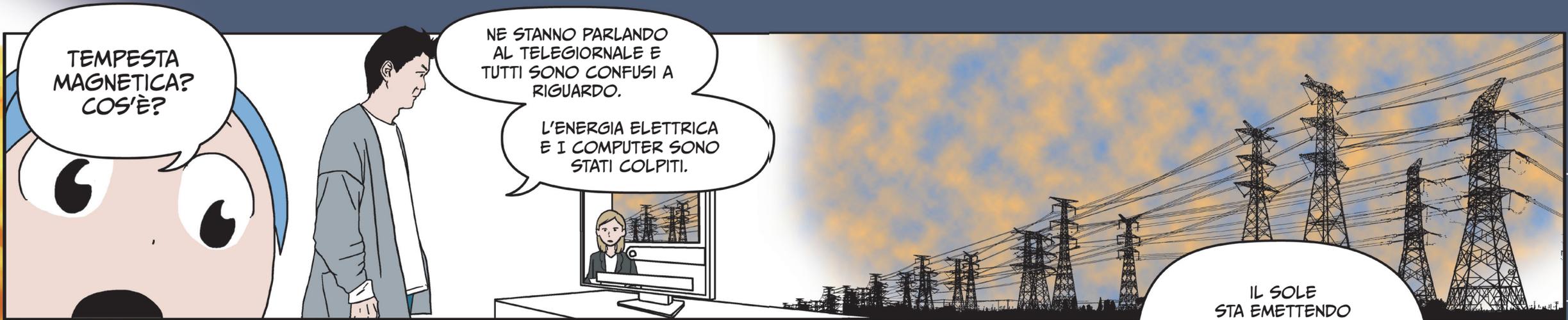
MIRUBO!!

COME AVEVO
PREVISTO,
HA AVUTO UN
MALFUNZIONAMENTO.

OH VIENI
DA NOI!
SENSEI!!

PROBABILMENTE
È DOVUTO AD
UNA TEMPESTA
MAGNETICA.

Dr. RYUHO KATAOKA SENSEI



TEMPESTA
MAGNETICA?
COS'È?

NE STANNO PARLANDO
AL TELEGIORNALE E
TUTTI SONO CONFUSI A
RIGUARDO.

L'ENERGIA ELETTRICA
E I COMPUTER SONO
STATI COLPITI.



IL SOLE
STA EMETTENDO
PARTICELLE CON
UN'ENERGIA COSÌ ELEVATA
CHE SI DIFFONDONO
NELLO SPAZIO
CIRCOSTANTE.

E PRECIPITANO
CONTINUAMENTE
SUL NOSTRO
PIANETA...

LE LINEE DEL CAMPO MAGNETICO
TERRESTRE VENGONO
CAPOVOLTE DAL VENTO SOLARE.

A VOLTE QUANDO
L'ATTIVITÀ SOLARE È
PARTICOLARMENTE
INTENSA, SI PUÒ
INNESCARE UNA FORTE
TEMPESTA.

HO APPENA
IMPARATO COS'È
UNA TEMPESTA
MAGNETICA!



IL VENTO SOLARE
STA CAUSANDO
UNA TEMPESTA
MAGNETICA.

COME GIÀ SAI, IL
SOLE È UNA STELLA
ATTIVA CON UN'ENERGIA
IMMENZA.

A OCCHIO NUDO,
IL SOLE SEMBRA
SEMPRE UGUALE
OGNI VOLTA CHE LO
GUARDIAMO.

TUTTAVIA,
NON
È COSTANTE.

È PERSINO ESPLOSIVO
SE OSSERVATO USANDO
I RAGGI UV E I RAGGI X.

UN INTENSO CAMPO
GEOMAGNETICO CAUSA
CORRENTI ELETTRICHE
ANOMALE SULLA TERRA, CHE
POSSONO DISTRUGGERE LE
RETI ELETTRICHE E CAUSARE
MALFUNZIONAMENTI AI SISTEMI
TECNOLOGICI.

NEL 1989, SI È VERIFICATO
UN INCIDENTE IN CANADA CHE
HA CAUSATO UN BLACKOUT
DELLA RETE ELETTRICA.
È STATO PIUTTOSTO GRAVE
E HA RISCHIATO DI AVERE
GROSSI IMPATTI SULLA
SOCIETÀ.

CHE È
QUELLO CHE
È SUCCESSO
A ME!

QUINDI LA GRANDE
TEMPESTA SOLARE
È ARRIVATA A CAUSARE
GRAVI DANNI ALLA NOSTRA
SOCIETÀ.

QUESTI DANNI
NON SUCCEDEVANO
50 O 100 ANNI FA.

OH?
PERCHÉ?

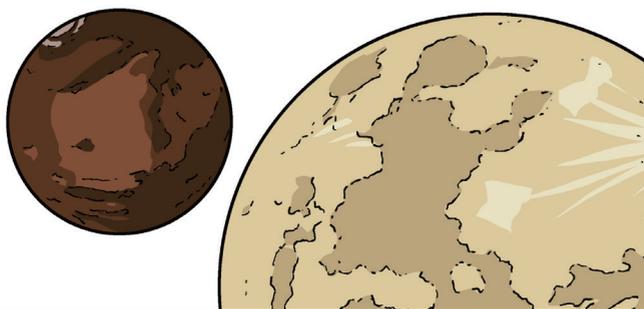
PERCHÉ LE RETI
ELETTRICHE
E I COMPUTER
CHE ABBIAMO OGGI
NON ESISTEVANO
ALLORA.

AH, SÌ!!

ORA CAPISCO!
NON ERO
NEMMENO NATO
A QUEL TEMPO.

IN PARTICOLARE, I DANNI PROVOCATI AI
SATELLITI SONO UN "DISASTRO SPAZIALE"
CHE SI È VERIFICATO SOLO NEGLI ULTIMI ANNI
O DECENNI, DA QUANDO GLI UMANI HANNO
INIZIATO A ESPLORARE LO SPAZIO!

MAN MANO CHE
GLI ESSERI UMANI
VIAGGERANNO SULLA
LUNA E SU MARTE,
DIVENTERÀ SEMPRE PIÙ
IMPORTANTE PREVENIRE
TALI DISASTRI!



IN CERTE SITUAZIONI,
COME I TRASPORTI E LE
CURE MEDICHE, I DANNI
POSSONO AVERE UN
IMPATTO IMMEDIATO SULLA
VITA UMANA

SE POTESSEMO USARE LE
"PREVISIONI METEO SPAZIALI"
PER SAPERE IN ANTICIPO
QUANDO STA PER ARRIVARE

UNA TEMPESTA MAGNETICA
PARTICOLARMENTE FORTE ALLO
STESSO MODO IN CUI USIAMO LE
PREVISIONI DEL TEMPO

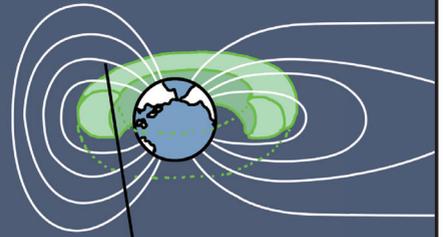
SAPENDO SE STA PER
ARRIVARE UNA TEMPESTA
POTREMMO RIDURRE I DANNI,
ALLERTANDO I CITTADINI,
AD ESEMPIO DICENDOGLI:
"È PERICOLOSO, È MEGLIO
NON USCIRE PER UN PO'."

QUINDI,
COME SI FA A CAPIRE
COME E QUANDO
SI VERIFICANO
LE TEMPESTE
MAGNETICHE?

PER ESEMPIO USANDO IL
SATELLITE GIAPPONESE "ARASE"
LANCIATO NEL 2016 PER
STUDIARE LE PARTICELLE AD
ALTA ENERGIA CHE GIUNGO
DALLO SPAZIO VERSO LA TERRA.

QUESTO SATELLITE
CONTINUA
A OSSERVARE LE
"FASCE DI VAN ALLEN",
UNA REGIONE CHE
CIRCONDA LA TERRA.

SEMBRA UNA CIAMBELLA!



Dr. YOSHIKAZUMI MIYOSHI SENSEI

QUESTA ZONA È PIENA DI
RADIAZIONI, IL CHE LA RENDE
NORMALMENTE UN AMBIENTE
MOLTO OSTILE PER GLI
STRUMENTI DI OSSERVAZIONE, MA
IL SATELLITE RESISTE E CI STA
INVIANDO DATI!

SATELLITE GEOSPAZIALE "ARASE"



È NOTO CHE L'ATTIVITÀ
SOLARE AUMENTA E
DIMINUISCE SEGUENDO UN
CICLO DI 11 ANNI.

STA RAGGIUNGENDO IL
SUO MASSIMO NEL 2024-
2025, QUINDI QUESTO È UN
PERIODO MOLTO ATTIVO.





POSSIAMO
OSSERVARE
LE TEMPESTE
MAGNETICHE CHE
STANNO AVVENENDO
PROPRIO
ADESSO.

QUALI TEMPESTE
MAGNETICHE SONO
ACCADUTE NELLA
STORIA DELLA TERRA
FINO AD OGGI?

È MOLTO DIFFICILE
SAPERLO.

AI TEMPI DEI
NOSTRI ANTENATI,
NON C'ERANO
STRUMENTI PER
FARE QUESTO TIPO
DI OSSERVAZIONI.

OH

È VERO...



TUTTAVIA, SI DICE CHE LE PERSONE
ABBIANO VISTO APPARIRE LE AUREE
IN LUOGHI DOVE NORMALMENTE NON SI
VEDREBBERO QUANDO SI VERIFICAVANO
ANOMALIE GEOMAGNETICHE...

TALI TESTIMONIANZE
SONO STATE
TROVATE IN ANTICHI
DOCUMENTI.



SI TENDE A PENSARE CHE LA
RICERCA SULLE AUREE E
ALTRI FENOMENI SIA QUALCOSA
CHE RIGUARDA SOLO LA
SCIENZA E L'INGEGNERIA, MA
NOI STIAMO COLLABORANDO
ANCHE CON GLI STORICI PER
SCOPRIRE COSA È SUCCESSO
E QUANDO!



UN TEMPO,
LE PERSONE VEDEVANO
LE MONTAGNE
ILLUMINARSI DI ROSSO
E FORSE
SI SPAVENTAVANO
PENSANDO A UN
INCENDIO...

LE PARTICELLE AD ALTA ENERGIA ESPULSE DAL SOLE SI STANNO DIFFONDENDO OVUNQUE NEL SISTEMA SOLARE

SE I RICERCATORI POTESSERO INVIARE I SATELLITI NON SOLO SULLA TERRA, MA ANCHE SU ALTRI PIANETI PER OSSERVARE IL FLUSSO DI PARTICELLE DA DIVERSE PROSPETTIVE...

TEAM DI RICERCA DA TUTTO IL MONDO SONO COINVOLTI IN DIVERSE RICERCHE!

JUICE

DEIMOS

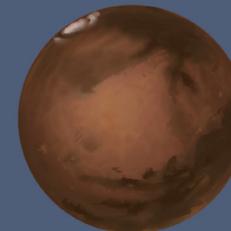
GIOVE

MARTE



EUROPA

PHOBOS



MMX



NAVIC



ARASE



GLONASS



GALILEO



BEIDOU

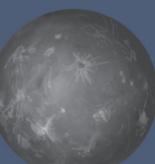


MMS



ARTEMIS

LUNA



MERCURIO



MIO



QZSS



GEOS



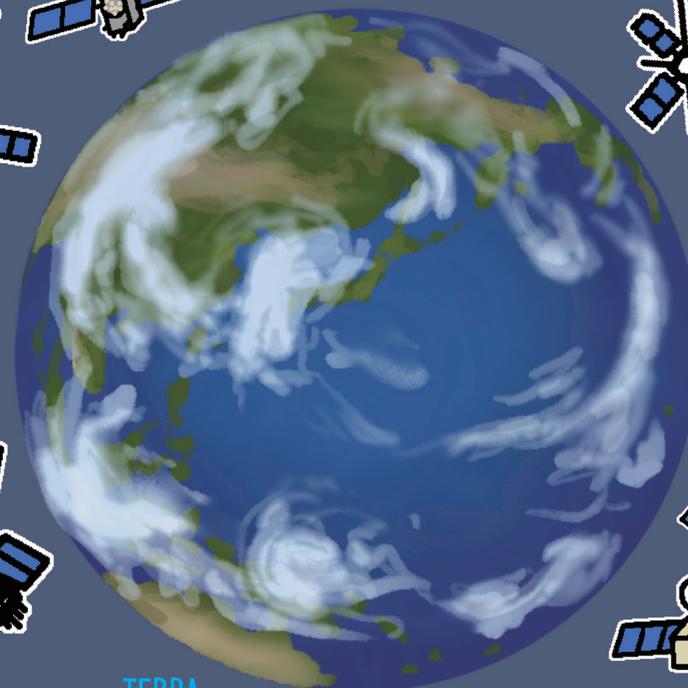
DSCOVER



HINODE



GPS



TERRA

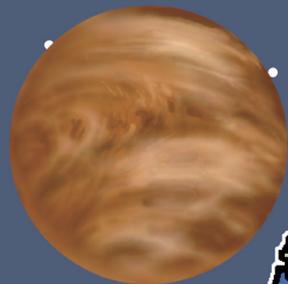


AKATSUKI

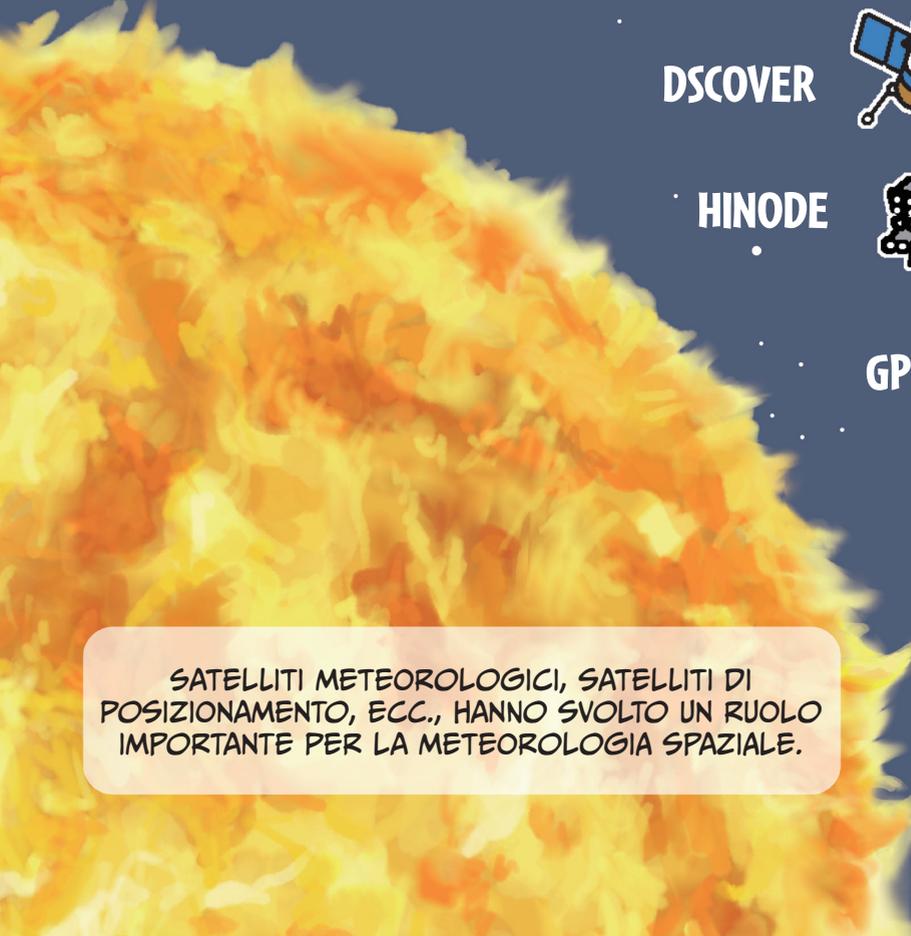


PSP

VENERE



SOLE



SATELLITI METEOROLOGICI, SATELLITI DI POSIZIONAMENTO, ECC., HANNO SVOLTO UN RUOLO IMPORTANTE PER LA METEOROLOGIA SPAZIALE.

...COMPRENDEREMMO MEGLIO L'ATTIVITÀ DEL SOLE E IL FLUSSO DELLE PARTICELLE, E SAREMO IN GRADO DI PREVEDERE CHE TIPO DI VENTI E TEMPESTE SOFFIERANNO NELLO SPAZIO.

IN FUTURO, LA NOSTRA SOCIETÀ SARÀ SEMPRE PIÙ VULNERABILE AI DANNI DOVUTI AL METEO SPAZIALE POICHÉ USEREMO SEMPRE DI PIÙ DISPOSITIVI TECNOLOGICI!

LA METEOROLOGIA SPAZIALE DEVE PERMETTERE LA PREVENZIONE E LA MITIGAZIONE DEI DANNI



SEMPRE PIÙ PAESI STANNO AFFRONTANDO QUESTO PROBLEMA!

DISCUSSIONI SULLA METEOROLOGIA SPAZIALE SONO IN CORSO ALLE NAZIONI UNITE.

Link all'ufficio delle NAZIONI UNITE Office for Outer Space Affairs | <https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/topics/space-weather.html>

ALCUNI POTREBBERO PENSARE CHE QUESTO NON SIA UN PROBLEMA CHE LI RIGUARDA... MA BUONA PARTE DELLA SOCIETÀ È INFLUENZATA DAL METEO SPAZIALE!

SPERO CHE LE PERSONE CHE NON HANNO MAI SENTITO PARLARE DEL METEO SPAZIALE POSSANO IMPARARE QUALCOSA E RIFLETTERE SU COME VIVIAMO INSIEME NELLO SPAZIO, ACCANTO AD UNA STELLA CHIAMATA SOLE.

OK, HO CAPITO.

DOVRÒ TENERE D'OCCHIO ANCHE LA METEOROLOGIA SPAZIALE.



UFF, QUESTA
È STATA DAVVERO
DURA!

NON PENSAVO CHE
UN'ESPLOSIONE
SOLARE POTESSE
DISTRUGGERE
IL MIO
SUPERCOMPUTER.



PER EVITARE UN ALTRO
GUASTO HO INIZIATO
A CONTROLLARE LE
PREVISIONI DEL METEO
SPAZIALE OGNI GIORNO!

ORA
MI SENTO
TRANQUILLO!



FANTASTICO!



NON SAPEVO
CHE IL SOLE
CAMBIASSE DI
CONTINUO.

NON SAPEVO NEMMENO
CHE CI FOSSE
DELLE SONDE SPAZIALI
CHE LO MONITORANO
CONTINUAMENTE.



SPERO CHE CON
IL PROGRESSO
SCIENTIFICO
RIUSCIAMO A IMPARARE
SEMPRE DI PIÙ SULLA
METEOROLOGIA
SPAZIALE.

Cos'è una previsione di meteorologia spaziale?



MOL: Sensei, cos'è una previsione di meteorologia spaziale? Significa che piove e tira vento nello spazio...?



SENSEI: Vuol dire che osserviamo l'attività solare e le condizioni del vento solare per prevedere gli effetti sulla Terra, sulle comunicazioni e sulle reti elettriche...



MOL: L'attività solare è rilevante?



SENSEI: L'energia e la massa emessi dal Sole influenzano il meteo nello spazio attorno alla Terra. Forse hai sentito parlare di brillamenti o espulsioni di massa coronale.



MIRUBO: So cosa sono! (Mmmm, questa è difficile! Scappiamo e cerchiamolo sul mio super smartphone...!)



SENSEI: L'ambiente intorno alla Terra può essere influenzato dal "plasma" e da "campi magnetici" emessi dal Sole. Soprattutto quando l'attività solare è intensa, gli effetti possono essere significativi.



MOL: Per influenza, intendi dire che succedono cose negative, giusto?



SENSEI: Esatto! Per esempio, una tempesta magnetica forte può influenzare le apparecchiature di comunicazione e gli impianti di energia elettrica, e può persino danneggiare i satelliti e le operazioni spaziali.



MIRUBO: Wow! È un problema grave! Spero che me lo dirai prima che accada, Sensei!



MOL: Come fate a sapere quando sta arrivando una tempesta magnetica? Quali metodi usate per prevederla?



SENSEI: Usiamo strumenti da terra e da satellite per monitorare l'attività solare, in particolare brillamenti e espulsioni di massa coronale, e per osservare il campo magnetico e il plasma attorno alla Terra. Basandosi su queste osservazioni, si fa uso di simulazioni e modelli per prevedere il meteo spaziale.



MIRUBO: Quindi se osserviamo il Sole e i suoi cambiamenti, possiamo dire che "il Sole è esploso e sta arrivando una tempesta". È di grande aiuto!



SENSEI: Viviamo in un'epoca in cui gli esseri umani sono sempre più presenti nello spazio. La meteorologia spaziale sarà più necessaria che mai. È molto utile in molte applicazioni, come la protezione delle infrastrutture essenziali per la società moderna, comprese le comunicazioni satellitari, il GPS e la rete elettrica, oltre a garantire la sicurezza per la navigazione spaziale e i viaggi nello spazio.



SENSEI: Le previsioni del meteo spaziale permettono anche di prevedere eventi meteorologici causati dall'attività solare.



MOL: Quindi, grazie alla previsione del meteo spaziale, possiamo sapere in anticipo che una tempesta magnetica sta per arrivare! Sarebbe utile per i turisti che vogliono vedere l'Aurora Boreale! Vorrei davvero vederla un giorno!



MIRUBO: Ho un supercomputer all'avanguardia nella mia testa e non voglio che smetta di funzionare a causa di una tempesta magnetica... Dove posso trovare le previsioni di meteorologia spaziale?



SENSEI: Anche le persone comuni possono controllare facilmente le previsioni su Internet o tramite app per smartphone! Inoltre, alcuni paesi e regioni hanno le proprie organizzazioni che pubblicano le previsioni di meteorologia spaziale.



MOL: Wow! Davvero?! Pensavo fosse qualcosa che solo un esperto potesse capire. Ehm, beh... scusate se ve lo chiedo, ma le previsioni sono accurate...?



SENSEI: Beh, sì... Le attuali previsioni hanno ancora limitazioni in termini di accuratezza e periodo di previsione. Inoltre, ci sono ancora molte incognite nella previsione dell'attività solare. Si spera che lo sviluppo di tecniche di osservazione e analisi più avanzate consentirà previsioni più accurate nel futuro... È così che stanno le cose al momento.



MOL: Capisco..! Quindi la meteorologia spaziale continuerà ad evolversi...?



SENSEI: Il meteo spaziale sulla Luna e su Marte diventerà sempre più importante man mano che l'area dell'attività umana si espanderà.



MIRUBO: Spero proprio che migliori in futuro!



SENSEI: Per favore, tieniti aggiornato sulle ultime notizie di meteorologia spaziale quando sono disponibili!

Ho guardato il sito di meteorologia spaziale del NICT sul mio smartphone!

Sulla pagina posso vedere i dati delle macchie solari sulla superficie del Sole, le prominente solari e le espulsioni di massa coronale (CME).

Si possono anche vedere indici e grafici, come il numero di macchie solari, brillamenti solari e cambiamenti nel campo geomagnetico!



Previsioni del Meteo Spaziale NICT

Questo è un sito specializzato nella distribuzione di informazioni sulle previsioni di meteorologia spaziale, gestito dallo Space Environment Research Laboratory, Electromagnetic Wave Research Institute, National Institute of Information and Communications Technology (NICT).

<https://swc.nict.go.jp/it/>

Previsioni del Meteo Spaziale NOAA/SHPC

Questo è un sito internazionale gestito dal National Oceanic and Atmospheric Administration's (NOAA) Research Laboratory e dallo Space Weather Prediction Center (SWPC).

<https://www.swpc.noaa.gov/>

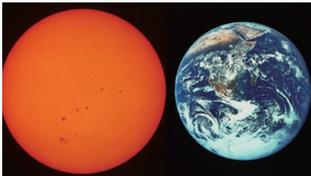


Istituto per la Ricerca Ambientale Spazio-Terra (ISEE), Università di Nagoya

L'Istituto per la Ricerca Ambientale Spazio-Terra (ISEE), Università di Nagoya, Giappone, è stato inaugurato nell'ottobre 2015 attraverso la fusione di tre istituti di ricerca dell'Università di Nagoya: il Laboratorio di Ricerca sull'Ambiente Sole-Terra, il Centro di Ricerca sulla Idrosfera e atmosfera, e il Centro di Ricerca Cronologica. La missione dell'ISEE è chiarire i meccanismi e le relazioni tra il Sole, la Terra e l'ambiente spaziale, trattando questi sistemi come un tutt'uno senza soluzione di continuità, con l'obiettivo di contribuire alla protezione dell'ambiente terrestre e al progresso dell'esplorazione spaziale.

<https://www.isee.nagoya-u.ac.jp/en/>

SCOSTEP

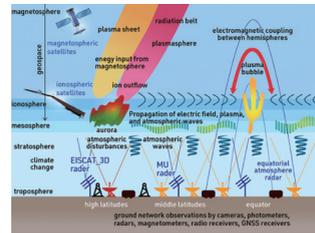


Comitato Scientifico sulla Fisica Sole-Terrestre (SCOSTEP)

Il Comitato Scientifico sulla Fisica delle relazioni Sole-Terra (SCOSTEP) è uno degli organismi affiliati al Consiglio Scientifico Internazionale (ISC) ed è un osservatore permanente del Comitato delle Nazioni Unite sugli Usi Pacifici dello Spazio (UNCOPUOS). SCOSTEP promuove la missione dell'ISC di rafforzare la cooperazione internazionale per il beneficio della società attraverso programmi scientifici interdisciplinari di lunga durata (4-5 anni) sulla fisica delle relazioni Sole-Terra. SCOSTEP promuove inoltre la formazione e le attività di divulgazione sul sistema Sole-Terra e su come esso influisce sulla vita e sulla società. <https://scostep.org/>

PBASE Programma PBASE

Il Programma PBASE è un progetto di ricerca congiunto internazionale per un utilizzo sicuro dello spazio, attraverso il miglioramento delle strutture di osservazione su larga scala per la ricerca geospaziale (come satelliti, razzi sonde e osservazioni a terra). Coinvolgendo giovani ricercatori e studenti in questa ricerca, il programma mira a formare ricercatori e ingegneri che avranno un ruolo chiave nello sviluppo e nella ricerca geospaziale futura. Questa brochure è stata prodotta nell'ambito del programma PBASE (JSPS Grant-in-Aid for Scientific Research and International Leading Research: 22K1345). <https://www.isee.nagoya-u.ac.jp/ind/PBASE/en/>



Hayanoan

È una mangaka scientifica, nata nel 1975. Si è laureata presso il Dipartimento di Fisica, Facoltà di Scienze dell'Università delle Ryukyū, con una laurea in Scienze (B.A.) e un Master in Educazione (M.A.) presso la Graduate School of Education dell'Università di Gifu. Tra le sue opere più rappresentative vi sono "Gōgō MIRUBO" (Kodomo no Kagaku), "Fantastic Ribō" (Nikon Kagaku Shimbun) e "Turning Earth Science with Mirubo" (NASUO). È membro del Science Manga Studio e rappresentante di "Science Manga Studio."

Science Manga Studio, Giappone

Science Manga Studio è un team di illustratori di manga che introduce la ricerca scientifica in vari ambiti come scienze naturali, medicina e tecnologia, creando copertine per pubblicazioni accademiche e illustrazioni che spiegano i risultati delle ricerche istituzionali. Attraverso la produzione di questi lavori, il team supporta la comunicazione scientifica con illustrazioni accessibili e coinvolgenti. Tra gli **illustratori del team** ci sono parsely918, Kamito Sumi, Ms. Shell, Miti e Hayanoan.



Serie "Che cos'è...!?"

Questa è una serie scientifica di manga iniziata nel 2002. Puoi imparare di più sul Sole, la Terra e la meteorologia spaziale con Sensei, Mirubo e Mol. <https://scostep.org/space-science-comic-books/>



I PDF sono distribuiti gratuitamente. Oltre alla versione italiana, sono disponibili anche versioni in inglese, giapponese e in altre lingue straniere.

La versione italiana è stata tradotta da Arianna Benelli e supervisionata da Giulia Abbati e Lucilla Alfonsi (entrambe affiliate all'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia). Si ringrazia il supporto dello SCAR tramite AGATA (<https://scar.org/science/research-programmes/agata>) e il supporto del Programma di ricerche in Artico (PRA) tramite il progetto ICARP - Cross-cutting activities for geosciences, atmospheric physics and space sciences.