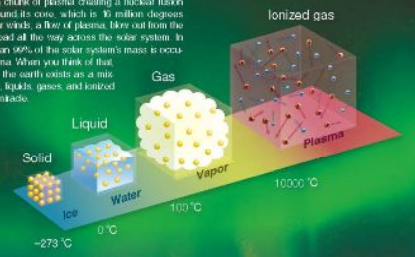
PLASMA

Creating the Future

Glimpses into the World of Plasma !

Why is most of the universe and most of the solar system made of plasma?

The sun is a chunk of plasma creating a nuclear fusion reaction around its core, which is 15 million degrees Celsius. Solar winds, a flow of plasma, blow out from the sun and spread all the way across the solar system. In fact, more than 99% of the solar system's mass is occupied by plasma. When you think of that, the fact that the earth exists as a mixture of solids, liquids, gases, and ionized plasma is a miracle.



What is plasma?

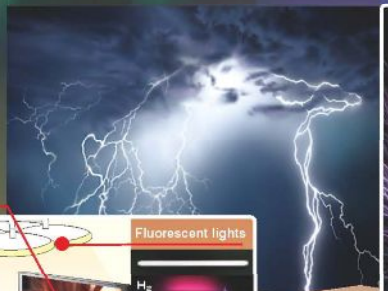
Plasma is a state that is created by heating up materials to a high temperature. When water is heated up, ice (solid) is changed into water (liquid), and then vapor (gas). These are called the three phases of matter. Now, what will happen to the vapor when it is heated up even more? The result is that the water molecules will be broken to atoms, and the atoms are split into ions and electrons. This phenomenon is called "ionization." The gases containing ions and electrons generated by the ionization are called ionized gas, another name for "Plasma." In plasma, low mass electrons tend to have high temperatures (the average of their kinetic energy), and high mass ions and atoms/molecules of gases tend to have low temperatures. Besides by heating up gases, plasma can be generated through high-speed collision of electrons with gases or by irradiating gases with intense light.

Aurora is Plasma !

When solar winds collide against air molecules in the ionized layer overhead, this produces luminescence, or light, which causes the mysterious Aurora, also called Northern Lights and Southern Lights.

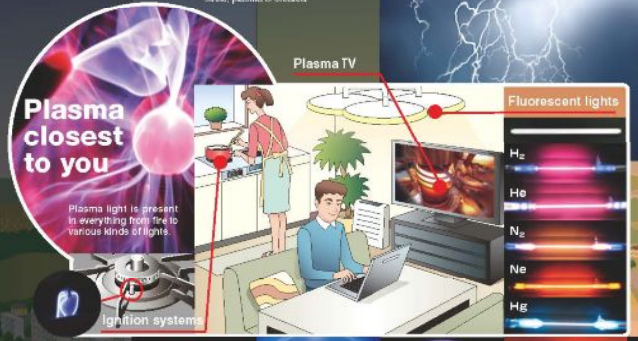
Lightning is Plasma !

When the air ionizes during a lightning strike, plasma is created.



Plasma closest to you

Plasma light is present in everything from fire to various kinds of lights.

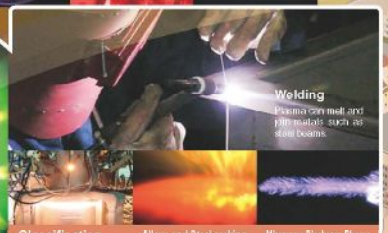


Prehistoric humans used plasma

The first plasma to be used by mankind was fire. By evolving past apes and mastering fire, we were able to create human lifestyles and civilizations.

5000°C!?

Plasma can be used to heat up materials to extremely high temperatures. A high temperature of thousands degrees can be produced by accelerating electrons and ions in plasma state in the electric field.



Glassification
This is the melting of radioactive wastes into molten glass and then hardening it for storage.

Alloys and Steel-making
New features or metal, or alloys, can be produced by melting and mixing various metals in high-temperature plasma.

Microwave Discharge Plasma
This is a plasma produced by microwaves, which are also produced in your Michael's microwave oven.

Ecology and Health

Plasma helps to protect our environment and health by eliminating bacteria and dust, and decomposing toxic substances.

Plasma Propulsion

Plasma can enable space flight with a propulsion system that injects fuel which has been changed into plasma state.

Nano technology

Computer devices such as personal computers and cell phones are based on nanotechnology—plasma is indispensable for nanotechnology processing.

Manmade Sun

The same fusion energy as the sun can be made on the earth. Fusion energy is expected to be the ultimate future energy.

ITER Project and Broader Approach Activities

Japan and Europe etc. are promoting large-scale projects such as ITER Project by concentrating the wisdom of people around the world through international cooperation to realize fusion energy.

The leading fusion energy experiment devices in Japan

Why is plasma useful?

In a plasma state, electrons, ions, and even molecules of gases usually have different temperatures. Even in low-temperature plasma, some of the lightweight electrons are flying around at high speeds, so they can collide with atoms and molecules of gases. As a result, in a plasma state, chemical reactions, which usually happen at high temperatures, can occur even at low temperatures.
Plasma can also emit various lights such as ultraviolet or visible light. By using this characteristic, bright illumination can be produced from plasma.
As you can see, using of plasma can accomplish things that would be impossible with solids, liquids, or gases. There are high expectations for using plasma for different purposes in various areas such as energy, the environment, nanotechnology, semiconductors, medical care, and biotechnology.

See anything interesting? Check out our Web site!

A copy in every home
Plasma Creating the Future
First edition published on March 31, 2010

Production and Copyright: Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology • Planning and Editing: Union of Plasma Sciences; Arakawa Printing Co., Ltd. • Production and Supervising: Plasma map production committee, Union of Plasma Sciences; Head of Experts, Chairman: [Nagasaki Univ.], Hiroshi Ito; Hiroshi [Kyoto Institute of Technology], Yoshinobu Kiso; Kiyoshi Kiso [Osaka Univ.], Akiyoshi Sasaga; [Japan Atomic Energy Agency, JAEA], Izumi Murakami; [National Institute for Fusion Science, NIFS], Yoshiaki Kondo; [Nagoya Univ.], Akito Iwai; [Tohoku Univ.], Akira Mohri; [Tokyo Institute of Technology], Yoichiro Ohkawa; [The Japan Society of Plasma Science and Nuclear Fusion Research], Division of Plasma Electronics; The Japan Society of Applied Physics, Division 2; The Physical Society of Japan; Plasma Technology Study Group; Tokyo Power Study Group; Discharge Study Group; The Institute of Electrical Engineers of Japan; The Institute of Electrostatics Japan; Nagoya Univ. Plasma Nanotechnology Research Center [PLANT] • Reference: "Nuclear Fusion Energy" published in 2007 by Nippon Jitsugyo Publishing • Photo credit, etc. the Japanese explanations under): ITER Organization; Iter Corporation; ABB K.K.; Institute of Laser Engineering, Osaka Univ.; National Institute for Fusion Science; National Institutes of Natural Sciences; NEWS Co., Ltd.; National Astronomical Observatory of Japan; National Institutes of Natural Sciences; National Institute of Advanced Industrial Science and Technology; Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA); Top Corporation; Tsuo Advanced Technologies Co., Ltd.; NASA; SUPPO INTL INC.; Japan Atomic Energy Agency; Rasiaeno Ecologie Systems Co., Ltd.; Institute of Nuclear Research (ATOMKI), Hungarian Academy of Sciences; National Institute of Radiological Sciences; Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.; Mitsubishi Heavy Industries Mechatronics Systems, Ltd.; NORITA CORPORATION; Mimaki Engineering Co., Ltd.; Kids Limited; National Institute for Fusion Science; Kyushu Okuda; Central Research Institute of Electric Power Industry; Kosuke Kuroda; National Institute for Fusion Science; Hitoshi Kinkawa; JAXA; Shinobu Sakikawa; Fukuoka High School for Science; Fukuoka Prefecture; Kokusuke Sato; Chubu Electric Power Co., Inc.; Mitsubishi Electric Corporation; Gamma Vision; Sato Shimizu; Tokyo Univ.; Takashi Kikuchi; Kyushu Univ.; Kazunari Ohta; Kyoto Univ.; Mamoru Ohta; National Institute for Fusion Science; Sadaoki Tanaka; Kyushu Univ.; Keiko Iwasaka; Kanagawa Dental College; Tatsuya Nagaoka; National Institute for Fusion Science; Nobuo Nishihira; Kumamoto Univ.; Kunihiko Hidaka; Nippon Institute of Technology; Shinya Hayashi; Saga Univ.; Akihiro Matsumura; Chubu Univ.; Kazunori Matsumoto; Toyama Prefectural Univ.; Tatsuya Matsuoka; Tokyo Institute of Technology; John Gleason

Science & Technology Week
http://stw.mext.go.jp/

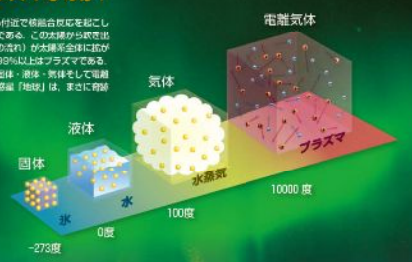
未来をつくるプラズマ

PLASMA

のぞいてみよう！プラズマワールド！

なぜ宇宙（太陽系）はほとんどプラズマなのか？

太陽は約1,600万度の中心付近で核融合反応を起こしているプラズマのかたまりである。この太陽から放出している太陽風（プラズマの流れ）が太陽系全体に広がっている。太陽系の質量の99%以上はプラズマである。このような太陽系の中で、固体・液体・気体そして電離気体プラズマからできている惑星「地球」は、まさに特異の星である。



プラズマとは何か？

プラズマは物質を高い温度になるまで加熱するとできる。加熱すると、氷（固体）は水（液体）、さらに水蒸気（気体）に変化する。これを物質の三態変化とよぶが、それでは水蒸気をさらに加熱すると、一体どうなるのだろう？このとき水分子はバラバラの原子になり、さらに原子がイオンと電子に分かれる。この現象を「電離」とよぶ。この電離によって生じたイオンや電子が含まれる気体を電離気体（プラズマ）という。プラズマは質量の軽い電子が高い温度（運動エネルギーの平均値）に、質量の重いイオンやガスの原子・分子は低い温度になる傾向がある。気体を加熱する方法の他に、気体に電子を高速で衝突させたり、気体に強い光をあてたりしてプラズマを作ることができる。

オーロラもプラズマ！

太陽風（プラズマの流れ）が上空の電離層中の窒素分子に衝突して発光し、神秘的なオーロラをもたらしている。

雷もプラズマ！

落雷の時に空気が電離することでプラズマが生まれている。

いちばん身近なプラズマ

火に包まれ、さまざまな箇所にプラズマが使われている。

ヒトは太古よりプラズマを使用！

ヒトが最初に利用したプラズマは「火」である。人類より進化したヒトは火を使用することで、暮らしと文明を発展させてきた。

5000度!?

プラズマ中の電子やイオンを制御することで、数千度という外部から加熱を行う従来技術を利用することができる。

ガラス固化

ガラスを溶状にした中に放射性廃棄物を溶かして固めてしまう。

溶解（製鉄）

さまざまな金属を新しいプラズマで溶かし混ぜ合わせることで、新しい合金を作る。

マイクロ波放電

電子レンジにも使われているマイクロ波で作られたプラズマ

エコロジーと健康

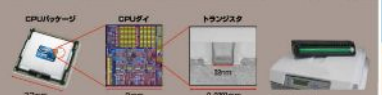
屋根やほこりの除去や有害物質の分解で、プラズマが環境保全に役立っている。

ナノテクノロジー

パソコンや携帯電話はナノテクノロジー（ナノ＝10億分の1）の塊。ナノテクを用いた加工にプラズマは欠かせない。

現代の錬金術！

ダイヤも作れる



半導体

半導体の中にびっしりと詰め込まれた極小の電子回路を作るのもプラズマの仕事。

コピー機

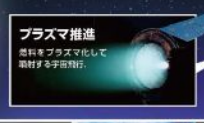
着色したマイクロサイズの粒子を帯電させて画像を作るとこもプラズマを使用する。

プラズマが作るナノの世界

髪の毛の1000分の1ほどの非常に小さいものを作ることができる。

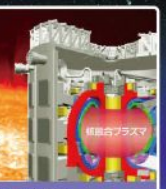
プラズマ推進

燃料をプラズマ化して噴射する宇宙航行。



人工太陽

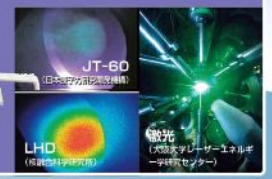
太陽と同じ核融合エネルギーを地球上で作る、究極の未来エネルギーとして期待されている。



ITER（イーター）計画・幅広いアプローチ活動

日本や欧州は、核融合エネルギー実現に向けて、国際協力のもと人類の英知を結集し、ITER計画などの大型研究プロジェクトを進めている。

日本の主な核融合エネルギー実験装置のプラズマ



なぜプラズマは役に立つのか？

プラズマ中では、電子、イオン、ガスの原子・分子は通常異なる温度になっている。低い温度のプラズマでも軽い電子の一部は高温で残っているので、ガスの原子・分子と衝突し、通常高い温度が必要な化学反応を低温でも引き起こすことができる。

一方、プラズマはさまざまな光（紫外線や可視光線など）を放射することができる。この性質を利用して、明るい照明を創ることができる。

これらのように、固体・液体・気体だけではできないことがプラズマを使うことで実現できる。そのため、現在ではエネルギー・環境・ナノテクノロジー・半導体・医療・バイオなど、いろいろな分野でプラズマの新たな応用が考えられている。

興味がある言葉をWebで調べてみよう！

2100 2050 2010

一家に1枚

「未来をつくるプラズマ」

■第1版発行：2010年3月31日

製作・著作：文部科学省　企画・編集：プラズマ科学連合（プラズママップ制作委員会　藤山　寛（委員長、京都大学）、比村治彦（京都工芸繊維大学）、北野勝久（大阪大学）、春日井　敦（日本原子力研究開発機構）、村上　泉（核融合科学研究所）、豊田浩孝（名古屋大学）、安藤　晃（東北大学）、水野　彰（豊橋技術科学大学）、北澤由美子（プラズマ・核融合学会）　イラスト：倉田昭雄（スタジオBひつじ）　協力：（社）プラズマ・核融合学会、（社）応用物理学会 プラズマエレクトロニクス分科会（社）日本物理学会 領域2、（社）電気学会 プラズマ放電研究会・パルスパワー研究会・放電応用研究会、静電気学会　参考文献：プラズマエネルギーのすべて（日本実業出版社、2007）、写真提供協力者（五十音順）：ITER（イーター）機構、インテル（株）、AIBI（株）、大阪大学レーザーエネルギー学研究センター、自然科学研究機構核融合科学研究所、岩槻（株）、自然科学研究機構国立天文台（独）、産業技術総合研究所、JAXA、（株）トップ、トーヨーエイテック（株）、NASA、日本アイ・ティー・エフ（株）、（独）日本原子力研究開発機構、パナソニックエコシステムズ（株）、ハンガリー原子核研究所、（独）放射線医学総合研究所、三菱重工業（株）、三菱重工メカトロシステムズ（株）、（株）モリタ、（株）森山工作所、前田雪兵（核融合科学研究所）、門屋祐哉（岡山大学研究所）、櫻井真一郎（核融合科学研究所）、鎌ヶ谷　均（JAXA）、福田　表（埼玉県立不動岡高等学校）、佐藤浩之助（中部電力）、佐藤浩之（静岡大学）、岩川智仁（東北大学）、鶴原良二郎（九州大学）、堀田一成（京都大学）、井司　斗（核融合科学研究所）、岡山泰史（核融合科学研究所）、田中康寿（九州大学）、寺中康夫（神奈川歯科大学）、長坂琢也（核融合科学研究所）、油平貴男（岡本大学）、服部昇彦（日本工業大学）、林　信哉（佐賀大学）、松原章浩（中部大学）、松本紘喜（富山県立大学）、渡辺賀行（東京工業大学）

科学技術週間
http://stw.mext.go.jp/