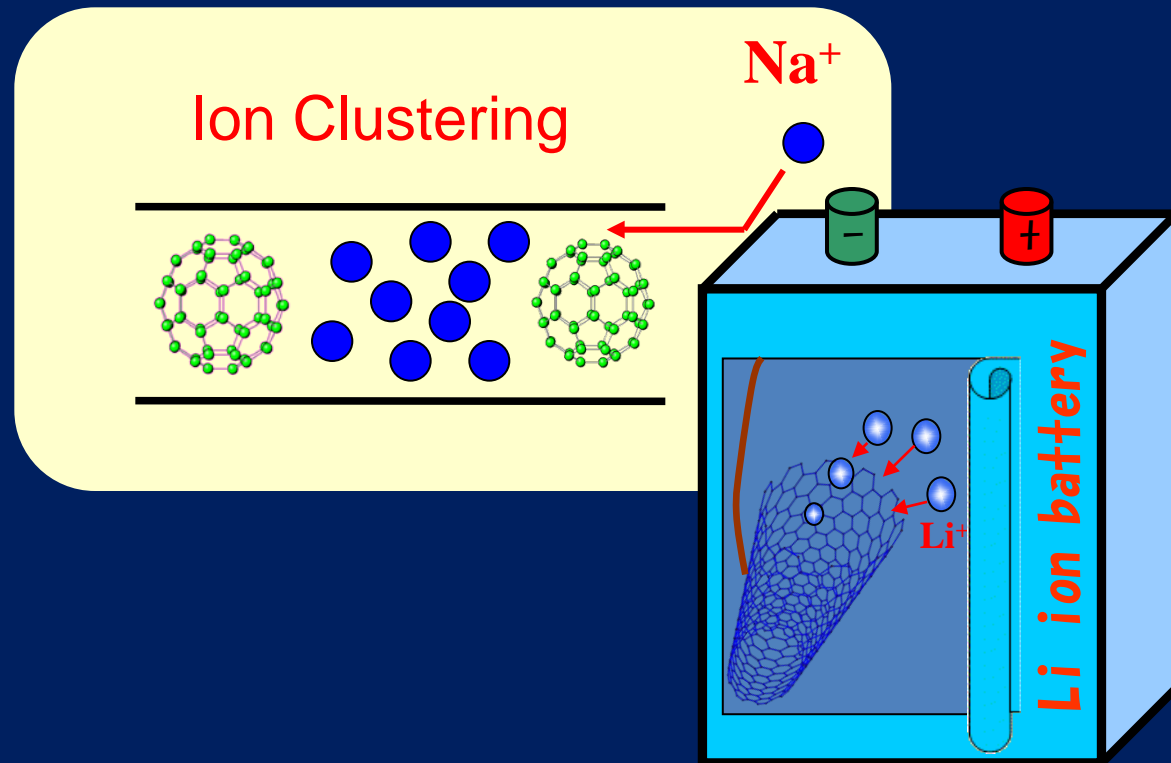


(1) 研究室紹介

ナノカーボンのエネルギーデバイスへの応用

名古屋工業大学 川崎晋司



十ノ カーボンって何？

+/って何？

$$1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$$

$$1 \text{ mm} = \frac{1}{1000} \text{ m}$$

$$1 \text{ } \mu\text{m} = \frac{1}{1000} \text{ mm}$$

$$1 \text{ nm} = \frac{1}{1000} \text{ } \mu\text{m}$$

十ノってどのくらいの大きさ？



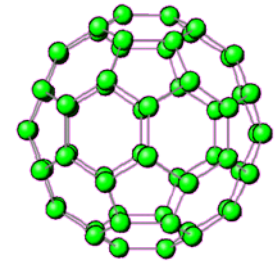
地球: 直径 12000 km

$\sim 10^7$ m



公式球: 直径 22 cm

$\sim 10^{-1}$ m



C60: 直径 7 Å

$\sim 10^{-9}$ m

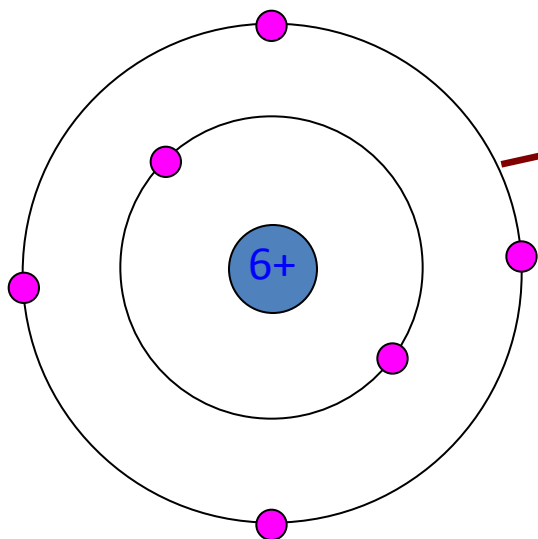
$1/10^8$

$1/10^8$

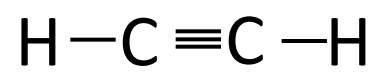
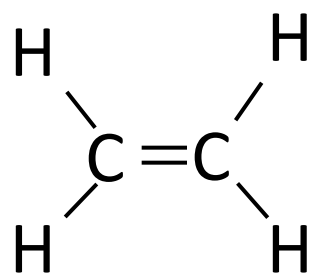
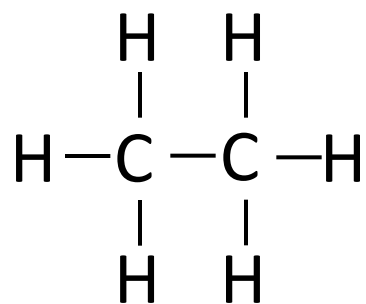
カーボン（炭素）って何？

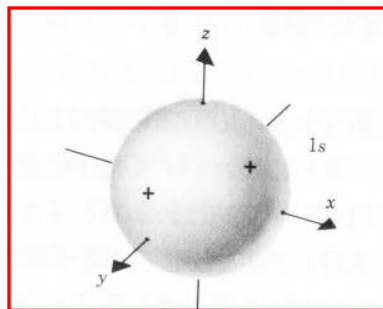
元素の周期表(The periodic table of the elements)

	1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A	8		1B	2B	3B	4B	5B	6B	7B	0	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1 H 水素																	2 He ヘリウム
2	3 Li リチウム	4 Be ベリリウム											5 B ホウ素	6 C 炭素	7 N 窒素	8 O 酸素	9 F フッ素	10 Ne ネオン
3	11 Na ナトリウム	12 Mg マグネシウム											13 Al アルミニウム	14 Si ケイ素	15 P リン	16 S 硫黄	17 Cl 塩素	18 Ar アルゴン
4	19 K カリウム	20 Ca カルシウム	21 Sc スカンジウム	22 Ti チタン	23 V バナジウム	24 Cr クロム	25 Mn マンガン	26 Fe 鉄	27 Co コバルト	28 Ni ニッケル	29 Cu 銅	30 Zn 亜鉛	31 Ga ガリウム	32 Ge ゲルマニウム	33 As ヒ素	34 Se セレン	35 Br 臭素	36 Kr クリプトン
5	37 Rb ルビジウム	38 Sr ストロンチウム	39 Y イットリウム	40 Zr ジルコニウム	41 Nb ニオブ	42 Mo モリブデン	43 Tc テクネチウム	44 Ru ルテチウム	45 Rh ロジウム	46 Pd パラジウム	47 Ag 銀	48 Cd カドミウム	49 In インジウム	50 Sn スズ	51 Sb アンチモン	52 Te テルル	53 I ヨウ素	54 Xe キセノン
6	55 Cs セシウム	56 Ba バリウム	L ランタノイド	72 Hf ハフニウム	73 Ta タンタル	74 W タングステン	75 Re レニウム	76 Os オスマニウム	77 Ir イリジウム	78 Pt 白金	79 Au 金	80 Hg 水銀	81 Tl タリウム	82 Pb 鉛	83 Bi ビスマス	84 Po ポロニウム	85 At アスタチン	86 Rn ラドン
7	87 Fr フランシウム	88 Ra ラジウム	A アクチノイド	104 Rf ラザフォージウム	105 Db ドブニウム	106 Sg シーボルギウム	107 Bh ボーリウム	108 Hs ハッシウム	109 Mt マイトネリウム	110 Ds ダルムスタチウム	111 Uuu ウンウンニウム	112 Uub ウンウンビウム	113 Uut ウンウントリウム	114 Uuq ウンウンクワジウム	115 Uup ウンウンペンチウム	116 Uuh ウンウンヘキシウム	117 Uus ウンウンセプチウム	118 Uuo ウンウンオクテウム
	アルカリ金属	アルカリ土類金属	希土類	チタン族	土酸金属	クロム族	マンガン族	鉄族(上8元素) 白金族(中6元素)			銅族	亜鉛族	アルミニウム族	炭素族	窒素族	酸素族	ハロゲン	不活性ガス
	L ランタノイド	57 La ランタン	58 Ce セリウム	59 Pr プラセオジム	60 Nd ネオジム	61 Pm プロメチウム	62 Sm サマリウム	63 Eu ユーロピウム	64 Gd ガドリニウム	65 Tb テルビウム	66 Dy ジスプロジウム	67 Ho ホルミウム	68 Er エルビウム	69 Tm ツリウム	70 Yb イットルビウム	71 Lu ルテチウム		
	A アクチノイド	89 Ac アクチニウム	90 Th トリウム	91 Pa プロトアクチニウム	92 U ウラン	93 Np ネプツニウム	94 Pu プルトニウム	95 Am アメリシウム	96 Cm キュリウム	97 Bk バークリウム	98 Cf カリホルニウム	99 Es アインスタニウム	100 Fm フェルミウム	101 Md メンデレビウム	102 No ノーベリウム	103 Lr ローレンシウム		

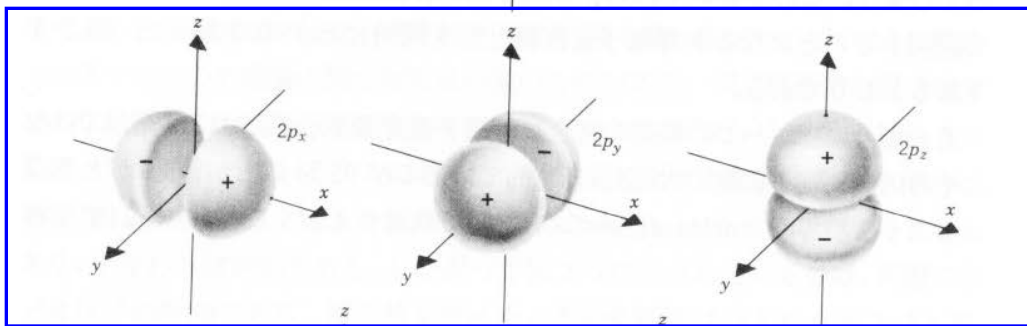


実はちょっと性質の異なる
2電子×2組
(2sと2p)

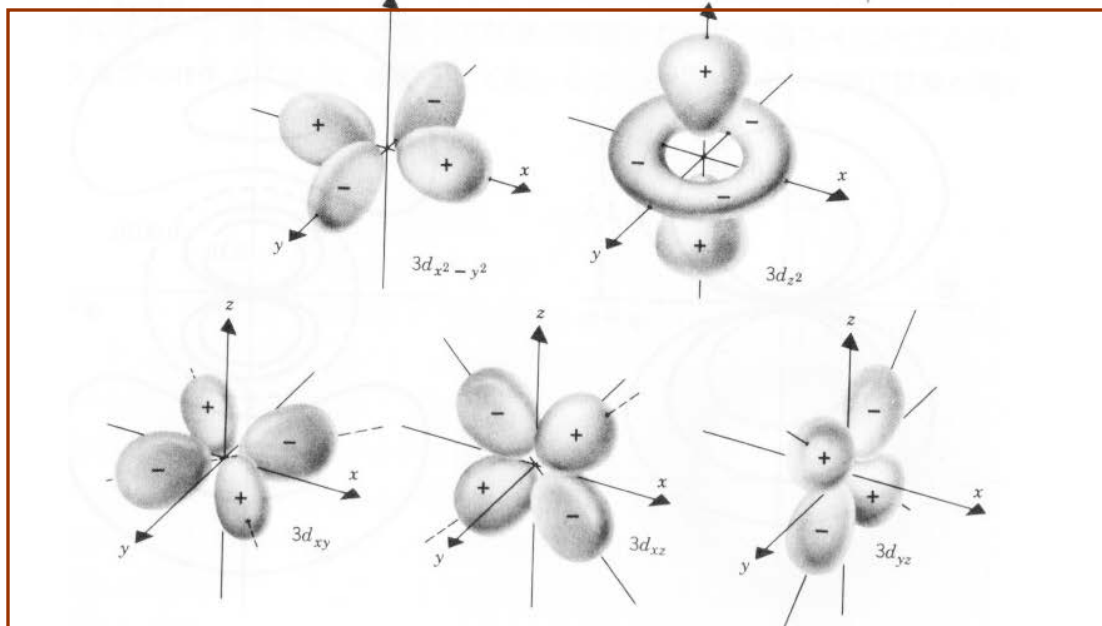




s電子

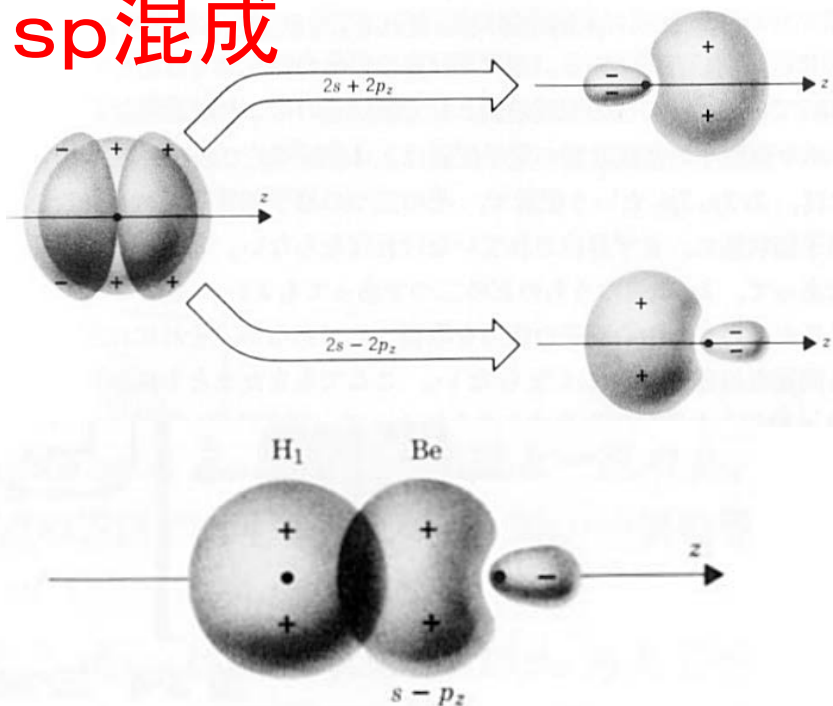


p電子



d電子

sp混成



sp²混成

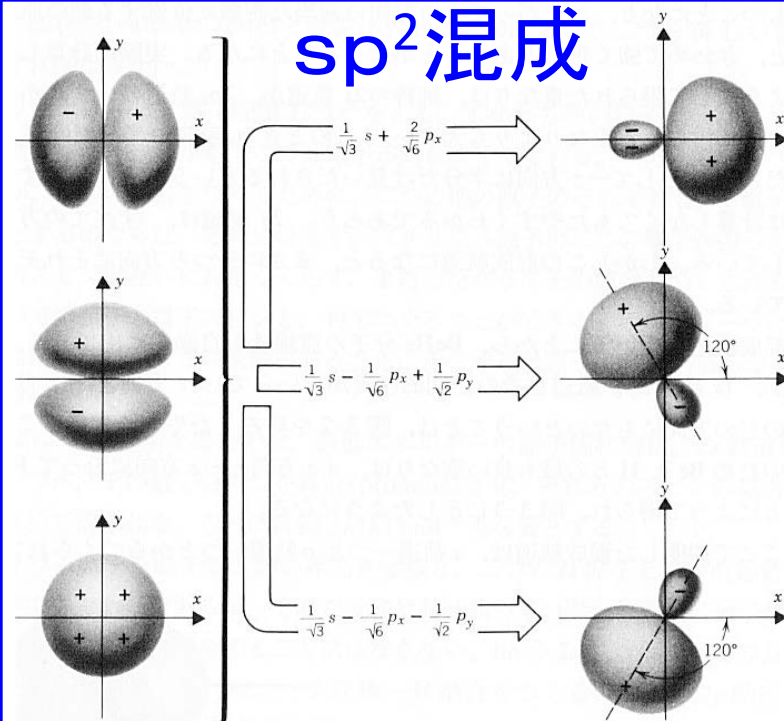


図 3-4 三つの等価な sp^2 混成軌道の生成

sp³混成

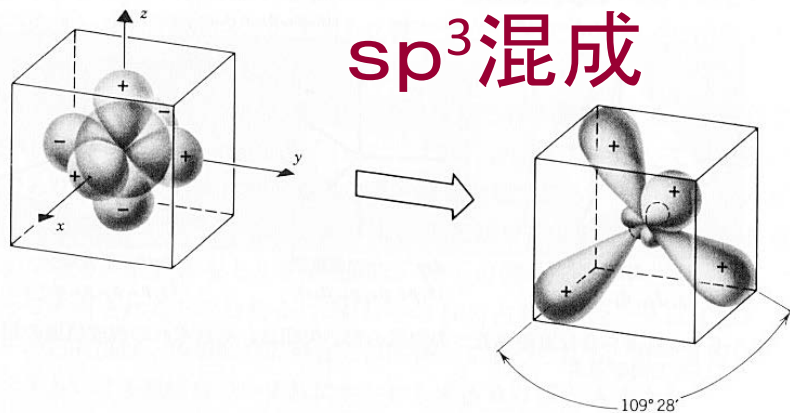
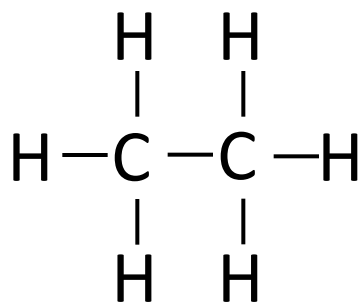
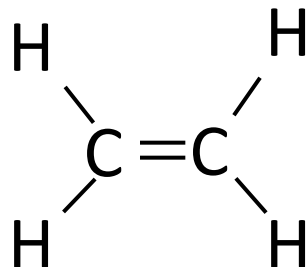


図 3-5 四つの等価な sp^3 混成軌道の生成。立方体の一つおきの四つの頂点で正四面体ができ、この混成はその方向に向いている。

sp^3 混成



sp^2 混成



sp 混成

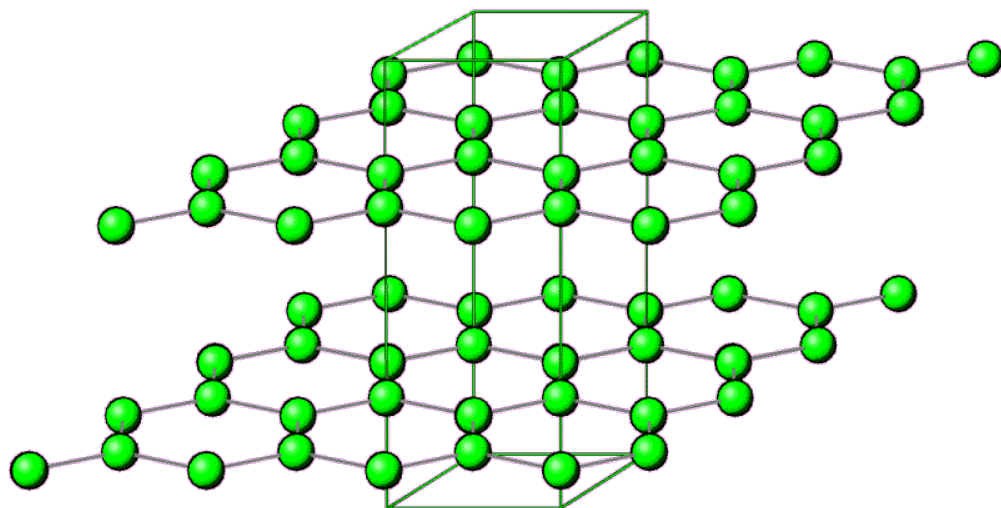


膨大な数の炭化水素

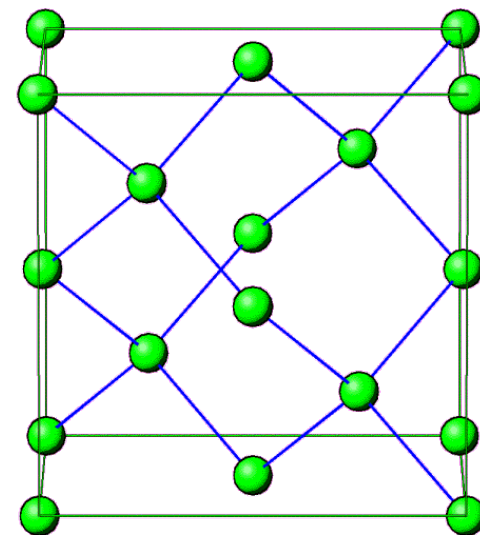


有機化学として網羅的に研究

炭素だけでできた固体もある



グラファイト



ダイヤモンド

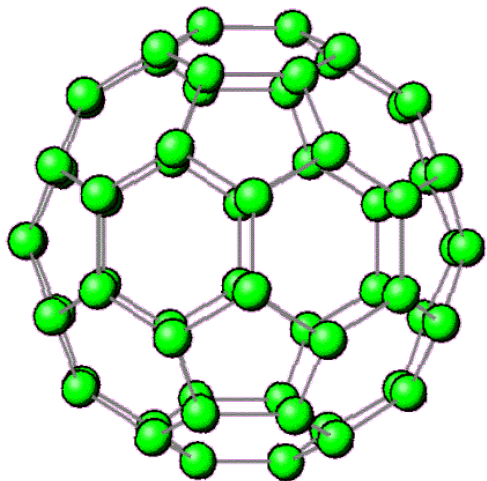
ナノカーボンって何？



ナノメートルサイズで規則正しい構造をもつカーボン

ナノカーボン

フラーレン

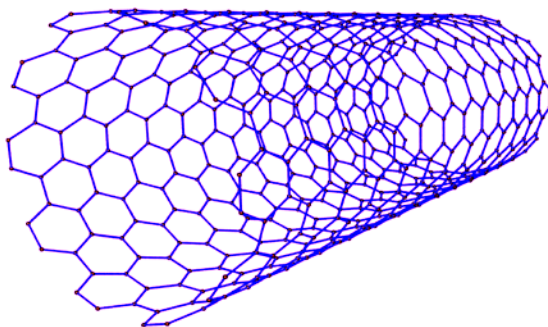


1985年発見

0次元(点)

1996年ノーベル賞

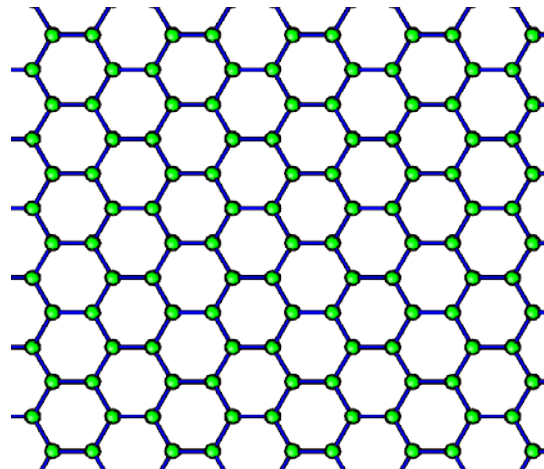
ナノチューブ



1991年発見

1次元(線)

グラフェン

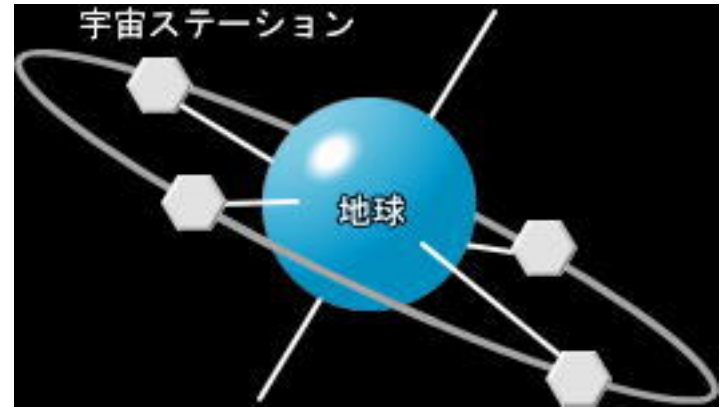


2004年

2次元(面)

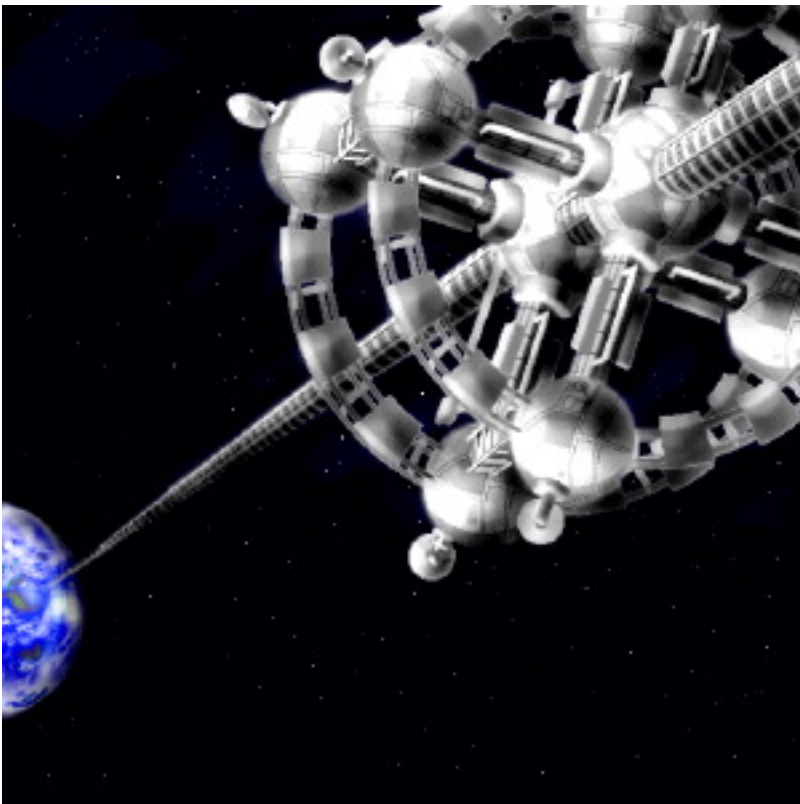
2010年ノーベル賞

カーボンナノチューブ



軌道エレベータ計画

人工衛星をナノチューブで
つり上げる



できるぞ 宇宙エレベーター

ロケットを使わずに、エレベーターに乗って宇宙に行く「宇宙エレベーター」の日本初の国際会議が今月中旬、日英米の専門家を集めて、東京の日本科学未来館で開かれた。解決すべき難題が多く、これまではSFの世界の乗り物とされてきたが、技術革新によって建設実現も夢ではなくなってきたという。

(久保田裕)

「宇宙エレベーター(SFの世界となすのは、過去の話、建設のための基本技術は、すでに完成に近づいている」

米ロス・アラモス国立研究所の元研究員で、宇宙エレベーターの旗振り役を務めるラドリー・C・エドワーズ博士は、会議の講演で約130人の聴衆を前に胸を張った。

宇宙エレベーターは、赤道の上空約6万キロメートルある静止衛星から、このもろいケーブルを地上に垂らし、これを引っかけて昇降機を上下させ、地上と宇宙を行ったり来たりする乗り物だ。静止衛星から、地球と反対の宇宙方向にもケーブルを伸ばす必要がある。ケーブルの総延長は約1万キロメートル。とてつもない静止衛星とすれば、宇宙に浮かんだままの状態が安定する。

基地まで7日間

昇降機は新幹線なみの時速約200キロでケーブルを昇り、静止衛星には約7日で到着。そこから先は、地球の自転の力を利用して動力なしに進む。ケーブルの端(カウンター)近くへ昇降機を切り離すと、投石機かのように出された石のように宇宙をまっすぐ飛んでいき、月や他の惑星へと向かう宇宙船になるという。こんな奇妙な乗り物が考えられたのは、いまの宇宙ロケットが、エネルギー効率の悪い乗り物だからだ。

総延長10万キロ、建設費1兆円なり

宇宙エレベーターの概念図

従来ロケット(H2A)打ち上げに必要な燃料

ペイロード(荷物)	2.5% (0.9%)
本体	39.4% (13.5%)
燃料(ロケット)	250% (85.6%)

少量の荷物を運ぶのに膨大な燃料が必要!

宇宙エレベーター

エレベーターを支えるケーブルは、薄いベルト状になる見込み。ベルトの両側を披んだローラーを回転させることで宇宙に向けてよじ登る

エレベーターの脇にある太陽電池パネルに地上からレーザーを照射して、ケーブルをよじ登るエネルギーを供給する

海上ステーション

宇宙エレベーターの基地は、天回や事故に備え、固くに建物がない海上に造られる可能性も高い

約10万キロ

約3万6000キロ

地球

グラフック/竹田 明日雄/The Asahi Shinbun

CG: 資料提供: 日本宇宙エレベーター協会/Space Elevator Visualization Group

たどる日本の宇宙航空研究開発機構のH2Aロケットは、約2.5トンの荷物を宇宙に上げるために、250トンの燃料を使う。

今回の会議は別に、10月末に日本機械学会が宇宙エレベーターをテーマにした小集いを名古屋大開き、名天の佐倉敏弘教授、航空宇宙

工学は「1週間の豪華旅行に必要なたんぱく質を全部運んだら自分たちの乗る場所がなくなったままなの」と説明した。

燃料を積まず、ケーブルを頼りに昇り宇宙エレベーターなら、かなり安全がらに宇宙に行ける。SF小説『深淵の果て』で宇宙エレベーターを紹介した故アーサー・C・クラークは、静止軌道まで昇るのに必要なエネルギーを電気で代換して100Q(約1万円)と計算した。

エドワーズ博士によると、宇宙エレベーターの建設には約16年かかり、総建設費は約1兆円、地球上から

らエネルギーを送るレーザー照射器建設に100億円、静止軌道への打ち上げに1千億円、地球の基地建設に600億円、ケーブル作製に400億円といた内訳だ。爆発する材料を使わないで安全だし、使いたい材料がないの補填にも使えない。宇宙エレベーターのケーブルは、あまりに長いので、自重に耐えられず、途切れてしまおうと考えられてきた。鋼鉄の100倍の強度が必要だが、理論上、鋼鉄の400倍まで耐えるといふカーボンナノチューブの出現によって風向きが変わったという。すでに必要強度の3分の

朝日新聞
2008/11/24

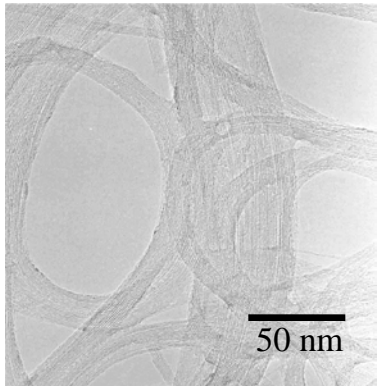
「かぎ握る日本」

静止衛星の軌道は赤道上空にあるため、台風などに巻き込まれる可能性は少ないという。だが、雷対策や宇宙を飛んでくるロケットなどの防衛、さらには宇宙からの放射線からの防護、テロ防止策を、宇宙エレベーターの実現まで、乗り越えるべき課題はまだまだ多い。

ケーブルが切れた、地上に落下する事故も心配される。だがエドワーズ博士は「誤解は一切消す。地上で大事故にはならない」と強調した。ケーブルは長さ1万キロメートル、その重さはいかに、パラパラと破断しても一瞬からあわやと新聞紙が舞うようなものではないという。また、落下してはいる昇降機の乗客をどう扱うかは別問題だ。

会議を主催した民間団体、日本宇宙エレベーター協会の大野修一会長は一語一語「かぎ握る」という。誰かへのかぎに被っている。早期実現のかぎは、必要技術で最先端を日本が握っていると思ふと話している。

◆「スペースエリ」(http://www.asahi.com) の新聞購読者向け「宇宙」・科学面に「かぎ握る」の「かぎ」記事掲載して

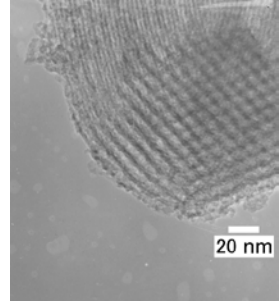
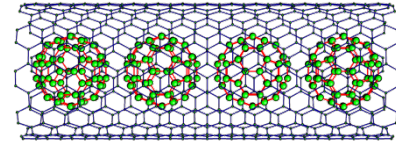
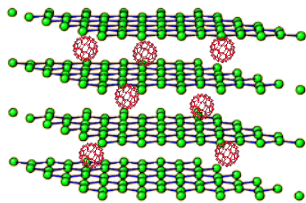
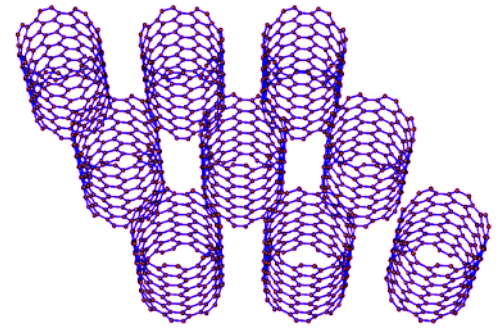


ナノカーボン

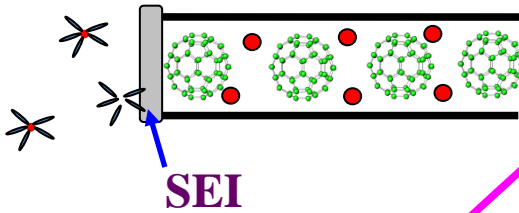
C_{60}

ナノチューブ

メソポーラスカーボン



物理・化学修飾、 複合化、重合化



電池電極材料

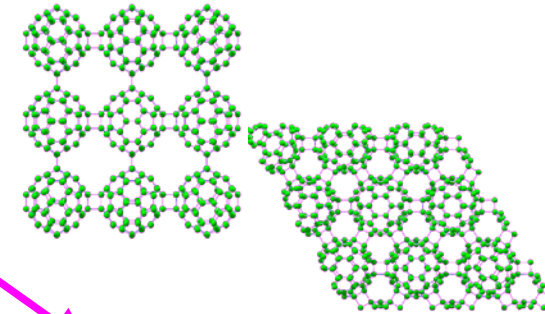
すごく長持ちする電池

新技術、新材料

水素貯蔵、LED蛍光体

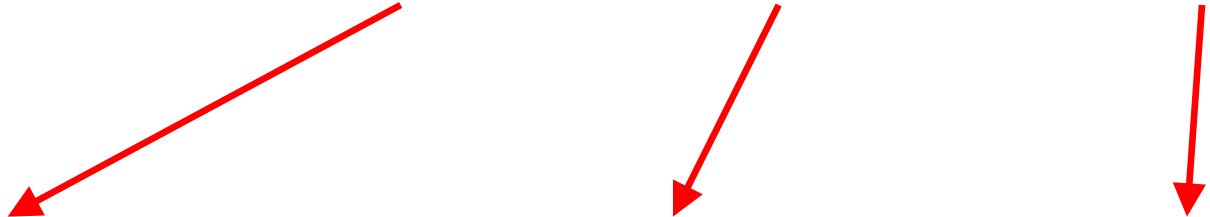
高硬度材料

ダイヤモンドより硬い!



ナノスペースカーボンを利用して効率よく

エネルギーをつくる、ためる、つかう



太陽電池

UV→Vis 高効率変換

燃料電池

高効率水素貯蔵

二次電池
キャパシタ

イオンクラスタリング

LED用蛍光体

カーボン量子ドット

FED電極