

## 「エレクトロニクスを志向した化学とは」

教授 石田尚行 e-mail: takayuki.ishida@uec.ac.jp  
III 類(理工系) 基盤理工学専攻 化学生命工学プログラム



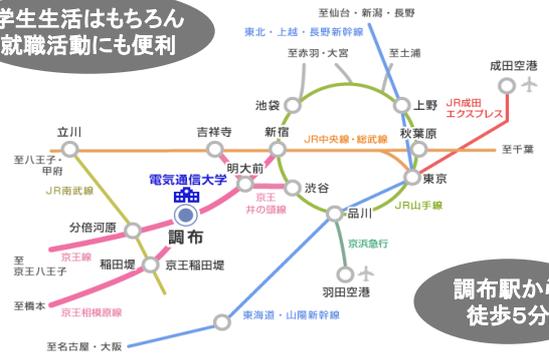
大学で身につけた学問は  
どのように役立つか?  
物質科学の目指すものは?  
ゴールは?

を意識して

**motivation**  
を高く持つ

## 新宿から15分 ~恵まれた立地環境~

学生生活はもちろん  
就職活動にも便利



調布駅から  
徒歩5分

## 電通大は総合理工大学である

理 学		工 学																		
物理学分野	化学分野	生物学分野	数学分野	情報科学分野	機械工学分野	電気・電子工学分野	通信工学分野	応用物理学分野	応用化学分野	生物工学分野	資源工学分野	材料工学分野	経営・管理工学分野	航空・宇宙工学分野	映像・光工学分野	医用工学分野	土木工学分野	建築工学分野	船舶・海洋工学分野	商船学

電通大で学べる領域

電気・通信だけでなく幅広い理工学領域を学べる

### 情報理工学域(学部)

### 情報理工学研究科(大学院)

I類(情報系)  
4つの教育プログラム  
210名

情報学専攻  
3つの教育プログラム  
M:110名 D:13名

II類(融合系)  
5つの教育プログラム  
245名

情報・ネットワーク工学専攻  
4つの教育プログラム  
M:150名 D:18名

III類(理工系)  
5つの教育プログラム  
235名

知能機械システム学専攻  
3つの教育プログラム  
M:105名 D:12名

先端工学基礎課程(夜間主)  
30名

基盤理工学専攻  
4つの教育プログラム  
M:135名 D:16名

共同サステイナビリティ研究専攻(D)4名

### 化学生物系実験室 東6号7F



化学も教育・研究しています。  
大学名からだとわかりにくいけど  
覚えておいてください!!!!

### 化学生物系演習室 東6号7F



(東1号と東4号館・東6号館(後方)・東地区)  
(Bldg. E-1, E-4, E-6, E-6 East area)

電気通信大学パンフレットから

## 三年次学生実験メニュー 化学生命工学実験 I & II

化学生命工学実験  
第一 & 第二

実験日	テーマ	ページ
第1日-第4日	(文庫、用-チームの実験を727室で行う) アミノ酸の構造 アミノ酸の合成 Fischer エステル反応による糖類の合成	8 12 12
第5日-第7日	(実験に習熟) ヘキサアミンシクロト(II) 塩化物の合成と電子スペクトル 多相系分子モデルの観察反応 プラスミド DNA の複製	24 24 24
第8日-第10日	(実験に習熟) 界面活性剤によるイロロ膜の形成 クロマトグラフィーによる生体分子の分離と分析 プラスミド DNA の複製と遺伝子発現による生体分子の分離	36 48 56
第11日-第13日	(実験に習熟) ポリマー反応によるシリカネットワークの形成 電気泳動法による生体分子の分離と分析 プラスミド DNA の複製と遺伝子発現による生体分子の分離	39 48 48

実験日	テーマ	ページ
第1日-第4日	(文庫、用-チームの実験を727室で行う) アミノ酸の構造 アミノ酸の合成 Fischer エステル反応による糖類の合成	8 12 12
第5日-第7日	(実験に習熟) ヘキサアミンシクロト(II) 塩化物の合成と電子スペクトル 多相系分子モデルの観察反応 プラスミド DNA の複製	24 24 24
第8日-第10日	(実験に習熟) 界面活性剤によるイロロ膜の形成 クロマトグラフィーによる生体分子の分離と分析 プラスミド DNA の複製と遺伝子発現による生体分子の分離	36 48 56
第11日-第13日	(実験に習熟) ポリマー反応によるシリカネットワークの形成 電気泳動法による生体分子の分離と分析 プラスミド DNA の複製と遺伝子発現による生体分子の分離	39 48 48





『分解してみました』  
(トッド・マクレラン著)

- 1.有機ELディスプレイ(半導体、液晶、フィルタ)
- 2.バッテリー(ポリアニリン、ラジカル)
- 3.カメラ(CCD)
- 4.スピーカ(平面振動板)
- 5.DVD-R、BD-R、-RW(光反応性色素)
- 6.回路基板、メモリ、リソグラフィ技術etc.

### 1階見学一周： 研究設備センター 東6号館1階(本会場の建物)に充実した設備



**電子スピン共鳴**  
**元素分析**  
**超導磁束計**  
**多種物理量測定装置**



### 1階見学一周： 研究設備センター 東6号館1階(本会場の建物)に充実した設備

“測定系に強い電通大”

→ ヘリウム液化機があります。



101	110	111	112	113	114
102	103	104	105	106	107
108	109	110	111	112	113
114	115	116	117	118	119
120	121	122	123	124	125
126	127	128	129	130	131
132	133	134	135	136	137
138	139	140	141	142	143
144	145	146	147	148	149
150	151	152	153	154	155
156	157	158	159	160	161
162	163	164	165	166	167
168	169	170	171	172	173
174	175	176	177	178	179
180	181	182	183	184	185
186	187	188	189	190	191
192	193	194	195	196	197
198	199	200	201	202	203
204	205	206	207	208	209
210	211	212	213	214	215
216	217	218	219	220	221
222	223	224	225	226	227
228	229	230	231	232	233
234	235	236	237	238	239
240	241	242	243	244	245
246	247	248	249	250	251
252	253	254	255	256	257
258	259	260	261	262	263
264	265	266	267	268	269
270	271	272	273	274	275
276	277	278	279	280	281
282	283	284	285	286	287
288	289	290	291	292	293
294	295	296	297	298	299
300	301	302	303	304	305
306	307	308	309	310	311
312	313	314	315	316	317
318	319	320	321	322	323
324	325	326	327	328	329
330	331	332	333	334	335
336	337	338	339	340	341
342	343	344	345	346	347
348	349	350	351	352	353
354	355	356	357	358	359
360	361	362	363	364	365
366	367	368	369	370	371
372	373	374	375	376	377
378	379	380	381	382	383
384	385	386	387	388	389
390	391	392	393	394	395
396	397	398	399	400	401
402	403	404	405	406	407
408	409	410	411	412	413
414	415	416	417	418	419
420	421	422	423	424	425
426	427	428	429	430	431
432	433	434	435	436	437
438	439	440	441	442	443
444	445	446	447	448	449
450	451	452	453	454	455
456	457	458	459	460	461
462	463	464	465	466	467
468	469	470	471	472	473
474	475	476	477	478	479
480	481	482	483	484	485
486	487	488	489	490	491
492	493	494	495	496	497
498	499	500	501	502	503
504	505	506	507	508	509
510	511	512	513	514	515
516	517	518	519	520	521
522	523	524	525	526	527
528	529	530	531	532	533
534	535	536	537	538	539
540	541	542	543	544	545
546	547	548	549	550	551
552	553	554	555	556	557
558	559	560	561	562	563
564	565	566	567	568	569
570	571	572	573	574	575
576	577	578	579	580	581
582	583	584	585	586	587
588	589	590	591	592	593
594	595	596	597	598	599
600	601	602	603	604	605
606	607	608	609	610	611
612	613	614	615	616	617
618	619	620	621	622	623
624	625	626	627	628	629
630	631	632	633	634	635
636	637	638	639	640	641
642	643	644	645	646	647
648	649	650	651	652	653
654	655	656	657	658	659
660	661	662	663	664	665
666	667	668	669	670	671
672	673	674	675	676	677
678	679	680	681	682	683
684	685	686	687	688	689
690	691	692	693	694	695
696	697	698	699	700	701
702	703	704	705	706	707
708	709	710	711	712	713
714	715	716	717	718	719
720	721	722	723	724	725
726	727	728	729	730	731
732	733	734	735	736	737
738	739	740	741	742	743
744	745	746	747	748	749
750	751	752	753	754	755
756	757	758	759	760	761
762	763	764	765	766	767
768	769	770	771	772	773
774	775	776	777	778	779
780	781	782	783	784	785
786	787	788	789	790	791
792	793	794	795	796	797
798	799	800	801	802	803
804	805	806	807	808	809
810	811	812	813	814	815
816	817	818	819	820	821
822	823	824	825	826	827
828	829	830	831	832	833
834	835	836	837	838	839
840	841	842	843	844	845
846	847	848	849	850	851
852	853	854	855	856	857
858	859	860	861	862	863
864	865	866	867	868	869
870	871	872	873	874	875
876	877	878	879	880	881
882	883	884	885	886	887
888	889	890	891	892	893
894	895	896	897	898	899
900	901	902	903	904	905
906	907	908	909	910	911
912	913	914	915	916	917
918	919	920	921	922	923
924	925	926	927	928	929
930	931	932	933	934	935
936	937	938	939	940	941
942	943	944	945	946	947
948	949	950	951	952	953
954	955	956	957	958	959
960	961	962	963	964	965
966	967	968	969	970	971
972	973	974	975	976	977
978	979	980	981	982	983
984	985	986	987	988	989
990	991	992	993	994	995
996	997	998	999	1000	1001

### Ⅲ類・化学生命工学プログラム



### 生物発光の研究

平野 誉 教授  
牧 昌次郎 准教授

ヤコウタケ  
発光中

発光機構の解明  
高効率の生物発光  
産業に転用

バイオイメーjing  
多様な色を作り出す





## 「エレクトロニクスを志向した化学とは」

教授 石田尚行 e-mail: takayuki.ishida@uec.ac.jp  
III 類(理工系) 基盤理工学専攻 化学生命工学プログラム

Q: 2019年は何年?

Q: この人は誰?

わしは\_\_\_\_\_と申す。  
化学者のバイブル\_\_\_\_\_を作ったのはわしじゃ!



メンデレーフ周期律発見150周年をお祝いするイベントを企画します

国際周期表年2019

日本学術会議  
IYPT2019.JP

ホーム 国際周期表年 イベント 推進パートナー 運営組織 お問い合わせ

UNESCOは2019年を国際周期表年として  
宣言しました! 皆さんお祝いしましょう!

United Nations  
Educational, Scientific and  
Cultural Organization

International Year  
of the Periodic Table  
of Chemical Elements

元素の周期表は、化学、物理学、生物学、地学、天文学などの幅広い自然科学の進歩とそれに伴う科学技術の発展に多大なる影響を及ぼしてきました。2019年は、ドミトリ・メンデレーフが元素の周期律を発見してから150周年の記念すべき年にあたります。また、様々な元素の質量、同位体存在率、元素名などを決定してきた国際純正・応用化学連合 (IUPAC) が設立100周年を迎えます。このような背景の下、国際連合総会において2019年を国際周期表年 (International Year of the Periodic Table of Elements: 通称IYPT2019) として祝うことが宣言され、UNESCOがその推進をリードします。国際周期表年 (IYPT2019) は、周期表の発見を祝うだけでなく、自然科学の発展が人間社会にもたらした功績を称えるうえでも重要な年となります。

c&en

### "I Spy a Periodic Table" Photo Contest

ACS機関誌 C&EN  
2019年1月号

周期表を街で見かけたら  
コンテストに参加しよう!

In celebration of the International Year of the Periodic Table, show us your periodic tables! Your photo could be selected to win a periodic table-themed prize and be featured in our weekly magazine. Your photos could take place in the kitchens, at the museum, in your lab, or wherever you find your favorite periodic tables across the globe. Get some inspiration below.

Photo credits from left to right: University of Murcia, Dept. of Chemistry, Colla Arnaud; C&EN, Megha Sahasrabudhne; C&EN, Katie Bourque; C&EN

Periodic-Table Table

Periodic-Table Tablecloth

Periodic-Table Tablemat

(from amazon.com)

分子磁性国際会議 (ICMM 2014) @ サントペテルブルク  
研究会参加は**学生も!**



上:メンデレエフのレリーフ  
(ペテルブルク総合大)  
右:メンデレエフの彫像と周期表  
(ペテルブルク工科大)

### ミニ「ロシア語講座」

アルファベットの置換で読めるものが多い。  
特に外来語は意味もわかる。

P → R; C → S; П → P; H → N; Л → L; Д → D;  
B → V; Б → B

РЕСТОРАН ⇒ レストラン

СТОП ⇒ 止まれ

СПАСИБО ⇒ スパシーバ  
ありがとう

### МЕНДЕЛЕЕВ(メンデレエフ)の周期表



### 現代の周期表・・・未来の周期表は???

Periodic Table of the Elements  
自然も導らしもすべて元素記号で書かれている

Google 一家に1枚周期表  
約 46,000 件 (0.26 秒)

pdfデータを無料配布中@文部科学省や日本化学会

一家に1枚周期表

エレメンタッチ @  
京大生協購買部

組み立ててみよう!  
「編笠型周期表」

ESQUISSE DE LA VIS TELLURIQUE

Béguyer de Chancourtois  
「地のらせん」(1862)  
らせん周期律の元祖

Mendeleev (1869)  
より早い!!!

Glenn T. Seaborg による拡張周期表 (1969)

f-block  
d-block  
p-block  
s-block

$n + 1$

フラーレン C<sub>60</sub>

固体は煤そのもの  
溶液は鮮やかな紫

<http://www.jst.go.jp/pr/jst-news/2009/2010-02/page07.html>

01 Topics 新型有機薄膜太陽電池の開発に成功

戦略的創造研究推進事業ERATO  
「中核型有機薄膜太陽電池プロジェクト」

JST News 科学技術振興機構

次世代太陽電池の効率化に挑む!

- エネルギーの変換効率を世界最高レベルに
- 新開発の電子供与体と受容体の出会いが理想的な構造を生む

太陽電池でファンを回すデモ

三菱化学・東大中村研

日経テクノロジーonline メガソーラー 発電事業を成功に導く エネルギー

2014/03/25 11:06

三菱化学と大成建設、有機薄膜型太陽電池をビル用外壁材に一体化

三菱化学と大成建設は3月24日、有機薄膜太陽電池を用いた発電する建物外壁ユニットを共同開発し、性能評価のための実証試験を始めること発表した。

太陽光パネル  
薄膜太陽電池  
建設が進む「実証棟」(完成イメージ)

ASCII 24 [ascii24.com](http://ascii24.com)

飯島 澄男 NEC特別首席研究員  
1963 電気通信大学通信学科卒業

NECなど、カーボンナノチューブ電極採用の携帯機器向け燃料電池を開発

2001年8月30日

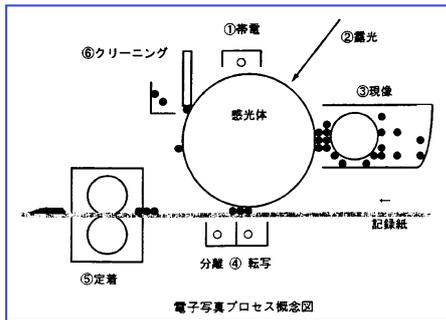
日本電気(株)らは、カーボンナノチューブの一種である“カーボンナノホーン”を電極に採用した携帯機器向けの小型燃料電池を開発した。エネルギー密度がリチウム2次電池の10倍など、...

カーボンナノホーン

ポリアセチレン

実用例：光電導体(OPC; 光照射により導通する物質)

コピー機・レーザープリンタの原理



電子写真プロセス概念図

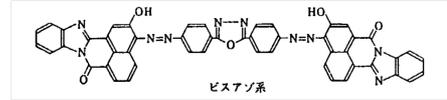
黒いところ → 露光されない → 静電気残る  
 白いところ → 露光される → 静電気失う



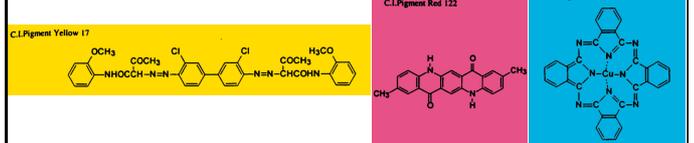
有機材料が大活躍:

1) 感光体: OPC (Organic Photo-Conductor)

有機化合物は静電気を帯びる性質をもつが、OPC は光が当たると導通し、静電気を失う。キャリア生成材、キャリア輸送材、電荷制御材はすべて有機化合物。



2) カラートナー YMC K



電導体、磁石、  
 これまで無機物に特有と思われてきた性質

なぜだろう？ どうしてだろう？  
 この性質の起源、発現の原理を解き明かす  
 (ここを「勉強」する必要がある)

有機物にも、  
 これらの性能を付与できるようになる

役に立つ画期的新材料の開発へ進む

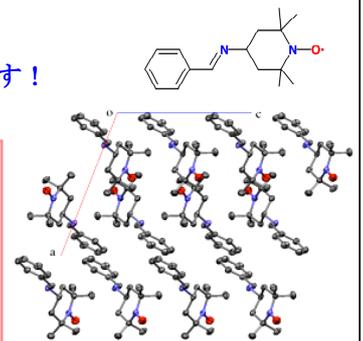
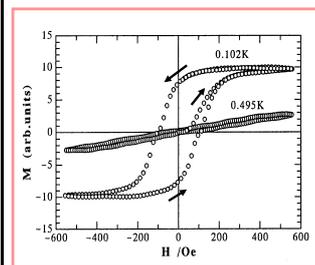
強磁性体 (磁石) の例

奇数電子「ラジカル」

『有機磁石』

電通大発石田研の成果です!

転移温度 0.17 K



構造解析 →  
 スピンの平行配置の理由

オープンキャンパス/オープンラボ/研究紹介  
 E-mail: takayuki.ishida@uec.ac.jp, HP: http://tff.pc.uec.ac.jp/

記憶する分子の作り方



石田尚行

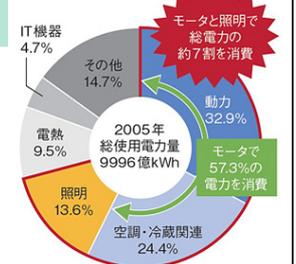
目指せ!  
 化学生命工学の極

Take-home messages

- (1) 磁石は地球を救う
- (2) 記憶する分子のレシピ有ります

役に立つ磁石～モーター

日本の総消費電力量の約60%は  
 モーター(動力)が使っています。  
 その損失を10%減らすことができれば、  
 総消費電力量の約6%を削減できます。  
 これは、原子力発電所10基分に相当します。



(日経エレクトロニクス)



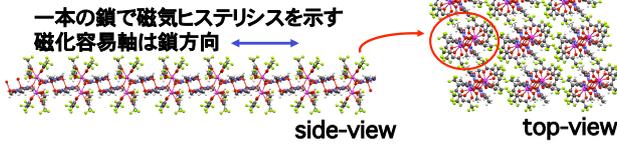
高トルクモーターには高性能  
 磁石が入っている。  
 Nd-Fe-B, Sm-Co etc.

(トヨタ自動車から)

## 役にたつ磁石 ~ナノテクノロジー

単分子磁石は情報記録メディアの究極のダウンサイジング

[Dy<sub>2</sub>Cu<sub>2</sub>]<sub>n</sub> (磁気的に一次元の鎖状錯体)



これをもしHDDに使ったら?

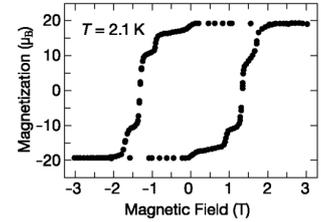
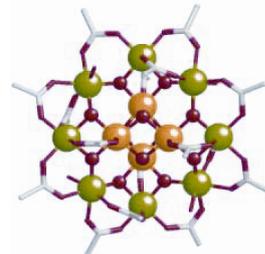


100 Tbits / cm<sup>2</sup> (予想)  
プラッター1面につき 1 Pbits!  
P(ペタ) は T(テラ) の1000倍

## 世界で初めての単分子磁石

[Mn<sub>12</sub>] (Gatteschi et al., *Nature* 1993, 365, 141)

単分子レベルで見られる磁気ヒステリシス



緑: Mn(III) (S=4/2)  
橙: Mn(IV) (S=3/2)  
全: S<sub>total</sub>=10

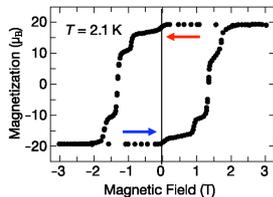
希釈しても起こる?  
量子トンネル効果?

熱力学の教えるところによれば、

同温、同圧、同体積、同物質量の同物質は、  
同一の熱力学的エネルギー状態をもつ

経路によらないエネルギー: 「ポテンシャル」

分子が、二つの値(エネルギー状態)を持つとし  
たら、この原理に反する。



右から来たときと  
左から来たときで  
違う値を持ってよい?

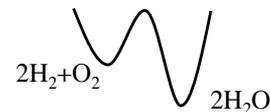
分子にどうやって記憶を植え付けるのか?

答: 単分子磁石を使い

『Arrhenius 挙動』

- 熱活性化型にエネルギー障壁 Δ を乗り越える
- 低温になると Δ を越えられない

準安定状態 vs 真の安定状態



例) H<sub>2</sub>とO<sub>2</sub>を混合して、何年も放置しても  
水にならない。  
エネルギー障壁を乗り越えられないから。

## 単分子磁石の秘密

Ans.: (熱活性化型のモデルを考えよ)

磁化反転の遅延化が鍵だ!



- 低温では磁性粒子は一方の井戸に囚われている。
- ブロックされている (blocked) という。

## 単分子磁石の秘密

Ans.: (熱活性化型のモデルを考えよ)

磁化反転の遅延化が鍵だ!



- 高温だと、バリアーを乗り越えられる
- “unblocked” という。

「反応速度」が十分に速いか、遅いか、という問題

