

「モノとヒトの多様性」～強相関係有機導体の化学と物理から～

本稿では、ダイバーシティ（多様性）をキーワードとして、モノとヒトに焦点を当てて考えてみたい。

まずモノの多様性であるが、電子の波動性と粒子性が拮抗することで多彩な電子物性を与える強相関電子系は、d 電子系の遷移金属酸化物、f 電子系の金属間化合物とともに、 π 電子系有機導体の研究が精力的に行われている。有機伝導体の特徴は、分子が単位であるため、分子軌道のハミルトニアン自体を設計して合成することができ、分子の内部自由度に無限の可能性を秘めていることである。また、分子は柔らかく、かつ異方的な形状をしているので、分子が集積した有機結晶の電子物性も低次元性を有し、さらに小さな外場（電場、磁場、光、圧力）で大きな応答を示すところが興味深い。

従来、絶縁体材料であった有機物が、フェルミ面を持つ金属である低次元性導体となり、さらには、電子がひしめく強相関電子系の仲間入りをし、圧力をパラメータとして、モット絶縁体あるいは電荷秩序絶縁体から、超伝導、金属へ劇的に変化する振る舞いを紹介する。また、最近の有機結晶のトピックスとして、有機伝導体を舞台とした非線形科学として、非線形伝導を、また分子の多様性を利用した新たな機能性として、水素結合プロトンのダイナミクスと協奏する新たな強相関電子物性を紹介したい。

さらに、モノに加えてヒトのダイバーシティ（多様性）であるが、米国、日本でどのように多様性の概念が発展してきたか、社会的影響を与えているのかを概観する。そして、サイエンスの発展、サイエンスに携わる人の活躍に必要な、ダイバーシティ（多様性）のある分野、組織を実現するための課題を考えてみたい。

【1. 元来絶縁体として利用されていた有機物が、強相関係有機超伝導体に発展するまで】

[1]

・ 良導性半導体 ～元来絶縁体として利用された有機物に電気を流す～

エレクトロニクス製品で使われるビニール電線において、中心は導電性の銅線であるが、被覆はポリ塩化ビニルという有機高分子からできており、このように自由電子を持たない有機物質は、元来、絶縁体材料として利用されてきた。ポリ塩化ビニルなどの有機物と、銅などの無機物について、図 1 に室温の電気伝導度 $[\sigma (\text{S cm}^{-1}) = 1/\{\rho (\text{ohm cm})\}]$ を示した。驚くべきことに、その伝導度の範囲は、 $10^{-16} \sim 10^5 \text{ S cm}^{-1}$ と 21 桁に及ぶ。無機物では、絶縁体の石英およびガラス、半導体として Si や Ge、また金属性を示す良導体として、導電性の良い順に銀、金、銅がある。一方、有機物は、前述した絶縁体のポリ塩化ビニルがあり、半導体として、ビニール袋として用いるポリエチレンがあるが、導電性の有機物は存在しなかった。ところが、今から約 60 年前の 1954 年に、赤松、松永、井口博士らが初めて有機物でも電気を流せることを証明した。電子供与性をもつペリレン分子は閉殻であるため有機半導体であるが、電子受容性のある臭素との化合物を作ると、ペリレンから臭素に「電

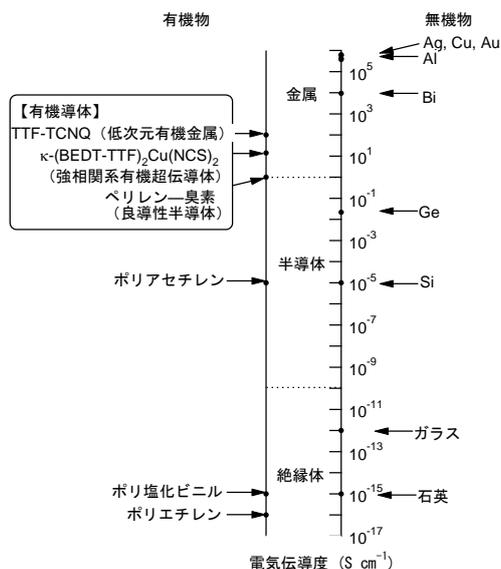


図 1 無機物と有機物の室温電気伝導度。

荷移動」を起こし、ペリレンにホールができるとそのホールをキャリアとし、そのキャリアが分子間を遍歴して電気伝導性を獲得し、良導性半導体(室温で 1 ohm cm , $E_a = 0.055 \text{ eV}$)ができることを明らかにした。

・低次元導体 ～有機物が銅のような金属となる～

有機物が伝導体になるためには、「電荷移動」が重要な概念であることが提案されたが、ペリレン-臭素はまだ化学的に安定でなく、良導性半導体にとどまっていた。その後、図 2 に示すように、安定な電子供与体である TTF (tetrathiafulvalene) と電子受容体である TCNQ (tetracyanoquinodimethane) が合成され、1973 年に初めて、低温まで金属性を示す有機化合物 TTF・TCNQ が登場した。両分子が優れているのは、TTF は HOMO (the highest occupied molecular orbital; 最高占有軌道) のエネルギー準位が高くて酸化されやすく [図 2 (a)]、TCNQ の LUMO (the lowest unoccupied molecular orbital; 最低非占有軌道) のエネルギー準位は低くて還元されやすいことである [図 2 (c)]。単成分の時は、TTF (あるいは TCNQ) が積み重なって 1 次元カラムを形成して価電子帯 (あるいは伝導帯) ができて、100% 充填されている (あるいは空) のため半導体である。一方、TTF と TCNQ を混合して化合物にすると、HOMO バンドと LUMO バンドはエネルギーが近いので、 $0.59e^-$ の電子が移動する電荷移動が起き、電荷移動錯体 TTF・TCNQ となる。TTF と TCNQ カラムにホールおよびエレクトロンの電荷担体ができ、各々のカラム内の分子間を、 π 電子を通して遍歴して、電気伝導を生じる。電荷移動で、TTF のホールバンドおよび TCNQ のエレクトロンバンドができて、安定な金属となる。

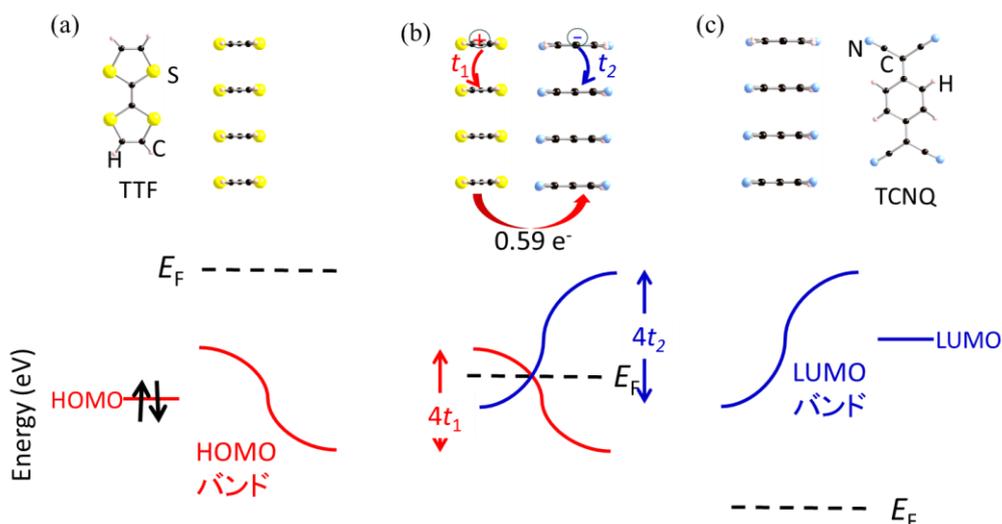


図 2 (a) 電子供与体 TTF の HOMO (the highest occupied molecular orbital) と HOMO バンド、(b) 電荷移動錯体 TTF・TCNQ、(c) 電子受容体 LUMO (the lowest unoccupied molecular orbital) と LUMO バンド。

ハバードモデルで表すと、式①のように、 σ スピンをもった電荷担体が分子 i から分子 j へ t_{ij} のエネルギー（移動積分）で移動する。1 次元なので、 $4t_{ij}$ がバンド幅(W)となり、TTF が 0.2~0.4 eV、TCNQ が ~0.5 eV と実験的に求められている。

$$H = - \sum_{\langle ij \rangle \sigma} t_{ij} c_{i\sigma}^+ c_{j\sigma} \quad \text{①}$$

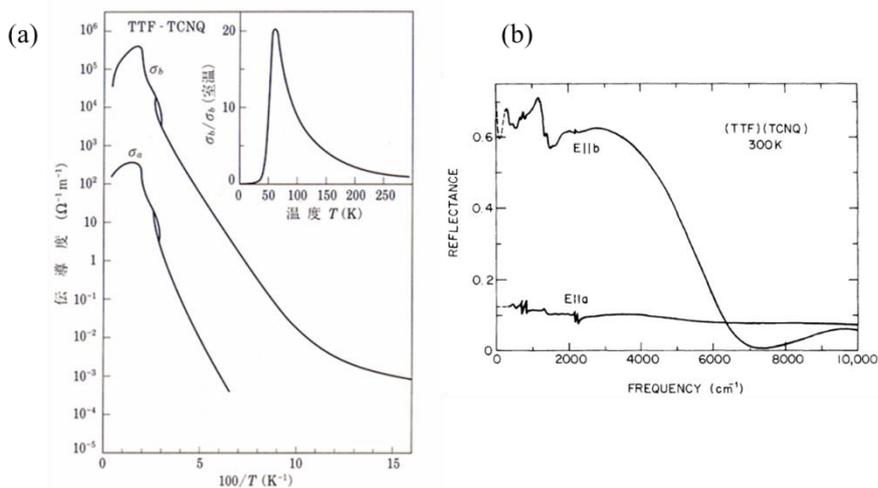


図 3 TTF・TCNQ における (a)伝導度の温度依存性と(b)反射率の波数依存性[2]。

TTF・TCNQの電気伝導度を測定すると、図3(a)に示すように、室温で $1 \times 10^3 \text{ ohm}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ で、60Kまで安定な金属的挙動を示し、それ以下で1次元性不安定性のためパイエルス転移で絶縁化する。また特徴的なことは、分子が平面構造であるため、分子の積み重なる**b**方向に1次元的で、他の方向より100倍伝導度が良く、異方的な伝導性を示す。また、図3(b)に示すように、反射スペクトルを見ても、**b**方向にのみ低波数側で反射率が高く、異方的な金属挙動を示しており、この低次元性が有機伝導体の特徴である。

・強相関系有機伝導体 ～有機物も超伝導体となる～

有機電荷移動錯体 TTF・TCNQ は、有機物で初の安定な有機金属となったが、1次元伝導性のため、60 K で金属—絶縁体転移（パイエルス転移）を起こした。この低次元性は、平面的な形状を持つ分子の特徴を反映しており、球形の原子を構成する無機物にはない、分子性伝導体特有の性質と考えられる。金属—絶縁体転移（パイエルス転移）により、格子変形と電子系の変化が協奏して電荷密度波が出現し、その電場下における集団励起など、低次元由来の物性物理が急速に進展した。しかし、物質科学としては、さらに低温まで高伝導性、ひいては超伝導を示す有機結晶が待望された。1次元性を凌駕して高次元化するため、新たな分子として、平面分子の垂直方向、つまり積み重なり方向だけではなく、分子の短軸方向にも相互作用を持ちうる新たな BEDT-TTF 分子[図4(a)]が合成された。BEDT-TTF を用いて、電荷移動錯体を作製したところ、2次元電子系の有機超伝導体 $\kappa\text{-(BEDT-TTF)}_2\text{Cu(NCS)}_2$ が得られた。[3] 図4(b)に示すように、電子供与体 BEDT-TTF から成る伝導層とアニオン絶縁層が積み重なる2次元層状構造をしており、伝導層内では、期待通り二量化した BEDT-TTF 分子が2次元的に κ 型配列をしている。

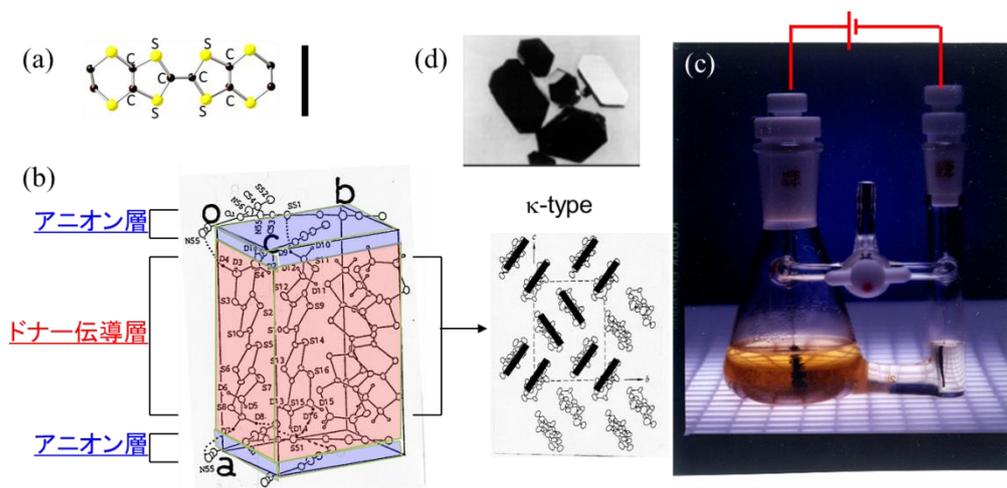


図4 有機超伝導体 $\kappa\text{-(BEDT-TTF)}_2\text{Cu(NCS)}_2$ の(a) BEDT-TTF 分子、(b) 2次元層状構造と伝導層内の κ 型ドナー配列、(c)化学的電気酸化法による結晶育成風景と、(d) 得られた黒色単結晶。[3]

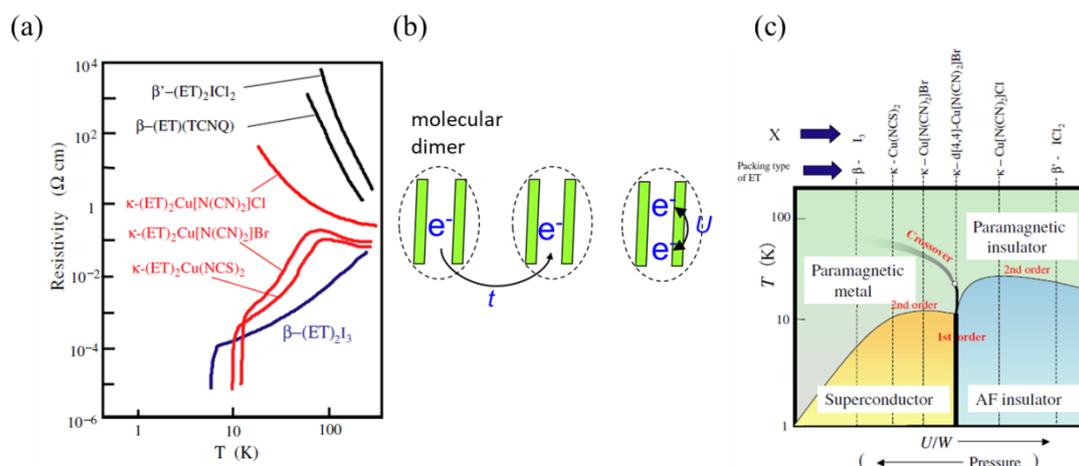


図 5 (a) κ -(BEDT-TTF)₂X 等の電気抵抗率の温度依存性と (b) 統一的相図 [3,4].

これら有機超伝導体は、室温プロセスにより、溶液中で得られる。[図 4(c)] 電子供与性の BEDT-TTF 分子を有機溶媒に溶かし、約 1 カ月 0.5 μ A の微小定電流を流すことにより分子を酸化し、一緒に溶解した対アニオンとの電荷移動錯体である黒色板状単結晶が、白金電極上に成長する。[図 4(d)]

得られた有機超伝導体 κ -(BEDT-TTF)₂Cu(NCS)₂ の単結晶を用いて、4 端子法で電気抵抗を測定してみると、図 5(a) に示すように、室温で $\sim 10 \text{ ohm}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ で、室温付近では金属的であるが、それから抵抗が温度低下と共に一旦上昇し、再び降下して金属的挙動に戻り、 $T_c = 10.4 \text{ K}$ で超伝導転移を示すという、異常な温度依存性を示した。その後、類縁体を系統的に調べたところ、半導体的挙動は電子のクーロン相互作用による強相関効果であることが判明した。

Na 金属は、 $\sim 10^{22} \text{ 個/cm}^3$ の自由電子が電気を流すキャリアとなり、電子間のクーロン相互作用は他の伝導電子に遮蔽されるが、有機超伝導体 κ -(BEDT-TTF)₂Cu(NCS)₂ は $\sim 10^{21} \text{ 個/cm}^3$ のキャリアとなるため、電子間のクーロン斥力は無視できない。特に、 κ -(BEDT-TTF)₂X (X = アニオン) では、二量化した分子 (BEDT-TTF)₂¹⁺ あたり 1 個のホールあるいは電子があるので、実効的な 1/2 充填バンドとなり、電子相関は強い。つまり、二量体の i サイトから隣の j サイトへの移動するキャリアの運動エネルギー [$W = 8 \cdot t_{ij}$ (移動積分)] と、 i サイトにおける 2 個の電子のクーロン斥力 (U_{ii}) が各々 1eV とほぼ等しく、競合している。[図 5(b)] ゆえに、一連の κ -(BEDT-TTF)₂X において、 $U_{ii} > W$ では、運動エネルギーに比べクーロン斥力が強いので、伝導キャリアは局在して半導体的挙動を示す **モット絶縁体** となり、低温でスピンは反強磁性転移をする。一方、化学的あるいは物理的に圧力を印可すると、分子の軌道の重なりが大きくなり、 $U_{ii} < W$ では、キャリアの遍歴性が増して金属的挙動を示す。その中間の $U_{ii} \sim W$ で超伝導転移を示す。[図 5(a, c)] これをハバードモデルで表すと式②となり、この強相関電子系では 1 電子近似が破綻していることがわかる。

$$H = - \sum_{\langle ij \rangle \sigma} t_{ij} c_{i\sigma}^{\dagger} c_{j\sigma} + \sum_i U_{ii} n_{i\uparrow} n_{i\downarrow} \quad (2)$$

【2. 強相関係有機導体の最近の話題】

2-1 非線形科学の舞台となる有機伝導体

オームの法則は線形応答であるが、構成要素が相互作用をし、外場に対して正あるいは負のフィードバックがかかるときに非線形な応答となる。強相関係有機伝導体においても、電子集団において、電子間にクーロン相互作用が働くので、電場の印可により非線形な応答として、非線形伝導、および直流—交流変換、電荷秩序相の集団励起などの非平衡現象が出現する。

・電場応答スイッチングと直流—交流変換 [5]

前章では、二量化が強く実効的な 1/2 充填バンドを持つ有機伝導体において、サイト内のクーロン相互作用が効くときにモット絶縁体となることを示した。一方、二量化のない 3/4 充填バンドを持つ有機伝導体においては、電子のサイト間の運動エネルギー ($W = 8t_{ij}$) とクーロン斥力 (V_{ij}) が拮抗していて、前者が大きい時は金属状態であるが、後者が大きい時には分子間に電荷の不均化が起き、電荷秩序状態となる。[Fig. 6(a)] 拡張ハバードモデルでは、式③のように表せる。

$$H = - \sum_{\langle ij \rangle \sigma} t_{ij} c_{i\sigma}^{\dagger} c_{j\sigma} + \sum_i U_{ii} n_{i\uparrow} n_{i\downarrow} + \sum_{ij} V_{ij} n_i n_j \quad (3)$$

このような分子性導体 θ -(BEDT-TTF^{0.5+})₂[CsCo(SCN)₄]¹⁻ においては、分子間クーロン相互作用の異方性により、図 6(b)(ii) 2 倍周期ストライプ型、(iii) 3 倍周期型のように、様々な電荷秩序パターンがエネルギー的に拮抗している。(ii)の相は電荷が局在して絶縁性であるのに対して、(iii)の相は 2 次元的な電荷秩序で遍歴性を持つ。本結晶では、室温では(i)であるが、100K 付近で(iii)が現れ、さらに低温 50 K 以下では、(ii)も成長することにより抵抗が上昇する。4K において、分子配列は周期的であるものの、(ii)と(iii)の電荷秩序のドメインが共存する、電子系の自発的な不均一化が起きていることが放射光での超格子測定で明らかとなっている。そのような本質的な不均一系に電場を印可すると、Fig. 6(c)のように(ii)の電荷秩序が融解して、抵抗が 2 桁減少し、スイッチング現象を起こす。さらに直流電圧を 6V 以上に上昇させると、40Hz の非常にゆっくりとした交流電流が出現する。放射光における電場下の実験により、(ii)と(iii)の電荷秩序相は、電圧印可により動的な非平衡状態となり、高抵抗の(ii)と低抵抗の(iii)のドメインが入れ替わることにより交流発振していると考えられている。

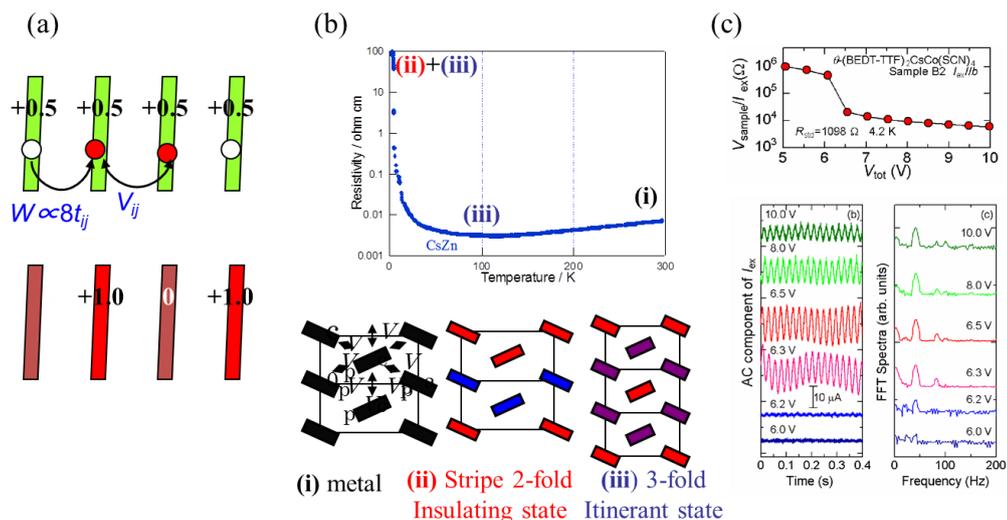


図6 3/4 充填バンドを有する強相関電子系の(a) 電子相関による金属と電荷秩序状態、 θ (BEDT-TTF) $_2$ CsZn(SCN) $_4$ における (b)電気抵抗率の温度依存性と(i) 金属、(ii)2 倍周期ストライプ型絶縁性電荷秩序状態、(iii) 3 倍周期遍歴性電荷秩序状態、(c) 電圧印可による電気抵抗のドロップと直流電圧印可による 40Hz の交流電流の発振 [5]。

・歌う有機伝導体

非平衡現象としては、このような、高抵抗から低抵抗へのスイッチング、および直流—交流変換の他、電場印可による準安定状態の出現、さらに、電荷秩序状態が電場でスライディングすることによる交流発振などが調べられている。1次元の電荷密度波の電場によるスライディングは MHz の発信をするのに対して、電荷秩序状態の集団励起は数本の電荷密度派の集団励起とマスが重いため kHz での発信となる。この周波数は、人間の可聴域となり、強相関電荷秩序系有機導体 β -(BEDT-TTF) $_2$ PF $_6$ は、音を発する「歌う有機伝導体」と呼ばれている。

2-2 π 電子とプロトンのカップルによる新たな機能物性 [6-8]

2-1 までで述べたように、従来の有機固体物性は、電子の電荷、格子、スピン、軌道の自由度で表される伝導性および磁性などの「 π 電子物性」であった。一方、電子の次に軽い粒子である水素結合プロトンを用いた強誘電性、プロトン伝導性など「プロトン固体物性」も近年調べられているが、両物性は別々に研究されてきた。そこで、我々は、「 π 電子固体物性」と「プロトン固体物性」がカップルした、「 π 電子—プロトン相関固体物性」を目指して研究したところ、プロトンの量子性、あるいは同位体重水素効果を利用した興味深い相関現象が見いだされたので紹介する。

・プロトンの量子揺らぎを利用した量子スピ液体 [7]

通常 2 次元系有機導体は、有機伝導層とアニオン絶縁層が相互に積み重なる 2 次元層状構造をしている。しかしながら、 π 電子とプロトン相関係の本物質 $\kappa\text{-X}_3(\text{Cat-EDT-TTF})_2$ [$X = \text{H, D}$] では、アニオン絶縁層は無く、有機伝導層が水素結合 $(\text{O}\cdots\text{X}\cdots\text{O})^+$ で連結されている。[Fig. 7(a)] 単成分有機物質は、通常閉殻であるため半導体、または絶縁体であるのに対して、本物質は、水素結合プロトンの脱離とホールの注入による自己ドーピングで、室温常圧において $\sigma_{\text{RT}} \sim 10 \text{ Scm}^{-1}$ と単成分純有機物質において、世界最高の室温伝導度を持っており、これは π 電子-プロトンの相関効果である。[Fig. 7(d)]

π 電子-プロトン相関係の $\kappa\text{-H}_3(\text{Cat-EDT-TTF})_2$ の有機伝導層では、 $S = 1/2$ のスピンをもつ二量化した分子が三角格子を形成している。そして、格子点にある $S = 1/2$ のスピンは反強磁性的相互作用を持つが、三角格子のフラストレート効果のため、スピンは秩序化しない。P. W. Anderson 博士は、このように三角格子点の 2 つのスピンが反強磁性的に結合ペアを作り、共鳴した原子価結合性の固体、所謂 VBS (valance bond solid) ができれば、低温まで量子揺らぎにより強/反強/非磁性などに秩序化しない「量子スピ液体」状態が実現するだろうと 1973 年に予言した。[9] そして 21 世紀に入り、有機モット絶縁体では、4 個の「量子スピ液体」が見いだされている。特にこの π 電子-プロトン相関係の $\kappa\text{-H}_3(\text{Cat-EDT-TTF})_2$ は、三角格子が $t'/t = 1.5$ と歪んでいるにもかかわらず、「量子スピ液体

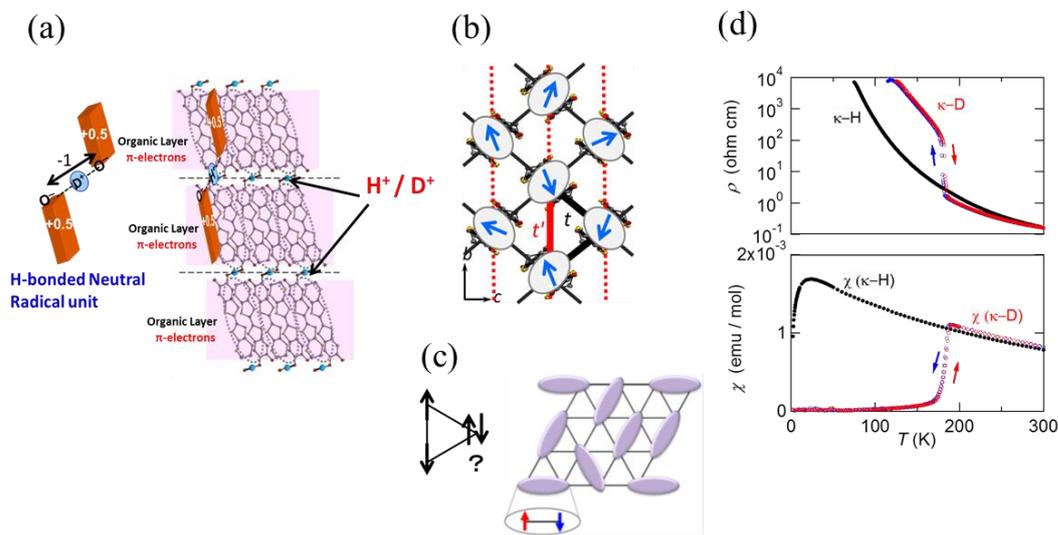


図7 水素結合プロトンと π 電子がカップルした新しい有機伝導体 $\kappa\text{-X}_3(\text{Cat-EDT-TTF})_2$ [$X = \text{H, D}$] では、(a)絶縁性アニオン層がなく、伝導層が水素結合 $[(\text{O}\cdots\text{H}\cdots\text{O})$ あるいは $[(\text{O}\cdots\text{D}\cdots\text{O})]$ で連結された単成分純有機伝導体であり、(b) 伝導層は二量体分子が三角格子を形成したスピンのフラストレーション系となっており、(c) スピン対が量子的に共鳴する量子スピ液体を実現している。[9] (d) 水素結合のダイナミクスにより、水素体は量子スピ液体であるが、重水素体は 185K で磁性と伝導性のスイッチングが起こる。[6-8]

体」が実現しているのが特徴である。これは、水素結合プロトンが、非調和性単極小水素結合ポテンシャル中で、約 8K 以下の低温で量子揺らぎをしており、その揺らぎが、三角格子を形作る π 電子に影響しているためであると、量子化学計算、および量子常誘電応答、熱伝導、磁性の実験から提案されている。

・水素結合のプロトンダイナミクスによる磁性と伝導性のスイッチング現象 [8]

π 電子—プロトン相関係の κ -X₃(Cat-EDT-TTF)₂ において、有機伝導層を連結する水素結合が X = H の場合、有機伝導層では、三角格子を形成している分子二量体中の $S = 1/2$ スピンが低温まで量子的に揺らいで、「量子スピン液体」を発現していることを前節で述べた。水素結合プロトンと π 電子がカップルしているのなら、大きな同位体重水素効果が見えるだろうということで、X = D の π 電子—プロトン相関係 κ -D₃(Cat-EDT-TTF)₂ を合成した。その結果、X = H では、少なくとも 50 mK まで量子揺らぎが残ってスピンの秩序化しないのに対し、X = D では 185K で磁性と伝導性のスイッチングが起き、185K におよぶ大きな同位体重水素効果が観測された。この相転移は、水素結合における重水素の無秩序—秩序転移に伴い、カップルしている π 電子系内で電荷移動が起きて、電荷秩序状態になるために、半導体—絶縁体、および常磁性—非磁性転移が起こっていることが確認された。このように、 π 電子とプロトンの相関で、重水素移動に伴う電荷秩序で新たなスイッチング現象を観測することに成功している。

このように、分子内および分子間の内部自由度を利用した新たな機能物性の開拓の一例を示したが、今後ますます発展し、将来の有機エレクトロニクスに繋がっていくと大きな期待が寄せられている。

【3. ダイバーシティ（多様性）がサイエンスの質を高める】 [10]

本章では、個人の能力が十分に発揮され、パフォーマンスの内容を高める取り組みの背景にある、「ダイバーシティ（多様性）」というコンセプトについて、歴史的な背景を踏まえながら説明したい。さらに、サイエンスおよびサイエンスに携わる者にとって、「ダイバーシティ（多様性）」を生かすことのメリットと、それに向けた課題を考えてみたい。

・ダイバーシティ（多様性）とは？

ダイバーシティは、「多様性」、「相違点」と訳される。組織の中で、人種・国籍・性・年齢を問わずに、個人が尊重され、さらにその個性の「違い」を積極的に生かすこと、例えばテーゼとアンチテーゼから、アウフヘーベンへと昇華するように、異なる考え方を融合することにより、新たな価値観を創造することが期待できる。それにより、個人の能力が十分に発揮され、ひいては組織の持続性、創造性が高まることが予想される。

・ダイバーシティ（多様性）の属性

図のように、第1属性（年齢、性別、障がいの有無、LGBT、人種、国籍）といった外見から見えやすいものばかりでなく、第2属性（ライフスタイル、親の地位、趣味、出身地、価値観、雇用形態、収入、職業、婚姻状況）など表面的には見えにくい深層的な要素も、包括的に含んでいて、ダイバーシティの属性の範疇である。また、環境、状況により、「違い」は異なり、幅広い視点でダイバーシティを考えることが必要となる。

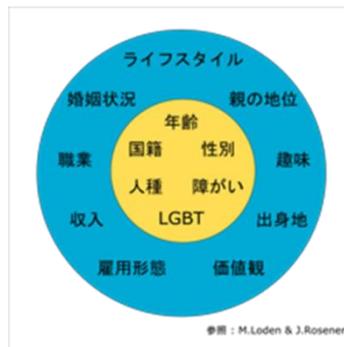


図8 ダイバーシティ（多様性）の第1属性と第2属性

・ダイバーシティ（多様性）の発祥の地は米国

米国で、1960～70年代、雇用機会均等（EEO, Equal Employment Opportunity）法（1964年）、クォータ制のアファーマティブ・アクション(AA)法が制定（1965,1967年）され、女性や有色人種など、マイノリティーの雇用、昇進の**格差是正策**として、ダイバーシティー（多様性）の概念が用いられた。その結果、1976年までには大企業の80%がEEO施策を行い、70%以上の雇用者がAAの措置を報告するようになった。しかしながら、AA運用には、多くの企業で、既存の企業文化を変えることなく、マイノリティーがマジョリティーの文化に同化することを求めていることが問題となっていた。その状況の中で、R. M. Kanter が、人々の行動と仕事上の経験を結び付けた研究で、構造変数理論を提唱し、「人はおかれた状況の特徴から行動をつくる」という考え方を示した。それは、少数派であるがゆえに、いつまでも真の力を発揮できず、発揮しても例外としか評価されず社会の固定観念を変化させる力を持ってないので、少数派のグループに属する人間の数を増やすには外部からの力を使わなければならないというもので、AA策を進める理論的支柱となった。

さらに、ダイバーシティー（多様性）も1980年代、**EEO/AA策から Valuing Diversity（多様性を重視する）**を基盤とした方策へ突入する。つまり、多様な人材の採用も、クォータ制のルールとして「がまんして採用・登用する」のではなく、「個々人を正しく評価して、能力を発揮する」制度への移行となったのである。その根底には、「我々は皆同じであることがすばらしい」という信念や態度から、「我々一人一人が独特であり、それが我々の偉大さの源泉である」という考え方へのシフトがある。

また、1990年代には、ダイバーシティー（多様性）を引き出す **Managing Diversity** へ変

換した。つまり、ダイバーシティ（多様性）が、公平、クォータ制を満足させ、道義的、倫理的、法的であるという思考から、労働力の多様性が、経済的、競争優位上の利益を組織にもたらすエンジンだという考え方となった。そして、トップマネジメントの意図のもと、女性などのマイノリティを登用しつつ組織の変革を行う企業が増大した。

・日本でのダイバーシティ（多様性）は？

日本では、1986年に男女雇用機会均等法が施行されて、雇用機会均等(EEO)の議論がスタートした。米国より約20年遅れての歩みである。ここでは、募集、採用、配置、昇進に関して、女性を男性と同等に扱うことを努力義務として、教育訓練、福利厚生、定年・解雇について、女性であることの差別を禁止した。そして、1997年に男女共同機会均等法の改正により、女性労働者に係わる措置としてポジティブ・アクション（日本ではAAをPAという）が規定され、1999年に施行された。そして、2015年に、10年の時限立法として、女性活躍推進法が施行され、女性の活躍推進に向けた「行動計画」の策定と公表が義務づけられる。

日本の課題として、少子高齢化やグローバル化に対する対応が求められており、ダイバーシティ（多様性）は必須である。そして、その実現のためには、日本型のダイバーシティ（多様性）として、働き方のダイバーシティ（多様性）の重要性が提案されている。市諸外国のように、人種、民族、国籍、宗教などのような属性の多様性が少ない日本では、価値観のダイバーシティ（多様性）を実現していくことが、多様な人材を活用に繋がると議論されている。

・無意識の偏見（アンコンシャス・バイアス）、ワークライフバランスとは？

ダイバーシティ（多様性）の実現のキーワードとして、無意識の偏見（アンコンシャス・バイアス）とワークライフバランスがある。前者は、誰しもが持っている無意識の偏見（アンコンシャス・バイアス）を意識化することにより、組織としては、人の採用、評価、昇進を適切に行い、個人としては、人間関係を良好にすることができる。後者のワークライフバランスは、仕事と生活を両立させることにより、個人の能力を十分に発揮し、望む人生を実現させることである。個人にとっても、組織にとってもメリットがあり、近年、労働時間の長さでなく、質や量で評価できるよう、環境を整えることが議論されている。

・ダイバーシティ（多様性）がサイエンスの質を高める

サイエンスの質を高めるためには、学問のダイバーシティ（多様性）、ヒトのダイバーシティ（多様性）が確保できるようになるかが鍵で、これは組織のトップの問題だけでなく、分野に携わるすべての人の課題であることを認識する必要がある。

文献

- [1] “物性科学ハンドブック”、森 初果 他、東京大学物性研究所編、朝倉書店、2016、932-973;
H. Mori, J. Phys. Soc. Jpn. 75 (2006) 051003.
- [2] 鹿兒島誠一、「低次元導体」(裳華房, 2000)p272; D. B. Tanner, C. S. Jacobsen, A. F. Garito, and
A. J. Heeger, Phys. Rev. B 13 (1976) 3381.
- [3] H. Urayama-Mori, H. Yamochi, G. Saito, K. Nozawa, T. Sugano, M. Kinoshita, S. Sato, K.
Oshima, A. Kawamoto, and J. Tanaka, Chem. Lett. (1988) 55; H. Urayama-Mori, H. Yamochi, G.
Saito, S. Sato, A. Kawamoto, J. Tanaka, T. Mori, Y. Maruyama, and H. Inokuchi, Chem. Lett.
(1988) 463.
- [4] K. Kanoda, J. Phys. Soc. Jpn. 75 (2006) 051007.
- [5] F. Sawano, I. Terasaki, H. Mori, T. Mori, M. Watanabe, N. Ikeda, Y. Nogami, and Y. Noda,
Nature, 437, 522-524(2005); H. Mori, S. Tanaka, and Y. Maruyama, Bull. Chem. Soc. Jpn. 68
(1995)1136; H. Mori, S. Tanaka, and T. Mori, Phys. Rev. B 57 (1998) 12023-12029.
- [6] H. Kamo, A. Ueda, T. Isono, K. Takahashi, H. Mori, Tetrahedron Lett., 53, 4385 (2012); T. Isono,
H. Kamo, A. Ueda, K. Takahashi, A. Nakao, R. Kumai, H. Nakano, K. Kobayashi, Y. Murakami,
H. Mori, Nat. Commun., 4, 1344 (2013).
- [7] T. Isono, H. Kamo, A. Ueda, T. Takahashi, M. Kimata, H. Tajima, S. Tsuchiya, T. Terashima, S.
Uji, H. Mori, Phys. Rev. Lett., 112, 177201 (2014).
- [8] (a) A. Ueda, S. Yamada, T. Isono, H. Kamo, A. Nakao, R. Kumai, H. Nakao, Y. Murakami, K.
Yamamoto, Y. Nishio, H. Mori, J. Am. Chem. Soc., 136, 12184 (2014); (b) A. Ueda, A.
Hatakeyama, M. Enomoto, R. Kumai, Y. Murakami, H. Mori, Chem. Eur. J., 21, 15020 (2015);
(a) K. Yamamoto, Y. Kanematsu, U. Nagashima, A. Ueda, H. Mori, M. Tachikawa, Phys. Chem.
Chem. Phys., 18, 29673 (2016); (b) K. Yamamoto, Y. Kanematsu, U. Nagashima, A. Ueda, H.
Mori, M. Tachikawa, Chem. Phys. Lett., 674, 168 (2017).
- [9] Anderson PW. 1973. Mater. Res. Bull. 8:153–60.
- [10] 谷口真美、“組織におけるダイバシティ・マネジメント”、日本労働研究雑誌 574 69-84
2008;村尾由美子、“ダイバシティ・マネジメントの観点から考える女性研究者・技術者
の活用 “、第 1 1 回男女共同参画学協会連絡会シンポジウム資料集、15 (2013).