

有機伝導体 K_xP -Terphenyl の作製Crystal growth of an organic conductor K_xP -Terphenyl○片桐優一¹, 曾根希萌², 下村大河², 石渡聖矢², 渡辺忠孝³, 高野良紀³, 高瀬浩一³*Y. Katagiri¹, K. Sone², T. Shimomura², S. Ishiwata², T. Watanabe³, Y. Takano³, K. Takase³

Abstract : In this March, a new organic superconductor K_x -P-Terphenyl with $T_c = 123$ K has been reported. However, there was no informed on the crystal structure and electrical resistivity. In this study, we tried checking the reality of superconductivity K_x -P-Terphenyl

・はじめに

2017 年 3 月 20 日に Wang らによって P-Terphenyl($C_{18}H_{14}$)に K を $K:P$ -Terphenyl = 3:1 の mol 比率でドーピングした物質が 123 K において超伝導的振る舞いを示すことが報告された [1]. その報告では磁化による試料の評価がなされていたが, X 線回折測定による構造評価および電気抵抗測定による超伝導的な転移は確認されていない. 報告されている P-Terphenyl および K をドーピングした P-Terphenyl (K_xP -Terphenyl)の磁化の温度依存性を **Figure 1**, **Figure 2** に示す.

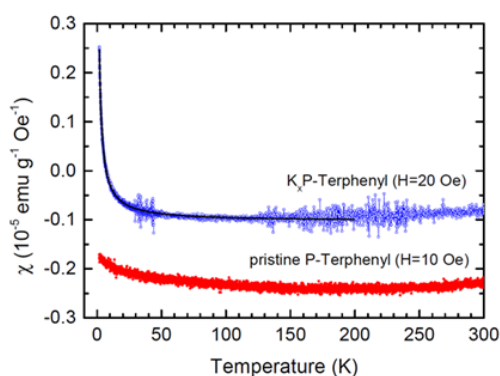


Figure 1. Temperature dependence of the dc magnetic susceptibility χ for pristine P-Terphenyl and non-superconducting potassium-doped P-Terphenyl

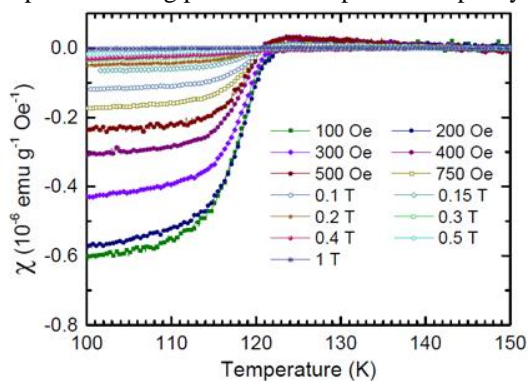


Figure 2. Temperature dependence of the dc magnetic susceptibility χ for potassium-doped P-terphenyl

Figure 1 において, P-Terphenyl は反磁性を示し, K_xP -Terphenyl は常磁性を示していることが報告されている. 一方で **Figure 2** において, K_xP -Terphenyl が超伝導的振る舞いを示した例も報告されている.

今回作製する試料に用いられている P-Terphenyl はパラ配位に C-C 単結合で結合した 3 つのフェニル環を有する C と H からなる単斜晶系の有機化合物である. また, 類似した構造に O-Terphenyl, M-Terphenyl が存在する(**Figure 3**).

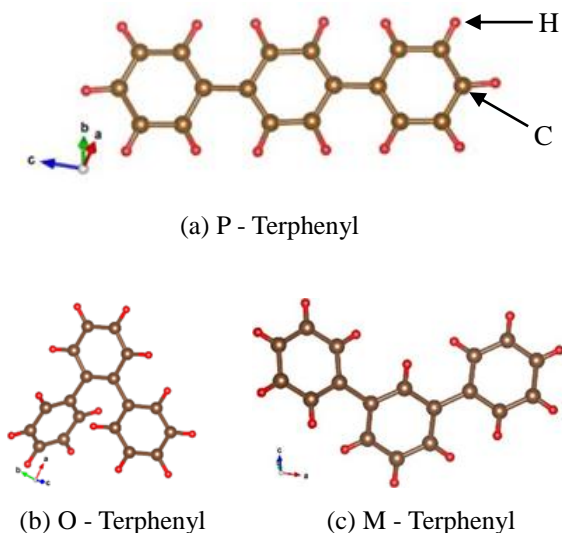


Figure 3. Crystal structure of Terphenyl

本研究では, K_xP -Terphenyl を作製し, この試料が超伝導的振る舞いを示すか実証実験を行なった. 実証実験として, 報告がなされている磁化の温度依存性を測定するとともに, その構造も X 線回折測定より明らかにする.

・実験方法

原材料には K (純度 99.0%) と $C_{18}H_{14}$ (純度 99.0%) を用いた. $K:C_{18}H_{14} = 3:1$ の mol 比率で, Ar 雰囲気中で計量を行い, 質量は K と $C_{18}H_{14}$ の和が 1.0 g とな

るように計量した。その後、計量した試料を石英管内に真空封入し、電気炉で様々な条件下で焼成を行った。焼成は温度が 100~300 °C、時間は 24~168 時間の条件で行った。焼成した試料の構造評価として CuK α 線 ($\lambda = 1.5418 \text{ \AA}$)による粉末 X 線回折法を用いた。測定する際、大気中での反応を防ぐために、Ar ガスで満たされた密閉容器に試料を入れ、粉末 X 線回折測定を行った。

・実験結果

電気炉での焼成条件を **Table 1** に示す。

Sample	Temperature[°C]	Time[h]
#1	100	48
#2	170	168
#3	200	24
#4	200	48
#5	260	24
#6	260	48
#7	300	48
#8	300	96

Sample 1 では、K および P - Terphenyl はそれぞれ石英管に封入したままの状態に残っており、試料は反応を示さなかった。

Sample 2 および Sample 3 では K の一部は単体で残っており、P - Terphenyl は白色から黒色に変色した。これは P - Terphenyl が一部の K と反応したからであると考えられる。

Sample 4 ~ Sample 8 では K および P - Terphenyl ともに黒色に変色した。これは P - Terphenyl がすべての K と反応したからであると考えられる。

また、Ar 雰囲気中において、試料を液体窒素で冷却し、超伝導の特徴である磁気浮上の検証を行った。上記の方法で Sample 5 を評価したが、超伝導的振る舞いは示さなかった。

Sample 4 ~ Sample 8 の粉末 X 線回折結果を **Figure 4** に示す。これらの試料のプロファイルはほぼ同じで、P - Terphenyl の構造は見られない。これは、焼成によって構造が崩れてしまったものと考えられる。また、不純物として KH および C 単体が生じた。

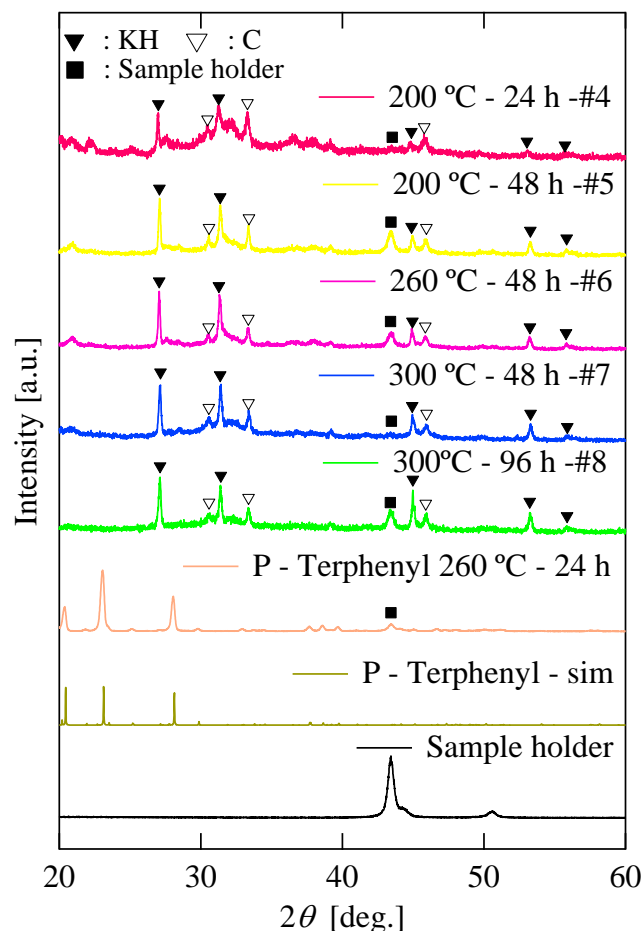


Figure 4. Powder XRD patterns of K_xP - Terphenyl

・まとめ

今回、焼成条件を変え、K_xP - Terphenyl の作製を試みた。

Sample 1, Sample 2, Sample 3 は K と P - Terphenyl の反応を示さなかった。その原因として Sample 1, Sample 2 では焼成温度は低く、Sample 3 では焼成時間が短かったからであると考えられる。また、Sample 4 ~ Sample 8 は焼成により P - Terphenyl の構造が崩れ、不純物が生じた。

今後は、K と P - Terphenyl の mol 比率を変え、K の量を少なくした試料を作製する。これは低温度、短時間での焼成によって P - Terphenyl の構造を崩さないまま反応を示すことが期待できるからである。

当日は、さらなる試料の構造評価と磁性評価を報告する。

・参考文献

[1] Wang, Ren-Shu, et al. : "Superconductivity above 120 kelvin in a chain link molecule." arXiv preprint arXiv:1703.06641 (2017).