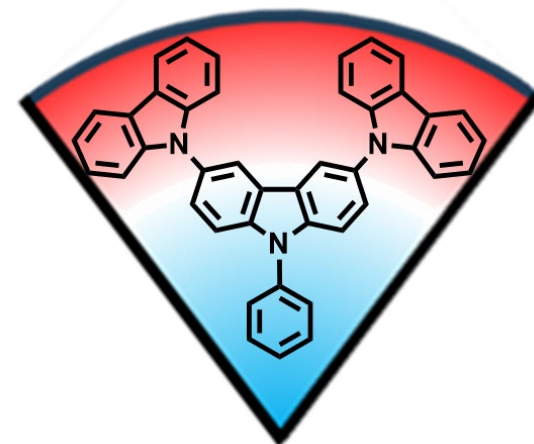
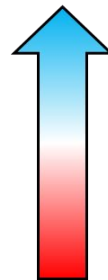
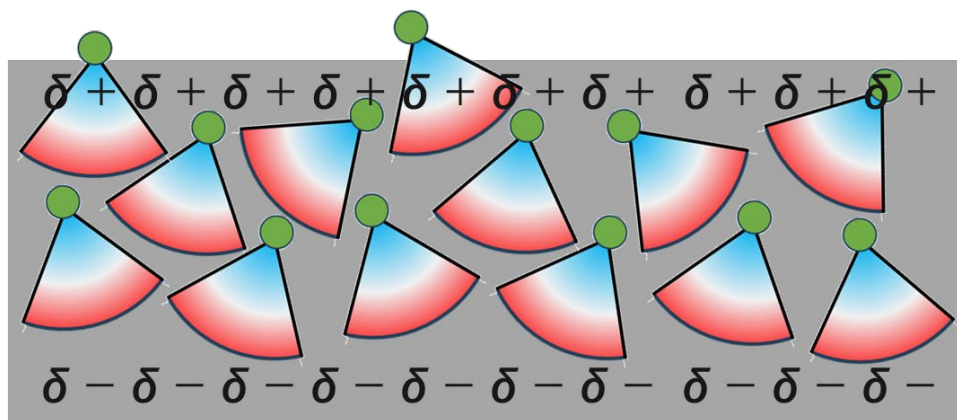


JKA 機械振興事業 2024M-451

2024年度樹状高分子を用いた 振動発電システム用エレクトレット材料の 開発補助事業



事業概要説明並びに成果報告書

九州大学先導物質化学研究所 アルブレヒト建

- ✓IoTデバイスの普及に伴って自立型電源が求められている
- ✓自然・人工的に発生する振動を使って発電する振動発電が注目を集めている

✓振動発電素子に使用される有機エレクトレット材料は現状の技術はで荷電処理が必要であり、作製時に大きなエネルギーが必要

一元玉大で1mW「振動発電」 無線IoTへの応用視野

科学&新技術 +フォローする

2017年2月28日 6:30 (会員限定記事)

保存

📧 📄 📧 📧 📄

一元玉ほどの大きさで、身近にある振動から、従来よりも1桁大きな1mWの電力を発生する。このような振動発電デバイスを、空調・冷熱分野の制御機器などを手掛ける篤宮製作所、東京大学、静岡大学が共同開発した(図1)。

内蔵する0.4gの重りに周波数500Hz、加速度0.996Grms (rmsは実効値)の振動を加え、1.01mWrmsを発電することを確認した(図2)。2018年の実地試験、2020年の量産...

「電池の束縛」から解放 IoTで脚光、振動発電

科学&新技術 +フォローする

2015年4月14日 6:30 (会員限定記事)

保存

📧 📄 📧 📧 📄

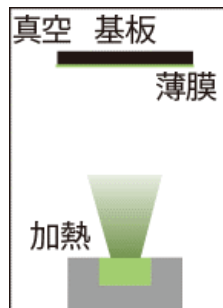
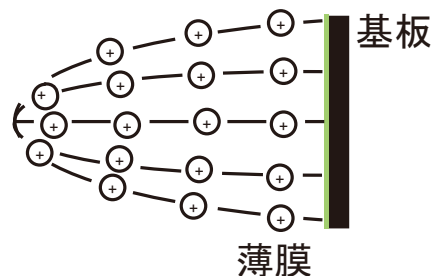
IoT (Internet of Things:モノのインターネット)が注目されるのに呼応して、インフラ監視のセンサーネットワーク用電源などとして振動発電への期待が高まっている。

東京で開催されたエネルギー関連の展示会「Smart Energy Japan2015」(2015年1月28~30日)では、エネルギーハーベスティングコンソーシアム (EHC) の会員企業が、実用化間近の振動発電技術を披露した...

振動発電素子の効率を左右するエレクトレット材料の高性能化が求められている

本研究で開発する樹状高分子エレクトレット

コロナ放電



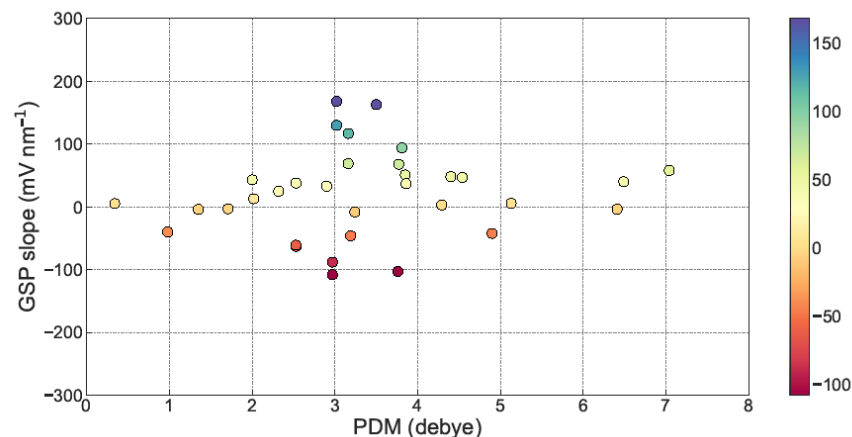
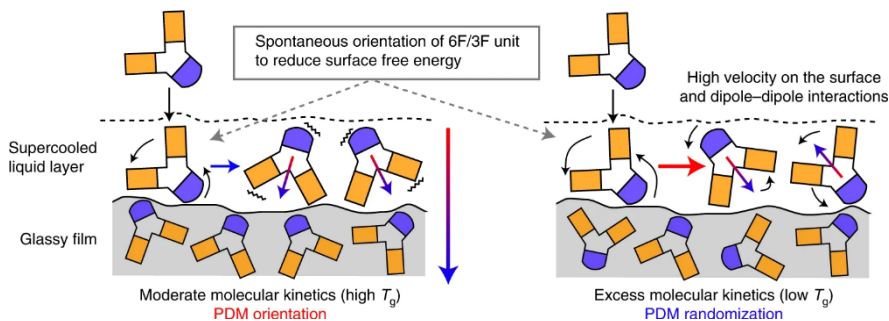
✓独自の樹状高分子を用いることで荷電処理なしで高性能なエレクトレット材料を作製

- ・成膜に有毒な有機溶媒を使用
- ・数kVの高電圧を利用したコロナ放電による荷電処理でエレクトレット作製

- ・溶媒フリーな真空蒸着プロセス
- ・荷電処理なし

✓有機物を真空蒸着するだけで、荷電処理なしに自発的にエレクトレット材料が作成される技術が注目されている

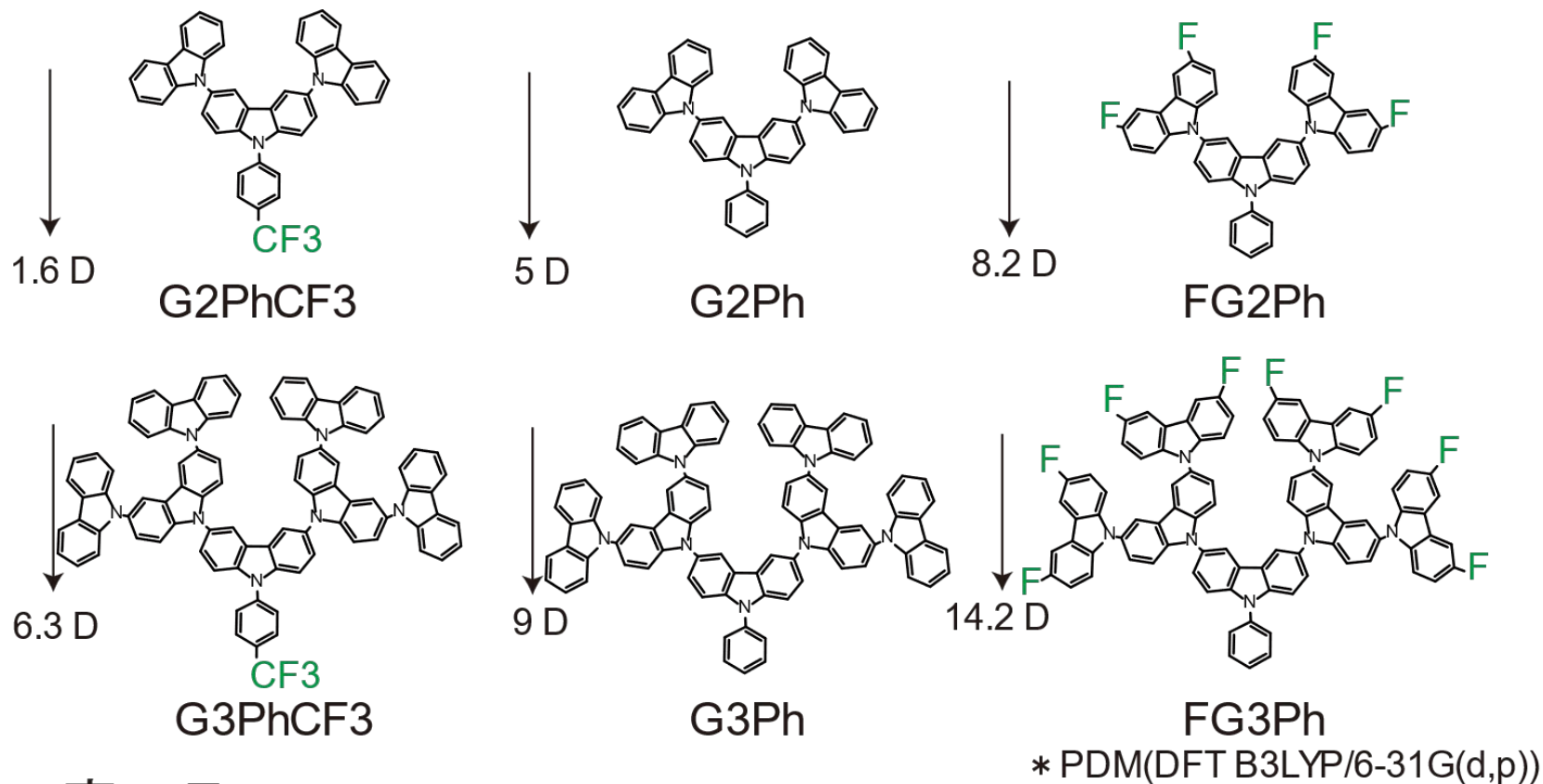
D Intramolecular PDM orientation (film)



(左)蒸着によって生じる自発配向分極のイメージ。分極した分子が一部配向した準安定状態が生じる。

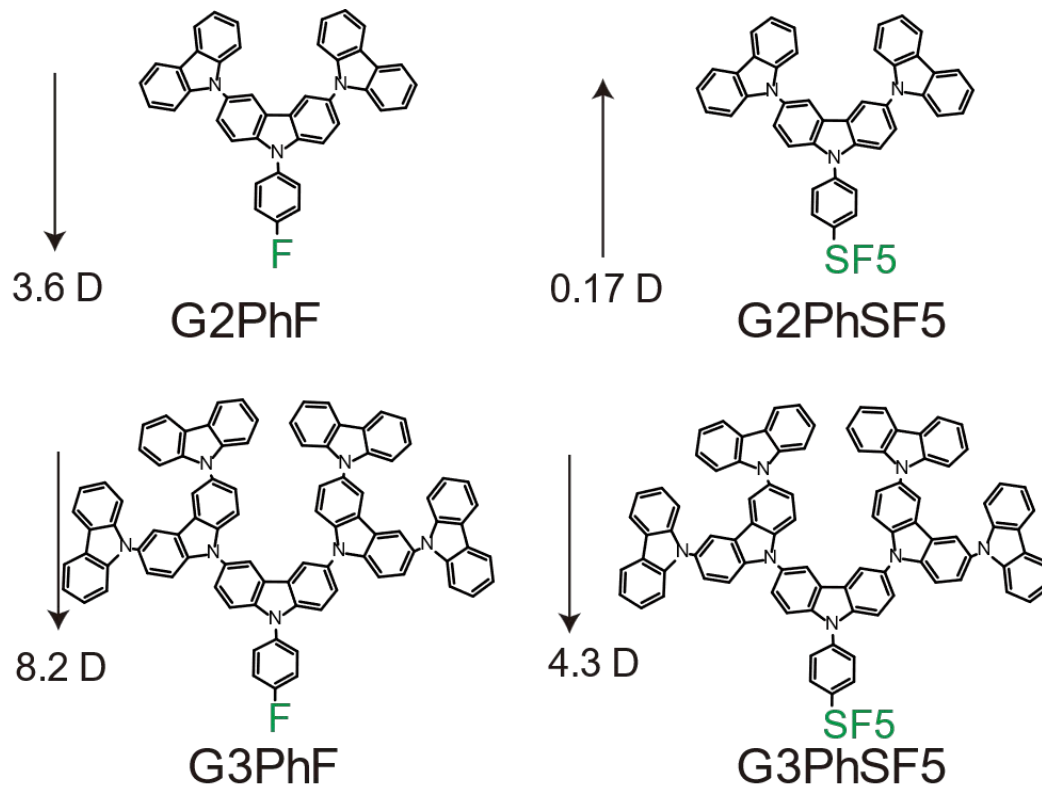
(右)これまでに報告されている有機蒸着エレクトレットの双極子モーメント(PDM)と電界(分極)の関係。絶対値が200 mV/nmを超えるものは未知

いずれも共同研究者の執筆した(Nature Materials, **21**, 819–825 (2022))より引用



- 高い Tg
- 大きな PDM + ● フッ素による配向効果
- 安定したコンホメーション

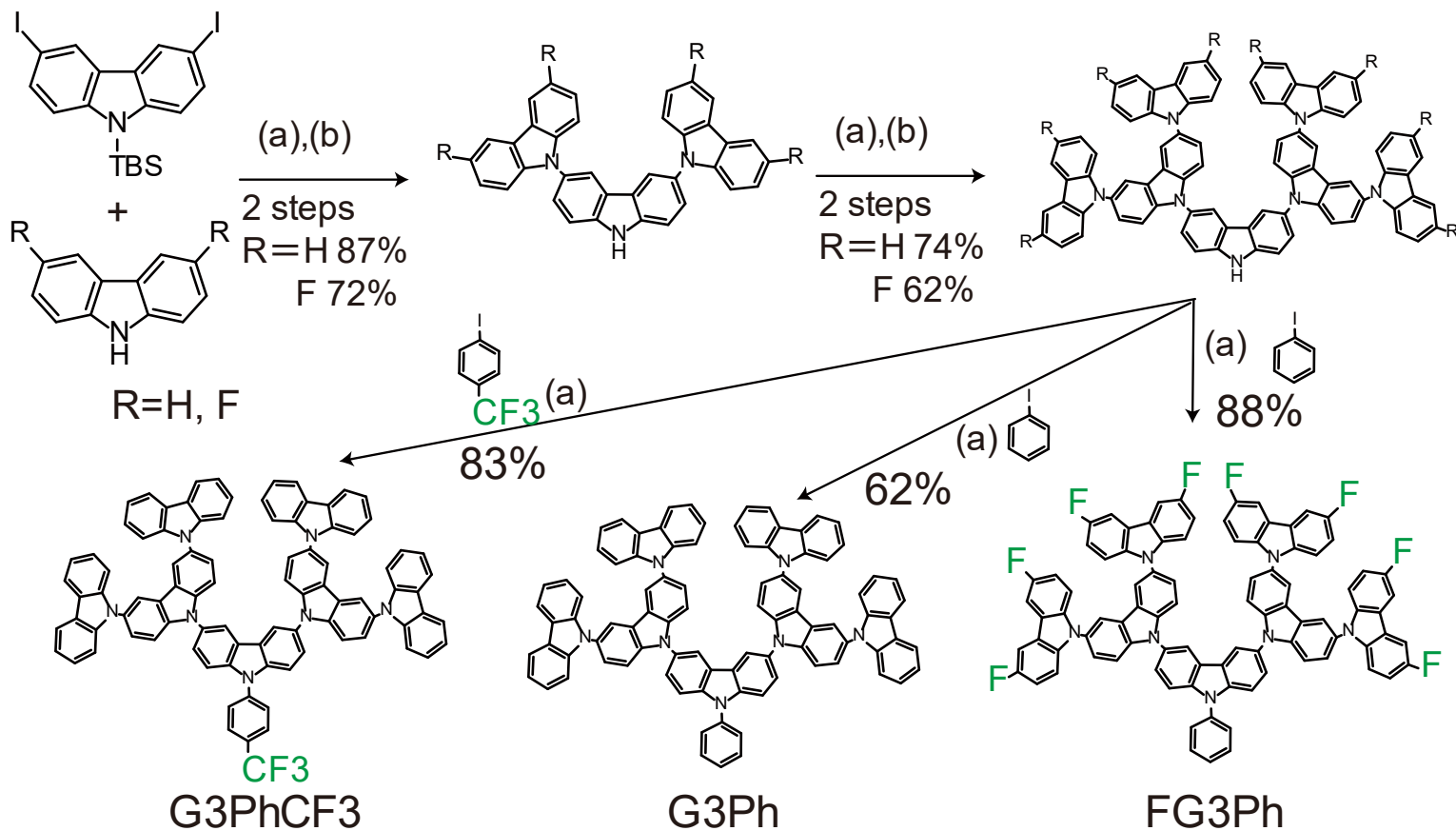
✓ 大きなGSPを示すと期待できるカルバゾール dendrimer 構造に着目



* PDM(DFT B3LYP/6-31G(d,p))

- 高い Tg
 - 大きな PDM
 - 安定したコンホメーション
- + ● フッ素による配向効果

✓ 大きなGSPを示すと期待できるカルバゾール dendリマー構造に着目



(a) CuI, K_3PO_4 , trans-1,2-cyclohexane diamine, dioxane, 12-24h, 110°C

(b) TBAF, THF, 10min., r.t. (one-pot reaction).

✓ 既存合成ルートの実用で新規 dendrimer 類を合成

GSP(分極膜)物性測定

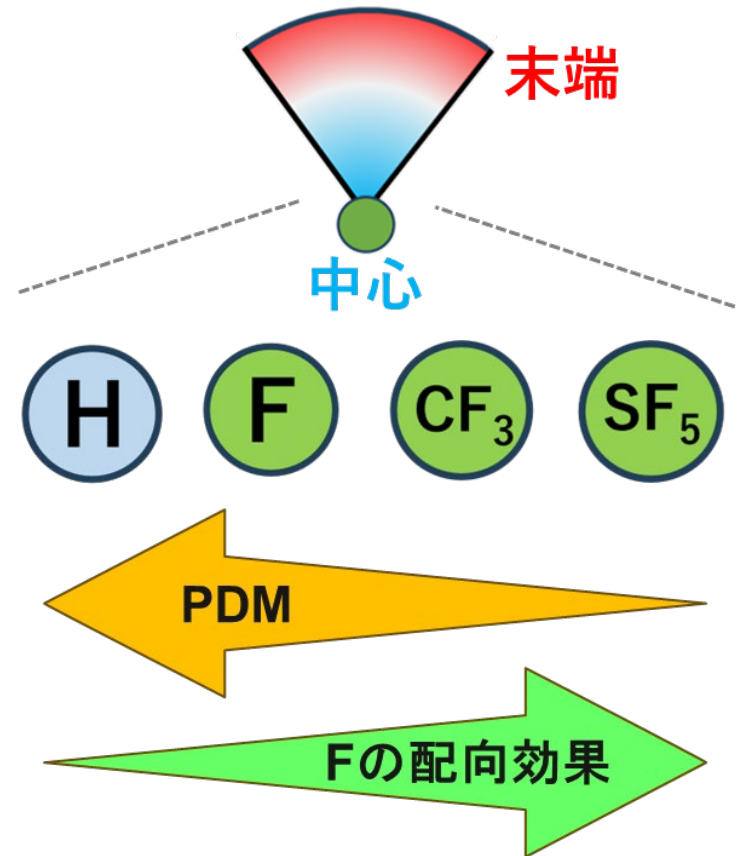
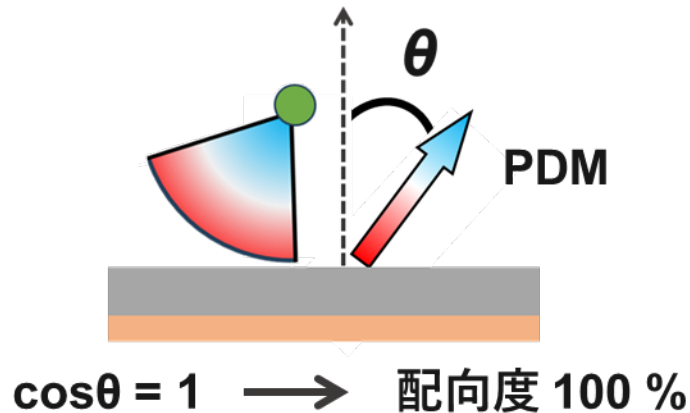
0.5 Å/s で ITO 基板の上に蒸着した際の表面電位

Dendrimer	GSP slope (mV/nm)	PDM (Debye)	Tg (°C)	cos θ
G2Ph	-12	5	156	-0.014
G2PhF	17	3.6	153	0.028
G2PhCF3	64	1.7	162	0.240
G2PhSF5	-5.8	0.2	177	-0.201
G3Ph	42	9	-	0.022
G3PhF	46	8.2	292	0.070
G3PhCF3	103	6.2	297	0.215
G3PhSF5	-	4.3	319	-

- デンドリマーの世代が上昇すると正の方向に GSP 増大
- 同世代で見たとき GSP が最も大きいのはCF3のデンドリマー

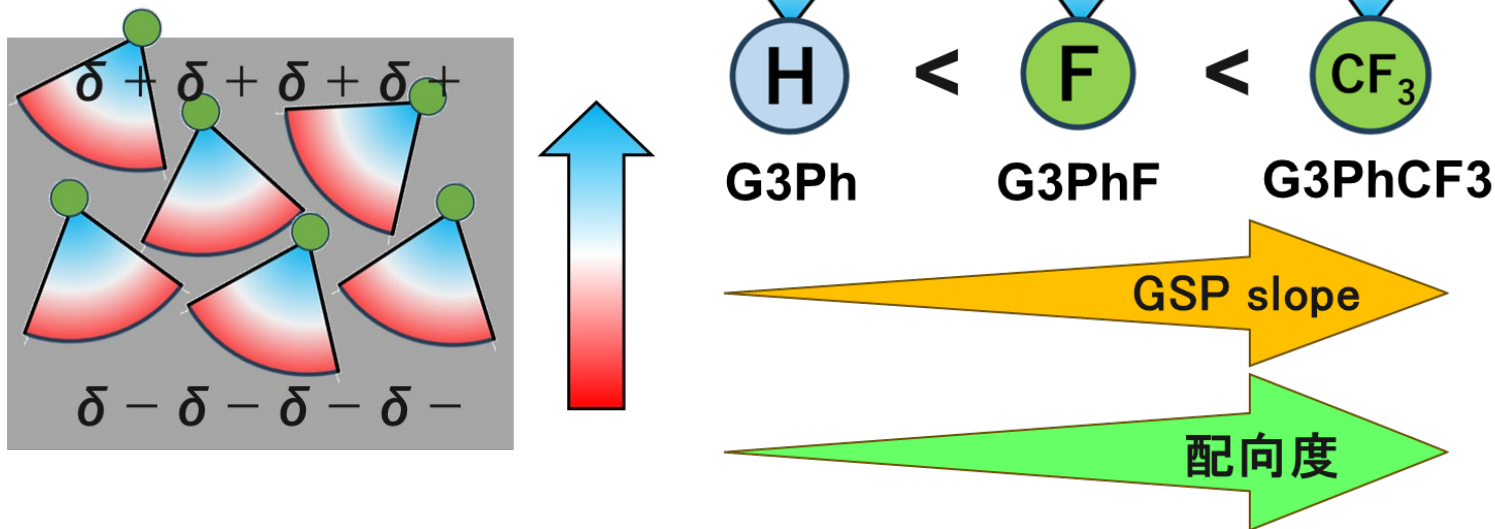
Correlation between GSP and Fluorinated Substituents

Dendrimer	GSP slope (mV/nm)	PDM (Debye)	$\cos \theta$
G2Ph	-12	5	-0.014
G2PhF	17	3.6	0.028
G2PhCF ₃	64	1.7	0.240
G2PhSF ₅	-5.8	0.2	-0.201



- 中心のフッ素の数を増やす事で配向度 ($\cos \theta$) が増加
- SF₅ は PDM の向きが真逆のため負のGSP
- CF₃ のデンドリマーは F よりも GSP 大 (配向効果の増大 > PDMの減少)

Conclusion



- 高世代ほど大きな正のGSPを示し、デンドリマーの末端が基板(膜)に向けた配向を取る。
- 同世代で見たとき、中心にCF₃を導入したデンドリマーが最も大きな GSP slope をもつ。(G3PhCF₃: 103.6 mV/nm)
- デンドリマーにフッ素系置換基を導入する事で分子の配向を制御出来た。