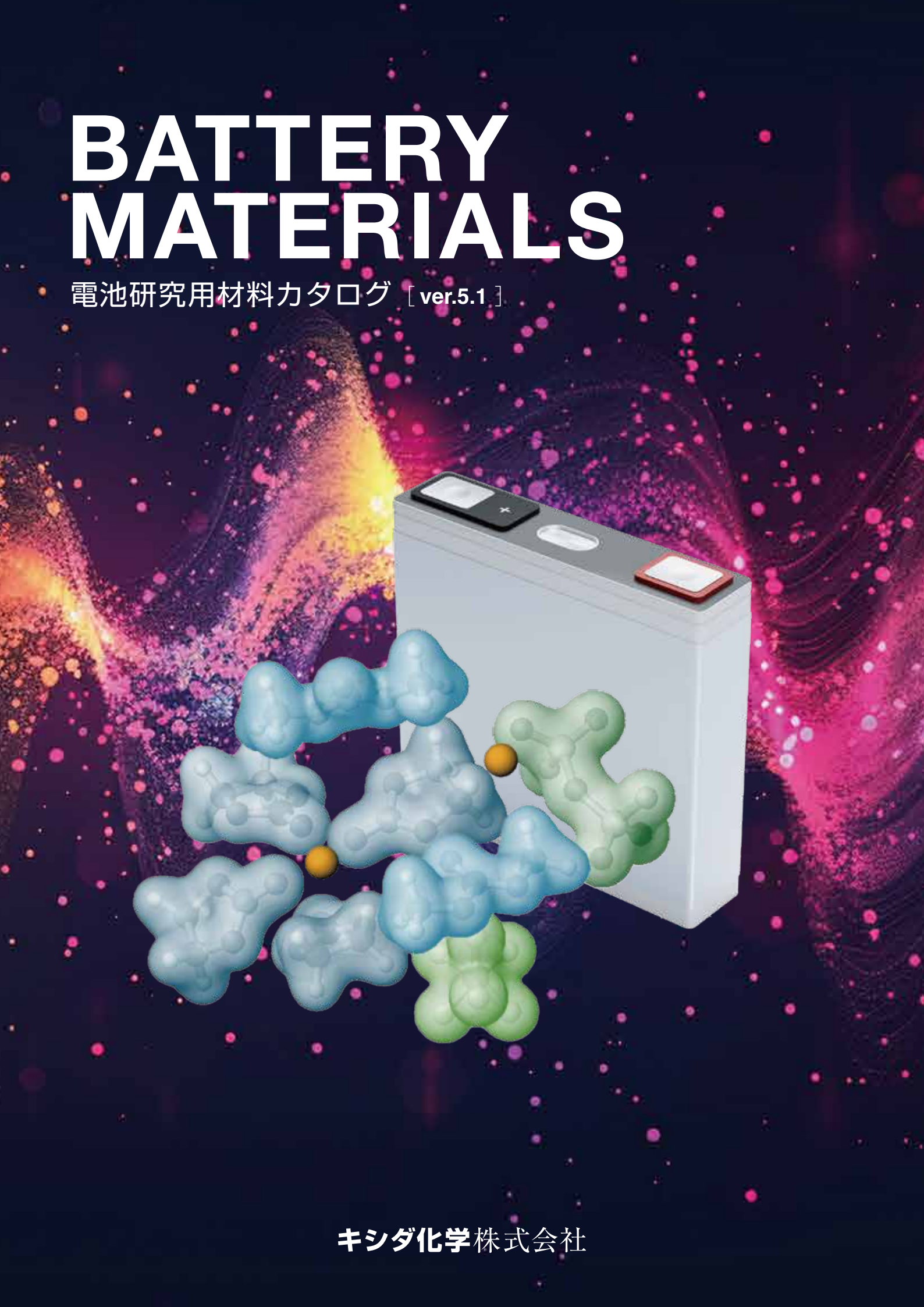
# BATTERY MATERIALS

電池研究用材料カタログ［ver.5.1］



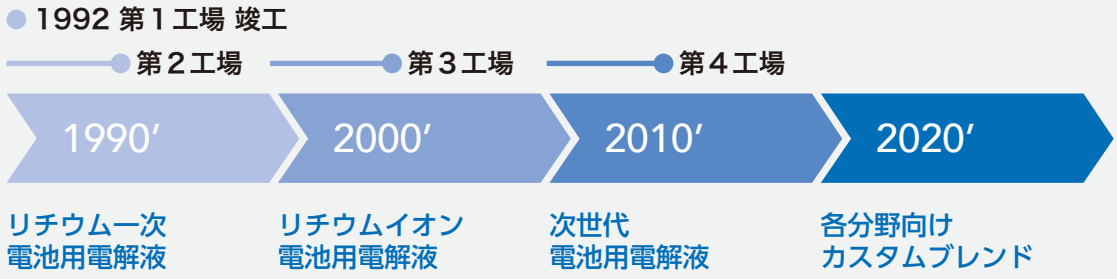
キシダ化学株式会社

# 皆様のお困りごとを解決する
# パートナーを目指して。

## はじめに

日頃よりキシダ化学製品をご愛用頂きまして、誠にありがとうございます。
この度、「電池研究用材料カタログ ver.5.0」を発行いたしました。

非水系電池向けの材料生産工場を1992年に開設して以来、エネルギー領域で
活躍される皆様のお役に立てるよう活動してまいりました。

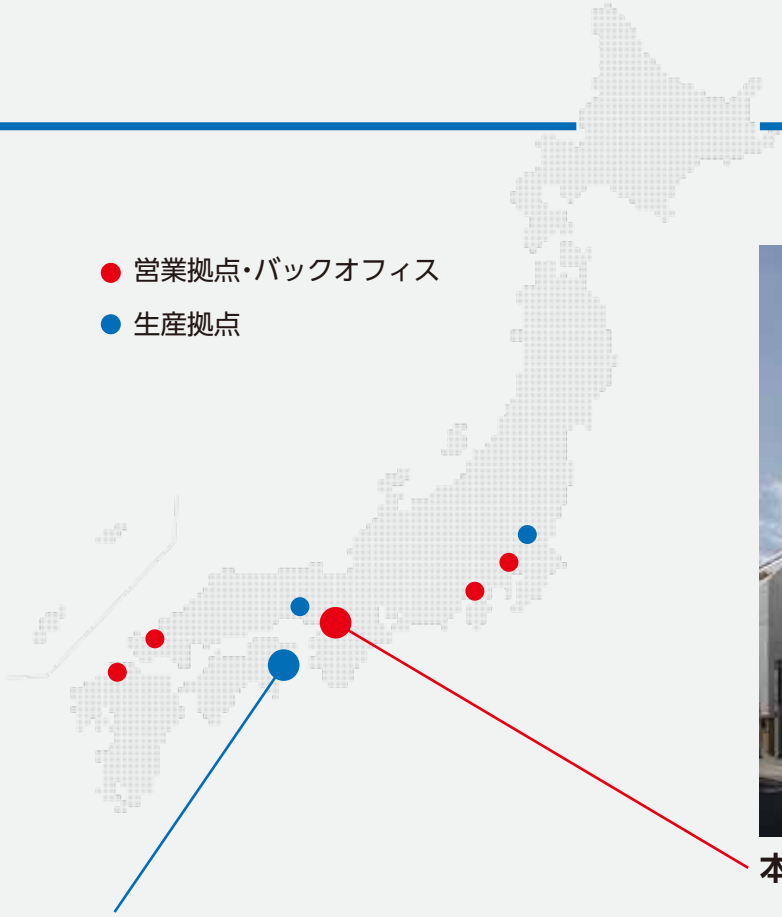



30年以上にわたり、低水分溶媒の生産技術を中心とする事業展開を行い、
祖業の研究用試薬事業から市販電池生産のための量産品まで、幅広い
スケールでご愛顧いただいております。

現在、低水分溶媒がキーとなる領域のお客様には分野を問わずご利用いた
だいており、カタログ掲載品以外への特注対応を積極的に実施しております。

皆様のお困りごとを解決するパートナーとして、お気軽にお問い合わせい
ただけますよう、お願い申し上げます。

キシダ化学株式会社






本社（大阪）

電池材料生産拠点（徳島）



# CONTENTS


## リチウム電池 Lithium Battery Grade

### 研究開発用 1

エルソルブ® Lithium Battery Grade ── 電解質 …… 2
エルソルブ® Lithium Battery Grade ── 溶媒 …… 3
イオン液体 Ionic Liquid …… 12
エルソルブ® Lithium Battery Grade ── 混合溶媒 …… 13
エルソルブ® Lithium Battery Grade ── 電解液 …… 14
エルソルブ® Lithium Battery Grade ── バインダー …… 17

### 生産用 33

エルソルブ® Lithium Battery Grade ── 溶媒 …… 34
エルソルブ® Lithium Battery Grade ── 電解液 …… 35
エルソルブ® Lithium Battery Grade ── バインダー …… 35

## キャパシタ Capacitor Grade

### 研究開発用 36

Capacitor Grade ── 電解質 …… 37
Capacitor Grade ── 電解液 …… 37

## 次世代蓄電池 Next Generation Battery

### 研究開発用 41

Next Generation Battery ── 電解質 …… 42
Next Generation Battery ── 電解液 …… 43

## 太陽電池 Solar Cells

### 研究開発用 49

色素増感太陽電池 ── カスタムブレンド …… 50
ペロブスカイト太陽電池 ── 溶媒 …… 50

# LITHIUM BATTERY GRADE

KISHIDA CHEMICAL

## リチウム電池

### 研究開発用

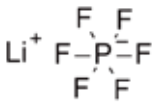
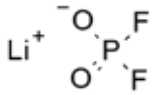
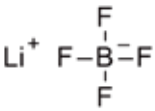
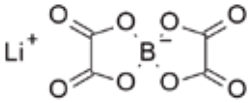
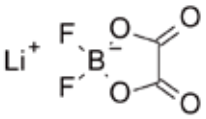
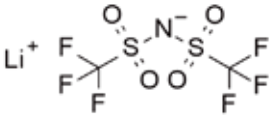
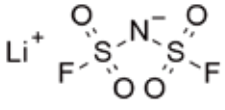
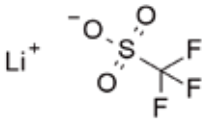
電池材料カタログver.1.0を発刊して以降、需要の変化に合わせて試薬ラインナップを変化させてまいりました。

ラインナップ品のみならず、ご希望の材料を用いた混合溶媒、電解液、バインダー溶液といったカスタムブレンドを実施しており、様々なデバイスを研究されるお客様にご活用いただいております。

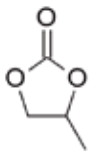
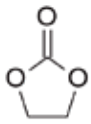
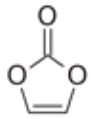
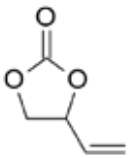
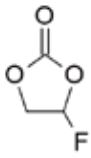
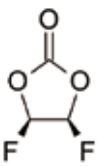
既に市場が立ち上がっている電池のみならず、社会実装を狙って研究開発が進められている電池も対象とし、商材やサービスの拡充に努めてまいります。



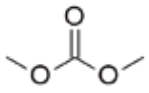
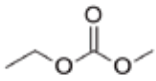
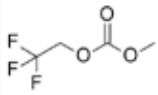
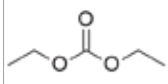
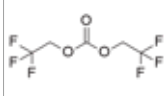
## エルソルブ® Lithium Battery Grade — 電解質

| 製品名 | 略名［示性式］<br>構造式<br>CAS RN® | 分子量<br>(g/mol) | 規格<br>水分値<br>(ppm) | 規格<br>純度<br>(%) | 毒劇法<br>消防法 | 容器 | 容量 | 製品コード |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Lithium hexafluorophosphate | [$LiPF_6$]<br><br>21324-40-3 | 151.91 | ≦50 | ≧99.9 | — | PE容器 | 50g<br>100g<br>250g<br>500g<br>1kg | LBG-45864<br>LBG-45860<br>LBG-45861<br>LBG-45865<br>LBG-45863 |
| Lithium difluorophosphate | LiDFP [$LiPO_2F_2$]<br><br>24389-25-1 | 107.91 | ≦150 | ≧99 | — | PE容器 | 25g<br>100g | LBG-45532<br>LBG-45533 |
| Lithium tetrafluoroborate | [$LiBF_4$]<br><br>14283-07-9 | 93.75 | ≦100 | ≧99.9 | 劇物 | PE容器 | 25g<br>50g<br>100g<br>250g<br>500g | LBG-44852<br>LBG-44854<br>LBG-44850<br>LBG-44851<br>LBG-44855 |
| Lithium bis(oxalato)borate | LiBOB [$LiB(C_2O_4)_2$]<br><br>244761-29-3 | 193.79 | — | ≧97 | — | PE容器 | 25g | LBG-44382 |
| Lithium difluoro(oxalato)borate | LiDFOB [$LiBF_2C_2O_4$]<br><br>409071-16-5 | 143.77 | ≦0.05% | ≧99.5 | — | PE容器 | 25g<br>100g | LBG-45352<br>LBG-45351 |
| Lithium bis<br>(trifluoromethanesulfonyl)<br>imide | LiTFSI [$LiN(SO_2CF_3)_2$]<br><br>90076-65-6 | 287.11 | ≦100 | ≧99.9 | — | 褐色<br>ガラス瓶 | 10g<br>25g<br>50g<br>100g<br>500g | LBG-43513<br>LBG-43512<br>LBG-43514<br>LBG-43511<br>LBG-43515 |
| Lithium<br>bis(fluorosulfonyl)imide | LiFSI [$LiN(SO_2F)_2$]<br><br>171611-11-3 | 187.07 | ≦200 | ≧99 | — | 褐色<br>ガラス瓶 | 25g<br>100g | LBG-45282<br>LBG-45281 |
| Lithium<br>trifluoromethanesulfonate | LiTFS [$LiSO_3CF_3$]<br><br>33454-82-9 | 156.02 | ≦100 | ≧99 | — | 褐色<br>ガラス瓶 | 25g<br>50g<br>100g<br>500g | LBG-45672<br>LBG-45674<br>LBG-45671<br>LBG-45675 |

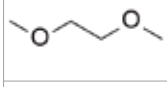
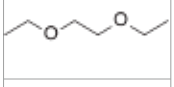
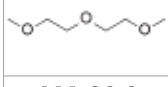
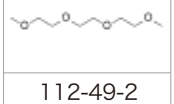
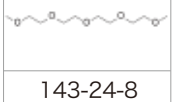
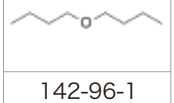
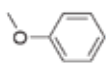
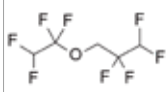
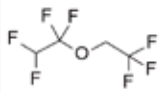
## エルソルブ® Lithium Battery Grade — 溶媒

| 製品名 | 略名<br>構造式<br>CAS | 分子量<br>(g/mol) | 密度<br>(g/ml) | 融点<br>(℃) | 沸点<br>(℃) | 引火点<br>(℃) | LUMO | HOMO | 双極子<br>モーメント | 毒劇法<br>消防法 | 規格<br>水分値(ppm)<br>純度(%) | 容量 | 製品コード |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **環状炭酸エステル** | | | | | | | | | | | | | |
| Propylene carbonate | PC<br><br>108-32-7 | 102.09 | 1.20 | -49 | 242 | 132 | 1.3118 | -11.903 | 5.264 | 4-3-Ⅲ | ≦30<br>≧99.5 | 500g<br>1kg | LBG-64955<br>LBG-64951 |
| Ethylene carbonate | EC<br><br>96-49-1 | 88.06 | 1.32<br>(40℃) | 38 | 244 | 152 | 1.2416 | -11.906 | 5.068 | — | ≦30<br>≧99.5 | 500g<br>1kg | LBG-29015<br>LBG-29011 |
| Vinylene carbonate | VC<br><br>872-36-6 | 86.05 | 1.37 | 22 | 162 | 72 | 0.0151 | -10.336 | 4.473 | 4-3-Ⅲ | ≦100<br>≧99.5 | 25g<br>100g<br>250g<br>500g<br>1kg | LBG-84922<br>LBG-84923<br>LBG-84920<br>LBG-84925<br>LBG-84921 |
| Vinyl ethylene carbonate | VEC<br><br>4427-96-7 | 114.1 | 1.19 | — | 237<br>(97.7KPA) | 96.7 | 0.456 | -10.982 | 5.268 | 4-3-Ⅲ | ≦500<br>≧98.5 | 25g<br>100g<br>250g<br>500g<br>1kg | LBG-84532<br>LBG-84531<br>LBG-84534<br>LBG-84535<br>LBG-84533 |
| Fluoro ethylene carbonate | FEC<br><br>114435-02-8 | 106.05 | 1.50 | 17.3 | 210 | 122 | 0.9829 | -12.335 | 4.703 | 4-3-Ⅲ | ≦50<br>≧99.5 | 25g<br>50g<br>100g | LBG-32052<br>LBG-32054<br>LBG-32051 |
| cis-Difluoro ethylene carbonate<br>テスト販売品です。<br>重合物を含みます。 | cis-DFEC<br><br>311810-75-0 | 124.04 | — | — | — | — | 0.7116 | -12.5806 | 4.560 | — | — | 25g | 060-Q0482 |

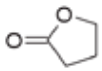
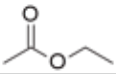
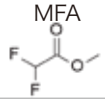
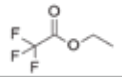
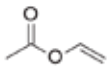
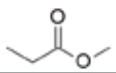
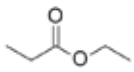
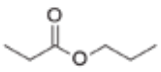
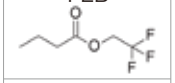
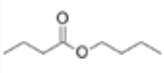
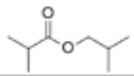
## エルソルブ® Lithium Battery Grade — 溶媒

| 製品名 | 略名<br>構造式<br>CAS | 分子量<br>(g/mol) | 密度<br>(g/ml) | 融点<br>(℃) | 沸点<br>(℃) | 引火点<br>(℃) | LUMO | HOMO | 双極子<br>モーメント | 毒劇法<br>消防法 | 規格<br>水分値(ppm)<br>純度(%) | 容量 | 製品コード |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **鎖状炭酸エステル** | | | | | | | | | | | | | |
| Dimethyl carbonate  | DMC  616-38-6 | 90.08 | 1.07 | 4 | 90 | 17 | 1.1369 | -11.624 | 0.304 | 4-1-Ⅱ | ≦30<br>≧99.5 | 500g<br>1kg | LBG-24835<br>LBG-24831 |
| Ethyl methyl carbonate  | EMC  623-53-0 | 104.1 | 1.02 | -55 | 107 | 23 | 1.1309 | -11.543 | 0.52 | 4-2-Ⅲ | ≦30<br>≧99.5 | 500g<br>1kg | LBG-31385<br>LBG-31381 |
| Methyl 2,2,2-trifluoroethyl carbonate  | FEMC  156783-95-8 | 158.08 | 1.33 | -110 | 105 | 35 | 0.3888 | -12.2133 | 2.664 | 4-2-Ⅲ | ≦30<br>≧99 | 25g<br>100g | LBG-80492<br>LBG-80493 |
| Diethyl carbonate  | DEC  105-58-8 | 118.13 | 0.98 | -43 | 126 | 25 | 1.1216 | -11.453 | 0.568 | 4-2-Ⅲ | ≦30<br>≧99.5 | 500g<br>1kg | LBG-23605<br>LBG-23601 |
| Bis (2,2,2-trifluoroethyl) carbonate  | TFEC  1513-87-7 | 226.07 | 1.50 | -100 | 118 | — | -0.2374 | -12.555 | 4.117 | — | ≦30<br>≧99 | 25g<br>100g | LBG-99792<br>LBG-99793 |

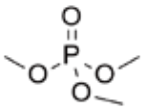
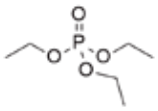
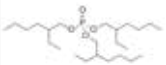
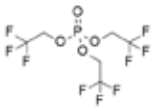
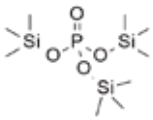
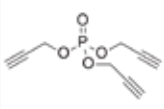
## エルソルブ® Lithium Battery Grade — 溶媒

| 製品名 | 略名<br>構造式<br>CAS | 分子量<br>(g/mol) | 密度<br>(g/ml) | 融点<br>(℃) | 沸点<br>(℃) | 引火点<br>(℃) | LUMO | HOMO | 双極子<br>モーメント | 毒劇法<br>消防法 | 規格<br>水分値(ppm)<br>純度(%) | 容量 | 製品コード |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **エーテル** | | | | | | | | | | | | | |
| 1,2-Dimethoxyethane | DME<br><br>110-71-4 | 90.12 | 0.87 | -58 | 85 | 0 | 2.5256 | -10.506 | 0.042 | 4-1-Ⅱ<br>水溶性 | ≦30<br>≧99.5 | 500ml<br>1L | LBG-29385<br>LBG-29381 |
| 1,2-Diethoxyethane | DEE<br><br>629-14-1 | 118.17 | 0.84 | -74 | 121 | 35 | 2.436 | -10.408 | 0.036 | 4-2-Ⅲ | ≦50<br>≧97 | 500ml | LBG-29365 |
| Diethylene glycol dimethyl ether | Diglyme, G2<br><br>111-96-6 | 134.18 | 0.95 | -64 | 162 | 56 | 2.1992 | -10.499 | 1.426 | 4-2-Ⅲ<br>水溶性 | ≦30<br>≧99 | 25ml | LBG-23662 |
| Triethylene glycol dimethyl ether | Triglyme, G3<br><br>112-49-2 | 178.18 | 0.99 | -45 | 216 | 113 | 2.0191 | -10.511 | 0.162 | 4-3-Ⅲ<br>水溶性 | ≦30<br>≧98 | 25ml | LBG-80212 |
| Tetraethylene glycol dimethyl ether | Tetraglyme, G4<br><br>143-24-8 | 222.28 | 1.01 | -30 | 275 | 141 | 1.9117 | -10.522 | 1.424 | 4-3-Ⅲ<br>水溶性 | ≦30<br>≧98 | 25ml | LBG-76792 |
| Di-*n*-butyl ether | <br>142-96-1 | 130.23 | 0.77 | -95 | 142 | 25 | 2.9864 | -10.3576 | 1.105 | 4-2-Ⅲ | ≦30<br>≧99.5 | 500ml | LBG-22305 |
| Anisole | <br>100-66-3 | 108.14 | 0.99 | -37 | 155 | 52 | 0.4835 | -9.0041 | 1.249 | 4-2-Ⅲ | ≦30<br>≧99 | 500g | LBG-05115 |
| 1,1,2,2-Tetrafluoroethyl 2,2,3,3-tetrafluoropropyl ether | TTE<br><br>16627-68-2 | 232.07 | 1.53 | — | 93.2 | — | 0.1773 | -11.9809 | 1.454 | — | ≦30<br>≧99 | 25g<br>100g | LBG-80652<br>LBG-80653 |
| 1,1,2,2-Tetrafluoroethyl-2,2,2-trifluoroethyl ether | HFE-347pc-f<br><br>406-78-0 | 200.05 | 1.48 | -94 | 56 | — | 0.2167 | -12.2006 | 1.051 | — | ≦30<br>≧99.5 | 100g<br>500g<br>1kg | LBG-80743<br>LBG-80745<br>LBG-80741 |

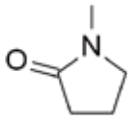
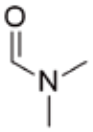
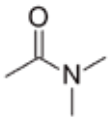
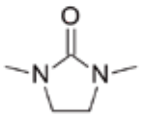
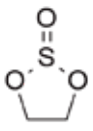
## エルソルブ® Lithium Battery Grade — 溶媒

| 製品名 | 略名<br>構造式<br>CAS | 分子量<br>(g/mol) | 密度<br>(g/ml) | 融点<br>(℃) | 沸点<br>(℃) | 引火点<br>(℃) | LUMO | HOMO | 双極子<br>モーメント | 毒劇法<br>消防法 | 規格<br>水分値(ppm)<br>純度(%) | 容量 | 製品コード |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **エステル** | | | | | | | | | | | | | |
| γ-Butyrolactone | GBL<br><br>96-48-0 | 86.09 | 1.13 | -44 | 204 | 101 | 1.1039 | -11.237 | 4.556 | 4-3-Ⅲ<br>水溶性 | ≦30<br>≧99.5 | 500g | LBG-11785 |
| | | | | | | | | | | | | 1kg | LBG-11781 |
| Methyl acetate | MA<br><br>79-20-9 | 74.08 | 0.932 | -98 | 57 | -9 | 1.0965 | -11.411 | 1.692 | 4-1-Ⅱ | ≦30<br>≧99.5 | 100ml | LBG-48574 |
| | | | | | | | | | | | | 500ml | LBG-48575 |
| Ethyl acetate | EA<br><br>141-78-6 | 88.11 | 0.902 | -83 | 77 | -4.4 | 1.1482 | -11.246 | 1.732 | 劇物<br>4-1-Ⅱ | ≦30<br>≧99.5 | 100ml | LBG-28514 |
| | | | | | | | | | | | | 500ml | LBG-28515 |
| Methyl difluoroacetate | MFA<br><br>433-53-4 | 110.06 | 1.272 | — | 85 | 24 | 0.3779 | -11.722 | 2.639 | 4-2-Ⅲ | ≦30<br>≧99 | 50g | LBG-47844 |
| Ethyl trifluoroacetate | EFA<br><br>383-63-1 | 142.08 | 1.194 | — | 61 | -1 | 0.0539 | -11.987 | 2.947 | 4-1-Ⅱ | ≦30<br>≧99 | 50g | LBG-30144 |
| Vinyl acetate | VA<br><br>108-05-4 | 86.09 | 0.934 | -93 | 73 | -8 | 0.6546 | -9.907 | 1.729 | 4-1-Ⅱ | ≦30<br>≧99 | 100g | LBG-84421 |
| Methyl propionate | MP<br><br>554-12-1 | 88.11 | 0.915 | -88 | 79 | 6 | 1.1495 | -11.283 | 1.687 | 4-1-Ⅱ | ≦30<br>≧98 | 100ml | LBG-50424 |
| | | | | | | | | | | | | 500ml | LBG-50425 |
| Ethyl propionate | EP<br><br>105-37-3 | 102.13 | 0.89 | -73 | 99 | 12 | 1.1969 | -11.221 | 1.769 | 4-1-Ⅱ | ≦30<br>≧98 | 100ml | LBG-29964 |
| | | | | | | | | | | | | 500ml | LBG-29965 |
| Propyl propionate | PP<br><br>106-36-5 | 116.16 | 0.88 | -76 | 122 | 27 | 1.1884 | -11.136 | 1.766 | 4-2-Ⅲ | ≦30<br>≧98 | 25ml | LBG-65152 |
| 2,2,2-Trifluoroethyl butyrate | FEB<br><br>371-27-7 | 170.13 | 1.13 | — | 113 | 24 | 0.5657 | -11.8366 | 3.187 | 4-2-Ⅲ | ≦30<br>≧99.5 | 25g | LBG-80672 |
| | | | | | | | | | | | | 100g | LBG-80673 |
| *n*-Butyl *n*-butyrate | BB<br><br>109-21-7 | 144.21 | 0.87 | — | 165 | 55.5 | 1.2035 | -11.1666 | 1.818 | 4-2-Ⅲ | ≦30<br>≧99 | 500ml | LBG-11155 |
| Isobutyl isobutyrate | iBiB<br><br>97-85-8 | 144.21 | 0.86 | -81 | 148 | 41 | 1.2568 | -11.0492 | 1.76 | 4-2-Ⅲ | ≦30<br>≧98 | 500ml | LBG-40345 |

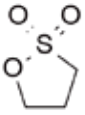
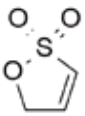
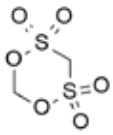
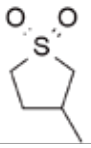
## エルソルブ® Lithium Battery Grade — 溶媒

| 製品名 | 略名<br>構造式<br>CAS | 分子量<br>(g/mol) | 密度<br>(g/ml) | 融点<br>(℃) | 沸点<br>(℃) | 引火点<br>(℃) | LUMO | HOMO | 双極子<br>モーメント | 毒劇法<br>消防法 | 規格<br>水分値(ppm)<br>純度(%) | 容量 | 製品コード |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **リン酸エステル** | | | | | | | | | | | | | |
| Trimethyl phosphate | TMP<br><br>512-56-1 | 140.08 | 1.197 | -46 | 197 | 107 | 0.661 | -11.512 | 2.025 | — | ≦30<br>≧99 | 25ml<br>500ml | LBG-80702<br>LBG-80705 |
| Triethyl phosphate | TEP<br><br>78-40-0 | 182.16 | 1.071 | -56 | 215 | 111 | 0.7227 | -11.346 | 1.198 | 4-3-Ⅲ<br>水溶性 | ≦30<br>≧99 | 25ml<br>500ml | LBG-80262<br>LBG-80265 |
| Trioctyl phosphate | TOP<br><br>78-42-2 | 434.63 | 0.93 | -70 | 220<br>(7hPa) | 204 | 0.7256 | -10.9 | 1.42 | 4-4-Ⅲ | ≦30<br>≧98 | 250g | LBG-77771 |
| Tris(2,2,2-trifluoroethyl) phosphate | TFEP<br><br>358-63-4 | 344.07 | 1.59 | -20 | 73<br>(1.1kPa) | — | -0.5809 | -12.5212 | 1.918 | — | ≦30<br>≧99.5 | 25g<br>100g | LBG-79832<br>LBG-79831 |
| Tris (trimethylsilyl) phosphate 99% | TMSPa<br><br>10497-05-9 | 314.54 | 0.96 | — | 236 | 24 | 0.3958 | -9.4346 | 4.287 | 4-2-Ⅲ | ≦300<br>— | 25g | LBG-80782 |
| Tripropargyl phosphate 98% | TPP<br><br>1779-34-6 | 212.14 | 1.2 | — | 124<br>(0.1kPa) | 127 | -0.1102 | -10.7798 | 3.342 | 4-3-Ⅲ | ≦100<br>— | 25g | 060-80792 |

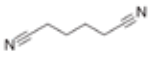
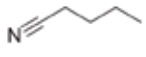
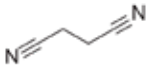
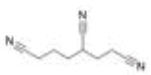
## エルソルブ® Lithium Battery Grade — 溶媒

| 製品名 | 略名<br>構造式<br>CAS | 分子量<br>(g/mol) | 密度<br>(g/ml) | 融点<br>(℃) | 沸点<br>(℃) | 引火点<br>(℃) | LUMO | HOMO | 双極子<br>モーメント | 毒劇法<br>消防法 | 規格<br>水分値(ppm)<br>純度(%) | 容量 | 製品コード |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **アミド** | | | | | | | | | | | | | |
| N-Methyl-2-pyrrolidone | NMP<br><br>872-50-4 | 99.13 | 1.03 | -23 | 204 | 99 | 1.4726 | -9.9517 | 3.594 | 4-3-Ⅲ<br>水溶性 | ≦100<br>≧99.5 | 1kg | LBG-50481 |
| N,N-Dimethylformamide | DMF<br><br>68-12-2 | 73.09 | 0.95 | -62 | 153 | 60 | 1.4925 | -9.667 | 3.555 | 4-2-Ⅲ<br>水溶性 | ≦30<br>≧99.5 | 1L | LBG-24931 |
| N,N-Dimethylacetamide | DMAc<br><br>127-19-5 | 87.12 | 0.94 | -20 | 165 | 66 | 1.4402 | -9.553 | 3.556 | 4-2-Ⅲ<br>水溶性 | ≦30<br>≧99 | 1L | LBG-24541 |
| 1,3-Dimethyl-2-imidazolidinone | DMI<br><br>80-73-9 | 114.15 | 1.04 | 8.2 | 226 | 93 | 1.3764 | -9.47 | 4.157 | 4-3-Ⅲ<br>水溶性 | ≦100<br>≧99 | 500g | LBG-27385 |
| **スルホキシド** | | | | | | | | | | | | | |
| Dimethyl sulfoxide | DMSO<br><br>67-68-5 | 78.14 | 1.10 | 18 | 189 | 95 | 0.817 | -9.5287 | 3.958 | 4-3-Ⅲ<br>水溶性 | ≦30<br>≧99 | 500g<br>1kg | LBG-25425<br>LBG-25423 |
| **亜硫酸エステル** | | | | | | | | | | | | | |
| Ethylene sulfite | ES<br><br>3741-38-6 | 108.12 | 1.43 | — | 159 | 79 | 0.0263 | -10.471 | 2.434 | 4-3-Ⅲ | —<br>≧98 | 25g | LBG-28252 |

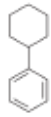
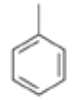
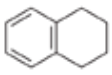
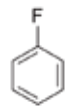
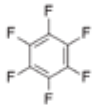
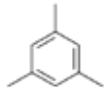
## エルソルブ® Lithium Battery Grade — 溶媒

| 製品名 | 略名<br>構造式<br>CAS | 分子量<br>(g/mol) | 密度<br>(g/ml) | 融点<br>(℃) | 沸点<br>(℃) | 引火点<br>(℃) | LUMO | HOMO | 双極子<br>モーメント | 毒劇法<br>消防法 | 規格<br>水分値(ppm)<br>純度(%) | 容量 | 製品コード |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **硫酸エステル** | | | | | | | | | | | | | |
| 1,3,2-Dioxathiolane 2,2-Dioxide (DTD) 99% | DTD<br><br>1072-53-3 | 124.11 | — | — | — | — | -0.7829 | -11.8804 | 3.962 | — | ≦200<br>— | 25g | LBG-30382 |
| **スルホン酸エステル** | | | | | | | | | | | | | |
| 1,3-Propane sultone | PS<br><br>1120-71-4 | 122.14 | 1.40<br>(30℃) | 32 | 180<br>(30mmHg) | 158 | -0.7093 | -11.741 | 4.88 | — | —<br>≧99 | 100g | LBG-60431 |
| 1-Propene 1,3-sultone 99% | PRS<br><br>21806-61-1 | 120.12 | 1.508 | 83 | — | — | -0.7727 | -11.6064 | 5.325 | — | ≦100<br>— | 25g | LBG-64442 |
| 1,5,2,4-Dioxadithiane-2,2,4,4-tetraoxide 99% | MMDS<br><br>99591-74-9 | 188.17 | — | 152 | — | — | -1.7112 | -12.0187 | 0.526 | — | ≦200<br>— | 25g | LBG-24332 |
| **スルホン** | | | | | | | | | | | | | |
| Sulfolane | SL<br><br>126-33-0 | 120.17 | 1.26<br>(30℃) | 28 | 285 | 165 | -0.6081 | -11.893 | 4.25 | — | ≦50<br>≧99.5 | 500ml | LBG-74315 |
| 3-Methyl sulfolane | 3-MeSL<br><br>872-93-5 | 134.2 | 1.18 | 0 | 274 | 163 | -0.5616 | -11.701 | 4.363 | 4-3-Ⅲ<br>水溶性 | ≦30<br>≧98 | 25g | LBG-48922 |

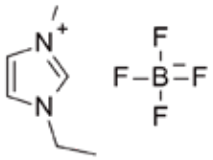
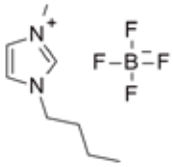
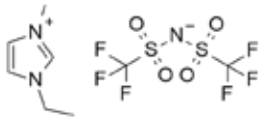
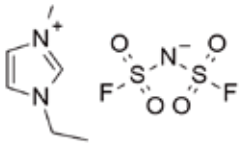
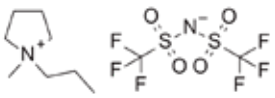
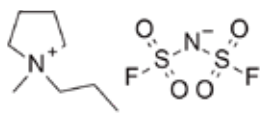
## エルソルブ® Lithium Battery Grade — 溶媒

| 製品名 | 略名<br>構造式<br>CAS | 分子量<br>(g/mol) | 密度<br>(g/ml) | 融点<br>(℃) | 沸点<br>(℃) | 引火点<br>(℃) | LUMO | HOMO | 双極子<br>モーメント | 毒劇法<br>消防法 | 規格<br>水分値(ppm)<br>純度(%) | 容量 | 製品コード |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **ニトリル** | | | | | | | | | | | | | |
| Acetonitrile | AN<br><br>75-05-8 | 41.05 | 0.78 | -45 | 82 | 2 | 1.6651 | -12.465 | 2.894 | 劇物<br>4-1-Ⅱ<br>水溶性 | ≦30<br>≧99.5 | 1L | LBG-00401 |
| Adiponitrile | ADN<br><br>111-69-3 | 108.14 | 0.96 | 1 | 295 | 93 | 1.43 | -11.943 | 0.009 | 劇物<br>4-3-Ⅲ | ≦30<br>≧99 | 100ml | LBG-01583 |
| *n*-Valeronitrile | VN<br><br>110-59-8 | 83.13 | 0.8 | -96 | 140 | 40 | 1.7032 | -11.605 | 3.026 | 劇物<br>4-2-Ⅲ | ≦30<br>≧99.5 | 25ml | LBG-84072 |
| Glutaronitrile | GN<br><br>544-13-8 | 94.12 | 0.989 | -26 | 286 | 109 | 1.2373 | -12.128 | 2.937 | 劇物<br>4-3-Ⅲ | ≦30<br>≧99 | 200ml | LBG-34422 |
| Succinonitrile | SCN<br><br>110-61-2 | 80.09 | 1.02 | 56 | 267 | 158 | 1.0264 | -12.318 | 0.054 | 劇物 | —<br>≧99 | 25g | LBG-74142 |
| 1,3,6-Hexanetricarbonitrile 99% | HTCN<br><br>1772-25-4 | 161.2 | 1.04 | — | 200<br>(0.2mmHg) | 85 | 1.2892 | -11.9945 | 2.264 | 劇物<br>4-3-Ⅲ | ≦100<br>— | 25g | LBG-38192 |
| Ethylene glycol bis(propionitrile) ether 97% | EGBE<br><br>3386-87-6 | 168.19 | 1.07 | — | 165<br>(0.7kPa) | 154 | 1.5879 | -10.8184 | 1.156 | 劇物<br>4-3-Ⅲ | ≦30<br>— | 25g | 060-30352 |

## エルソルブ® Lithium Battery Grade — 溶媒

| 製品名 | 略名<br>構造式<br>CAS | 分子量<br>(g/mol) | 密度<br>(g/ml) | 融点<br>(℃) | 沸点<br>(℃) | 引火点<br>(℃) | LUMO | HOMO | 双極子<br>モーメント | 毒劇法<br>消防法 | 規格<br>水分値(ppm)<br>純度(%) | 容量 | 製品コード |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **その他** | | | | | | | | | | | | | |
| Biphenyl | BP<br><br>92-52-4 | 154.21 | 1.04 | 70 | 255 | 110 | -0.2402 | -8.788 | 0.001 | — | ≦30<br>≧99 | 25g | LBG-08852 |
| Cyclohexyl benzene | CHB<br><br>827-52-1 | 160.26 | 0.95 | 5 | 238-240 | 98 | -0.8397 | -8.123 | 0.001 | 4-3-Ⅲ | ≦30<br>≧98 | 25ml | LBG-19412 |
| Thiophene | <br>110-02-1 | 84.14 | 1.06 | -38 | 84 | -9 | 0.2388 | -9.426 | 3.653 | 4-1-Ⅱ | ≦30<br>≧98 | 25g | LBG-77802 |
| Toluene | <br>108-88-3 | 92.14 | 0.874 | -95 | 110 | 4 | 0.52 | -9.331 | 0.263 | 劇物<br>4-1-Ⅱ | ≦30<br>≧99.5 | 500ml | LBG-79025 |
| Tetralin | <br>119-64-2 | 132.21 | 0.97 | — | — | — | 0.5595 | -9.1385 | 0.458 | 4-3-Ⅲ | ≦30<br>≧98 | 500g | LBG-76935 |
| Fluorobenzene | FB<br><br>462-06-6 | 96.1 | 1.03 | -40 | 85 | -13 | 0.1635 | -9.5451 | 1.576 | 4-1-Ⅱ | ≦30<br>≧99 | 500g | LBG-32475 |
| Hexafluoro benzene | HFB<br><br>392-56-3 | 186.05 | 1.61 | 3.9 | 81 | 10 | -1.4799 | -10.368 | 0.001 | 4-1-Ⅱ | ≦30<br>≧99 | 25g | LBG-36592 |
| 1,3,5-Trimethyl benzene | Mesitylene<br><br>108-67-8 | 120.19 | 0.86 | -45 | 165 | 50 | 0.5655 | -9.1527 | 0.056 | 4-2-Ⅲ | ≦30<br>≧98 | 500ml | LBG-80545 |
| *n*-Heptane | <br>142-82-5 | 100.2 | 0.68 | -91 | 98 | -5 | 3.6817 | -11.0722 | 0.007 | 4-1-Ⅱ | ≦30<br>≧99 | 500ml | LBG-36230 |

## Ionic Liquid — イオン液体

| 製品名 | 略名<br>構造式<br>CAS | 分子量<br>(g/mol) | 密度<br>(g/ml) | 融点<br>(℃) | 毒劇法<br>消防法 | 規格<br>水分値<br>(ppm) | 規格<br>純度<br>(%) | 容量 | 製品コード |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1-Ethyl-3-methylimidazolium tetrafluoroborate | EMI-BF4<br><br>143314-16-3 | 197.97 | 1.34 | 15 | 劇物 | — | — | 25g | ILD-28622 |
| 1-Butyl-3-methylimidazolium tetrafluoroborate | BMI-BF4<br><br>174501-65-6 | 226.02 | 1.21 | -71 | 劇物 | — | — | 25g | ILD-12722 |
| 1-Ethyl-3-methylimidazolium bis(trifluoromethanesulfonyl)imide | EMI-TFSI<br><br>174899-82-2 | 391.31 | 1.53 | -15 | — | ≦50 | — | 25g<br>50g<br>100g<br>500g | ILD-28292<br>ILD-28294<br>ILD-28291<br>ILD-28295 |
| 1-Ethyl-3-methylimidazolium bis(fluorosulfonyl)imide | EMI-FSI<br><br>235789-75-0 | 291.32 | 1.44 | -13 | — | — | — | 25g<br>100g | ILD-30292<br>ILD-30291 |
| 1-Methyl-1-propylpyrrolidinium bis(trifluoromethylsulfonyl)imide | Mppy-TFSI<br><br>223437-05-6 | 408.38 | 1.44 | 12 | — | — | — | 25g | ILD-49312 |
| 1-Methyl-1-propylpyrrolidinium bis(fluorosulfonyl)imide | MPPy-FSI<br><br>852620-97-4 | 308.37 | 1.34 | -18 | — | — | — | 25g<br>100g | ILD-49732<br>ILD-49731 |

## カスタムブレンド

| 電解質 | 溶媒 | 添加剤 | 分析例 | 容量 |
|---|---|---|---|---|
| ご希望濃度 | ご希望組成 | ご希望組成 | 水分<br>遊離酸 | 100g / PE |
| | | | | 500g / SUS, PE |
| | | | | 1kg / SUS, PE |

## エルソルブ® Lithium Battery Grade — 混合溶媒の一例

| 製品名 | GHS | 容量 | 容器 | 製品コード |
|---|---|---|---|---|
| EC:DMC（1:1 v/v%） |  | 1kg | ガラス | LBG-00044 |
| EC:DMC（1:2 v/v%） |  | 1kg | ガラス | LBG-00092 |
| EC:DMC（3:7 v/v%） |  | 1kg | ガラス | LBG-00873 |
| EC:EMC（1:1 v/v%） |  | 1kg | ガラス | LBG-00112 |
| EC:EMC（1:2 v/v%） |  | 1kg | ガラス | LBG-00073 |
| EC:EMC（3:7 v/v%） |  | 1kg | ガラス | LBG-00796 |
| EC:DEC（1:1 v/v%） |  | 1kg | ガラス | LBG-00043 |
| EC:DEC（1:2 v/v%） |  | 1kg | ガラス | LBG-00791 |
| EC:DEC（3:7 v/v%） |  | 1kg | ガラス | LBG-00792 |
| EC:PC（1:1 v/v%） |  | 1kg | ガラス | LBG-00798 |
| EC:DMC:EMC（1:1:1 v/v%） |  | 1kg | ガラス | LBG-01270 |
| EC:DMC:EMC（3:4:3 v/v%） |  | 500g | ガラス | LBG-02489 |
| EC:DMC:DEC（1:1:1 v/v%） |  | 1kg | ガラス | LBG-00793 |

## エルソルブ® Lithium Battery Grade — $LiPF_6$系電解液の一例

| 製品名 | 容量 | 容器 | 製品コード |
|---|---|---|---|
| 1mol/L $LiPF_6$ DMC | 500g | SUS | LBG-00341 |
| | 1kg | SUS | LBG-00920 |
| 1mol/L $LiPF_6$ EMC | 500g | SUS | LBG-00342 |
| | 1kg | SUS | LBG-00905 |
| 2mol/L $LiPF_6$ EMC | 500g | SUS | LBG-03333 |
| | 1kg | SUS | LBG-01596 |
| 1mol/L $LiPF_6$ DEC | 500g | SUS | LBG-00942 |
| | 1kg | SUS | LBG-00903 |
| 1mol/L $LiPF_6$ PC | 500g | SUS | LBG-00089 |
| | 1kg | SUS | LBG-00067 |
| 3mol/L $LiPF_6$ PC | 500g | SUS | LBG-02868 |
| 3.5mol/L $LiPF_6$ PC | 500g | SUS | LBG-02593 |
| 1mol/L $LiPF_6$ EC:DMC（1:1 v/v%） | 500g | SUS | LBG-00758 |
| | 1kg | SUS | LBG-00022 |
| 1mol/L $LiPF_6$ EC:DMC（3:7 v/v%） | 500g | SUS | LBG-01298 |
| | 1kg | SUS | LBG-00027 |
| 1mol/L $LiPF_6$ EC:EMC（1:1 v/v%） | 1kg | SUS | LBG-00024 |
| 1mol/L $LiPF_6$ EC:EMC（3:7 v/v%） | 500g | SUS | LBG-00933 |
| | 1kg | SUS | LBG-94893 |
| 1mol/L $LiPF_6$ EC:DEC（1:1 v/v%） | 500g | SUS | LBG-01759 |
| | 1kg | SUS | LBG-96533 |
| 1mol/L $LiPF_6$ EC:DEC（3:7 v/v%） | 500g | SUS | LBG-00935 |
| | 1kg | SUS | LBG-94913 |
| 1mol/L $LiPF_6$ EC:PC（1:2 v/v%） | 500g | SUS | LBG-03461 |
| 1mol/L $LiPF_6$ EC:PC（3:7 v/v%） | 500g | SUS | LBG-00488 |
| 1mol/L $LiPF_6$ EC:DMC:DEC（1:1:1 v/v%） | 500g | SUS | LBG-01666 |
| 1mol/L $LiPF_6$ EC:DMC:EMC（3:4:3 v/v%） | 500g | SUS | LBG-02344 |
| 1mol/L $LiPF_6$ EC:EMC:DEC（3:5:2 v/v%） | 500g | SUS | LBG-00392 |
| 1mol/L $LiPF_6$ EC:EP（3:7 v/v%） | 500g | SUS | LBG-02565 |
| 1mol/L $LiPF_6$ EC:PP（3:7 v/v%） | 500g | SUS | LBG-02566 |
| 1mol/L $LiPF_6$ FEC:FEMC（3:7 v/v%） | 500g | SUS | LBG-03495 |

## エルソルブ® Lithium Battery Grade — $LiBF_4$系電解液の一例

| 製品名 | 容量 | 容器 | 製品コード |
|---|---|---|---|
| 1mol/L $LiBF_4$ PC | 500g | PE | LBG-00865 |
| | 1kg | PE | LBG-00038 |
| 1mol/L $LiBF_4$ EC:PC（1:1 wt/wt%） | 500g | PE | LBG-03063 |
| | 1kg | PE | LBG-00037 |
| 1mol/L $LiBF_4$ GBL | 500g | PE | LBG-00187 |
| 1.5mol/L $LiBF_4$ GBL | 500g | PE | LBG-03267 |
| 1.5mol/L $LiBF_4$ EC:GBL（1:3 v/v%） | 1kg | PE | LBG-00057 |
| 1mol/L $LiBF_4$ PC:DMC（1:1 v/v%） | 1kg | PE | LBG-00242 |
| 1mol/L $LiBF_4$ EC:DMC（3:7 v/v%） | 1kg | PE | LBG-00128 |
| 1mol/L $LiBF_4$ EC:EMC（3:7 v/v%） | 1kg | PE | LBG-00860 |
| 1mol/L $LiBF_4$ EC:DEC（1:1 v/v%） | 1kg | PE | LBG-00041 |

## エルソルブ® Lithium Battery Grade — LiTFSI系電解液の一例

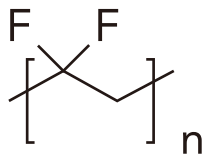
| 製品名 | 容量 | 容器 | 製品コード |
|---|---|---|---|
| 1mol/L $LiN(SO_2CF_3)_2$ PC | 500g | PE | LBG-01097 |
| 1mol/L $LiN(SO_2CF_3)_2$ DME | 1kg | PE | LBG-01416 |
| 3mol/L $LiN(SO_2CF_3)_2$ DME | 500g | PE | LBG-03443 |
| LiTFSI:Tetraglyme（1:1 mol比） | 100g | PE | LBG-02292 |

## エルソルブ® Lithium Battery Grade — LiFSI系電解液の一例

| 製品名 | 容量 | 容器 | 製品コード |
|---|---|---|---|
| 1mol/L LiFSI DME | 500g | SUS | LBG-02696 |
| 3mol/L LiFSI DME | 500g | SUS | LBG-02759 |
| 4mol/L LiFSI DME | 100g | PE | LBG-02838 |
| | 500g | SUS | LBG-02724 |
| LiFSI:Triglyme（1:1mol比） | 100g | PE | LBG-03458 |
| 1mol/L LiFSI Tetraglyme | 500g | SUS | LBG-02289 |
| LiFSI:Tetraglyme（1:1mol比） | 100g | PE | LBG-03459 |
| | 500g | SUS | LBG-02824 |
| 1mol/L LiFSI EC:PC（1:1 v/v%） | 500g | SUS | LBG-03436 |
| 2mol/L LiFSI EC:PC（1:1 v/v%） | 500g | SUS | LBG-02992 |
| 4mol/L LiFSI DMC | 500g | SUS | LBG-02935 |
| 1mol/L LiFSI EMC | 1kg | SUS | LBG-03335 |
| 1.5mol/L LiFSI EMC | 1kg | SUS | LBG-03334 |
| 1mol/L LiFSI EC:DMC:EMC（1:1:1 v/v%） | 500g | SUS | LBG-03431 |
| 1.5mol/L LiFSI EC:DMC（3:7 v/v%） | 500g | SUS | LBG-03488 |
| 2mol/L LiFSI EC:EMC（3:7 v/v%） | 100g | PE | LBG-03270 |
| 1mol/L LiFSI EMI-FSI | 100g | PE | LBG-02315 |
| | 500g | SUS | LBG-02316 |
| 1mol/L LiFSI Mppy-FSI | 100g | PE | LBG-02317 |
| | 500g | SUS | LBG-02318 |

## エルソルブ® Lithium Battery Grade — バインダー

### PVDFパウダー



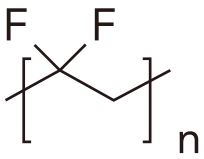

CAS RN® 24937-79-9



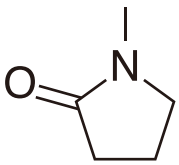
| 品番 | 特徴 | 平均分子量 |
|---|---|---|
| Solef® 6020/1001 | PVDF | 67-70万 |
| Solef® LP40/1001 | PVDF | >100万 |
| Solef® 5130/1001 | 変性PVDF　正極・負極用 | 100-110万 |
| Solef® 5140/1001 | 変性PVDF　正極・負極用 | 非開示（超高分子量） |
| Solef® 5145/1001 | 変性PVDF　正極・負極用 | 非開示（超々高分子量） |

Solef®は、サイエンスコ社の登録商標です。

### PVDF/NMP溶液




PVDF




NMP





| ポリマー | 濃度 | 水分規格 | 容量 | 容器 |
|---|---|---|---|---|
| ご希望のPVDFパウダーをご指定ください | 5～12% | 実測値管理 | 1kg | PE |

## 実績例

| PVDF品番 | 平均分子量 | 対応実績 | 容量 | 容器 |
|---|---|---|---|---|
| KF＃1100 | 約28万 | ～12% | 1kg | PE |
| KF＃1300 | 約35万 | ～12% | 1kg | PE |
| KF＃7200 | 約63万 | ～8% | 1kg | PE |
| KF＃7300 | 約100万 | ～5% | 1kg | PE |
| KF＃9100 | 約28万 | ～12% | 1kg | PE |
| KF＃9200 | 約50万 | ～8% | 1kg | PE |
| KF＃9300 | 約100万 | ～5% | 1kg | PE |
| Solef® 6020/1001 | 67-70万 | ～10% | 1kg | PE |
| Solef® LP40/1001 | >100万 | ～6% | 1kg | PE |
| Solef® 5130/1001 | 100-110万 | ～8% | 1kg | PE |
| Solef® 5140/1001 | >Solef5130 | ～6% | 1kg | PE |
| Solef® 5145/1001 | >Solef5140 | ～6% | 1kg | PE |
| Kynar® HSV1810 | | ～8% | 1kg | PE |

Solef® は、サイエンスコ社の登録商標です。
Kynar® はアルケマ社の登録商標です。

## 各種Li塩の特徴

| | $LiPF_6$ | $LiBF_4$ | LiTFS | LiTFSI | $LiClO_4$(*) | LiBOB | LiFAP(*) | LiTCB(*) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 溶媒への溶解度 | ◎ | ○ | ○ | ◎ | ◎ | △ | ○ | ○ |
| イオン伝導度 | ◎ | ○ | △ | ◎ | ○ | △ | ○ | ◎ |
| 低温特性(伝導度) | ○ | △ | △ | ○ | ○ | △ | ○ | ○ |
| 高温安定性 | × | △ | ○ | ◎ | × | ◎ | ○ | ◎ |
| **材料適合性** | | | | | | | | |
| 正極集電体(Al) | ○ | ○ | × | × | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 負極集電体(Cu) | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |

● 非水系電解液においては、弱配位性アニオンからなる電解質を利用する

注)(*)については弊社での取り扱いはしておりません。

## 各種Li塩の物理化学的性質

| リチウム塩 | イオン半径 r- [nm] | 極限モル電導率 $\Lambda_0$(PC) [$Scm^2 \cdot mol^{-1}$] | 電気伝導度※ $\kappa$ [$mS \cdot cm^{-1}$] | イオン解離度※ $\gamma$ [%] | 酸化電位※ $E_{ox}$ [V vs Li/$Li^+$] | 融点 [℃] | 分解温度 [℃] | 特徴 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $LiPF_6$ | 0.255 | 26.3 | 5.8(11.4) | 22 | 6.3 | — | 175 | 熱分解性・加水分解性 |
| $LiBF_4$ | 0.227 | 28.9 | 3.4(4.9) | 12 | 6.2 | — | 200 | 弱加水分解性 |
| (*) $LiClO_4$ | 0.234 | 27.4 | 5.6(8.4) | 20 | 6 | 236 | 430 | 爆発性・非フッ素系 |
| $LiCF_3SO_3$ *LiTFS* | 0.268 | 25.3 | 1.7(3.2) | 7 | 5.9 | >300 | 420 | Al集電体腐食性 |
| $LiN(SO_2CF_3)_2$ *LiTFSI* | 0.328 | 22.8 | 5.1(9.3) | 22 | 6.1 | 230 | 380 | Al集電体腐食性 |
| (*)$LiN(SO_2C_2F_5)_2$ *LiBETI* | 0.362 | 20.2 | 3.9 | 19 | 6.1 | — | >350 | 耐Al集電体腐食性 |
| $LiN(SO_2F)_2$ *LiFSI* | 0.283 | 24.2 | 6.4 | 26 | 5.7 | 140 | >300 | Al集電体腐食性 |
| $LiB(C_2O_4)_2$ *LiBOB* | 0.305 | 22.9 | — | 14 | 6 | — | 290 | 非フッ素系 |
| (*)$LiC(SO_2CF_3)_3$ | 0.372 | 20.2 | 3.8(7.1) | 19 | 6.1 | — | — | — |
| (*)$LiPF_3(C_2F_5)_3$ *LiFAP* | 0.377 | 19.6 | —(8.2) | — | 6 | — | — | 耐加水分解性 |

※ 1mol/L Li塩 / PC or EC:DMC(1:1v/v%), Pt, 25℃, $5mVs^{-1}$, $0.32mA \cdot cm^{-2}$

注)(*)については弊社での取り扱いはしておりません。

## フッ素系電解質の分解挙動

### $LiPF_6$

$LiPF_6$は熱及び湿気に対して非常に不安定。

【熱分解機構】
TG-DTAデータから、150℃以上で徐々に分解し始め、240℃で完全に終わる。分解後、LiFに相当する分が残り、840℃付近にLiFの融解による吸熱ピークが出現する。

$$LiPF_6(S) \longrightarrow LiF(S) + PF_5(G)$$

【加水分解機構】

$$LiPF_6 + H_2O \longrightarrow LiF\cdot HF(S) + HF(G) + POF_3(G)\ \ HF,POF_3：白煙$$
$$\{LiF(S) + 2HF(G) + POF_3(G)\}$$

$POF_3$は湿気によりさらに加水分解されて、$HPF_6$の加水分解同様にオキシフッ化物を経て、最終的にオルトリン酸になる。
着色　白色→淡桃色→淡褐色→褐色

$$POF_3 \xrightarrow[-HF]{+H_2O} H[OPOF_2] \xrightarrow[-HF]{+H_2O} H_2[O_2POF] \xrightarrow[-HF]{+H_2O} H_3[PO_4]$$
$$\downarrow LiF,-HF \qquad \downarrow 2LiF,-2HF \qquad \downarrow 3LiF,-3HF$$
$$LiPO_2F_2 \qquad Li_2PO_3F \qquad Li_3PO_4$$

### $LiBF_4$

【熱分解機構】
$LiBF_4$の熱分解は、200℃付近から始まり、320℃付近で完全に終わる。
分解後、$LiPF_6$同様、LiFに相当する分が残り、840℃付近にLiFの融解による吸熱ピークが出現する。

$$LiBF_4(S) \rightleftharpoons LiF(S) + BF_3(G)$$

$LiBF_4$の含水塩は安定に存在し、$LiBF_4\cdot H_2O$（正方晶）と$LiBF_4\cdot 3H_2O$（六方晶）が知られている。
これらの化合物は、吸湿、乾燥によって変化する。

$$LiBF_4 \underset{-H_2O}{\overset{+H_2O}{\rightleftharpoons}} LiBF_4\cdot H_2O \underset{-2H_2O}{\overset{+2H_2O}{\rightleftharpoons}} LiBF_4\cdot 3H_2O$$

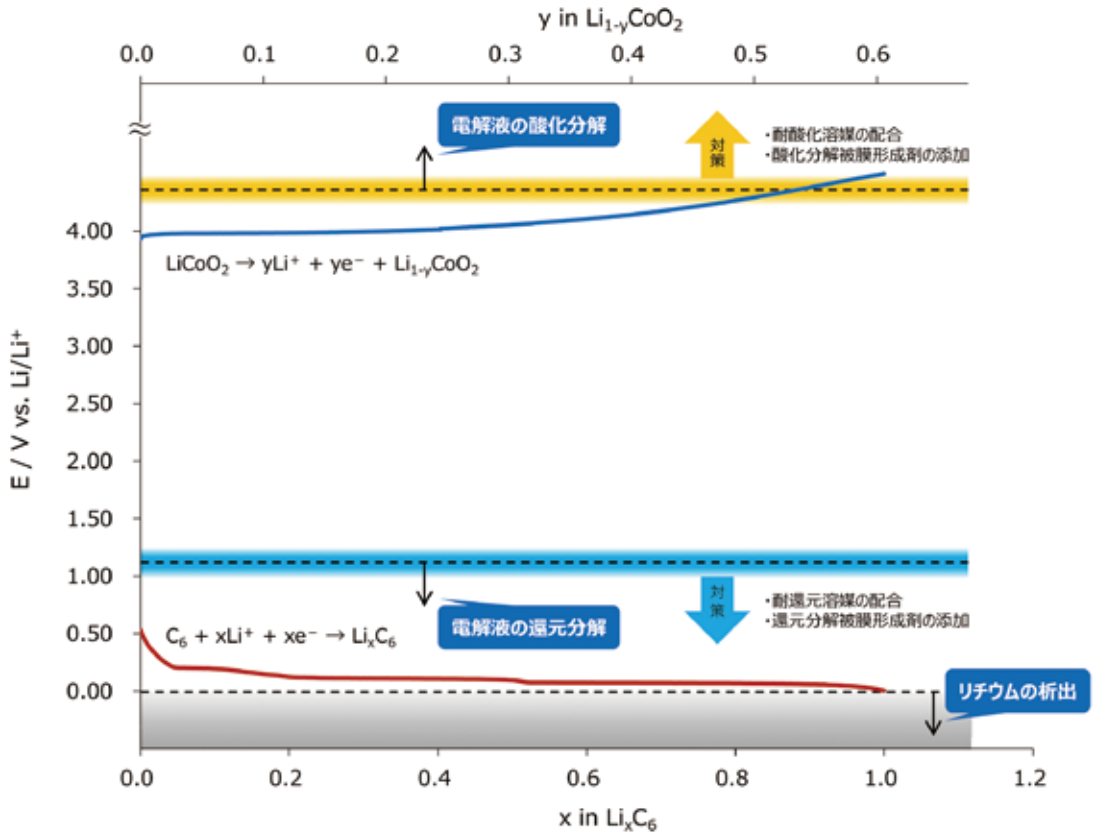
【加水分解機構】

$$LiBF_4 + H_2O \longrightarrow LiF(S) + HF(G) + B(OH)F_2(G)$$

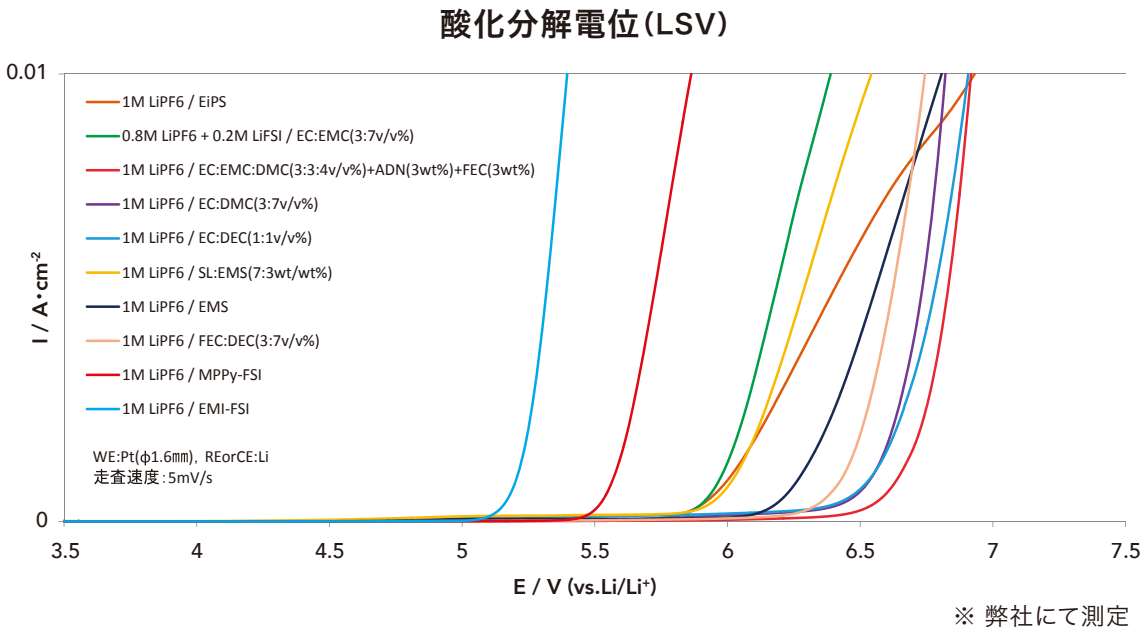
## 有機溶媒の物性を決めるパラメータ

| 項目 | 特 徴 | |
|---|---|---|
| 沸点<br>融点 | 電池の作動温度範囲に関係するパラメータ | 電池の作動温度域において電解液が液状を保つ必要があり、高沸点かつ低沸点を有する溶媒を理想とする。 |
| 誘電率 | 電解質のイオン解離に関連するパラメータ | 電解質が溶媒に溶ける溶解エネルギー$\Delta G_S^\circ$は、溶媒和エネルギー$\Delta G_{SV}^\circ$と格子エネルギー$\Delta G_{lat}^\circ$より次式で表される。<br>$\Delta G_S^\circ = \Delta G_{SV}^\circ - \Delta G_{lat}^\circ$<br>溶媒和エネルギー$\Delta G_{SV}^\circ$においては静電気的な相互作用$\Delta G_{el}$が大部分を占めると考えられており、$\Delta G_{el}$は比誘電率$\varepsilon_r$を変数とするボルンの式で表される。<br>$\Delta G_{el} = -\frac{N_A z^2 e^2}{4\pi\varepsilon_0 \cdot 2r}\left(1-\frac{1}{\varepsilon_r}\right) = -\left(\frac{69.4z^2}{r}1-\frac{1}{\varepsilon_r}\right)$<br>（$z$：イオンの価数、$e$：電気素量、$r$：イオン半径、$N_A$：アボガドロ数）<br>大きな$\varepsilon_r$を有する溶媒は、溶媒和による電解質のイオン解離を促進するため、電解液の溶媒として適している。 |
| 粘度 | 電解液のイオンの移動度や極板への浸透性に関連するパラメータ | 溶媒の粘度は物質移動速度に影響を与え、それにより電解液の導電率にも影響する。<br>粘度の低い溶剤を用いることで、イオンの移動度を高めることができる。<br>イオン移動度$\mu = ze/6\pi\eta r$（$z$：イオンの価数、$e$：電気素量、$\eta$：粘性率、$r$：イオン半径） |
| 双極子モーメント | 溶媒の極性を示すパラメータ | ほとんどの溶媒は固有の双極子であり、双極子モーメントを持つ分子で構成されている。双極子モーメントの高い溶媒は極性溶媒、双極子モーメントの低い溶媒は非極性溶媒に分類される。 |
| ドナー数（DN）<br>アクセプター数（AN） | 溶媒の求核性（塩基性）/求電子性（酸性）を示すパラメータ | 溶媒の酸性・塩基性は、溶液中の化学反応および平衡に大きな影響を与える。これを定量化するために提案された様々なパラメータの中で、電気化学分野ではドナー数（DN）とアクセプター数（AN）が最も広く用いられている。DN の高い溶媒は塩基性が強く、高い電子対供与性を持つ。また、AN の高い溶媒は酸性が強く、高い電子対受容性を持つ。 |

## LIBの電極電位と電解液の電位窓との関係




## $LiPF_6$電解液の分解電位

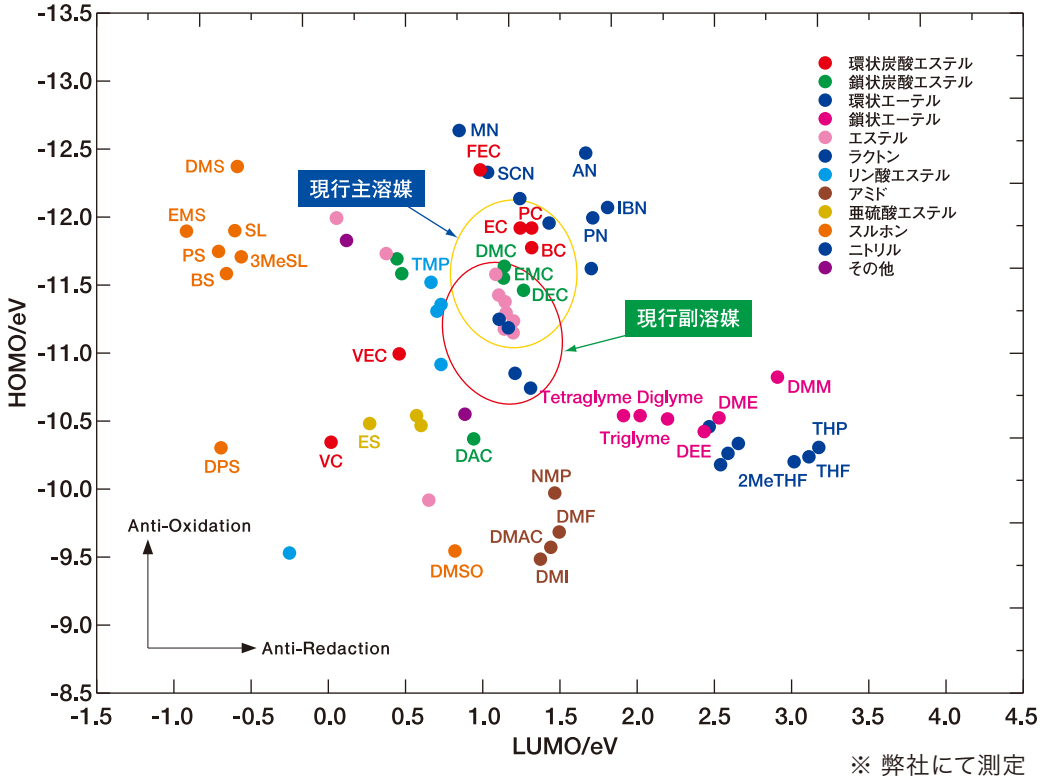



※ 弊社にて測定

## リチウムイオン電池用溶媒の物性

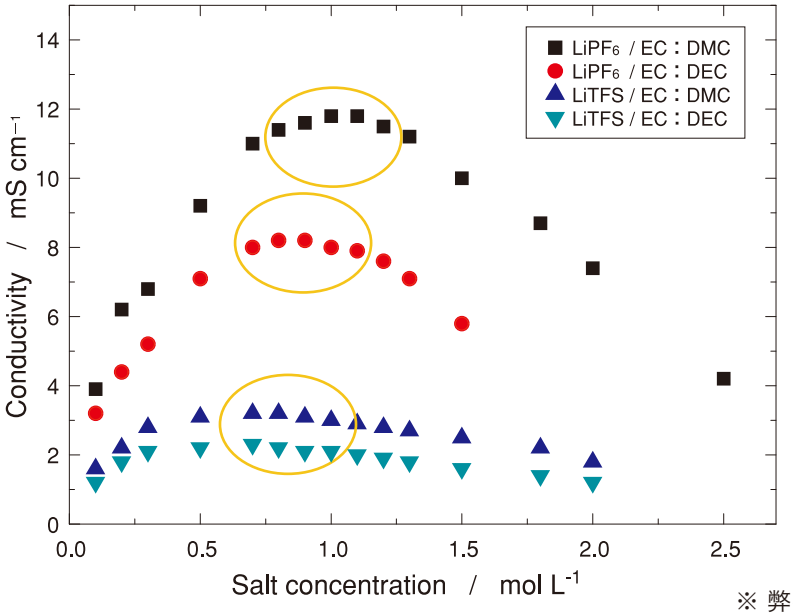
| 溶媒 | 融点 (℃,1atm) | 沸点 (℃,1atm) | 比誘電率 | 粘度 (cP) | 双極子モーメント (Debye) | ドナー数 | アクセプター数 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| カーボネート | | | | | | | |
| PC | -49 | 242 | 64.4 | 2.53 | 5.26 | 15.1 | 18.3 |
| EC | 38 | 244 | 89.6(40℃) | 1.86(40℃) | 5.07 | 16.4 | — |
| FEC | 17.3 | 210 | 105.7 | 4.00 | — | — | — |
| DMC | 4 | 90 | 3.1 | 0.59 | 0.30 | — | — |
| EMC | -55 | 107 | 3.0 | 0.65 | 0.52 | — | — |
| DEC | -43 | 126 | 2.82 | 0.75 | 0.57 | — | — |
| エステル | | | | | | | |
| MF | -100 | 34 | 8.5(20℃) | 0.33 | 1.51 | — | — |
| スルホン | | | | | | | |
| SL | 28 | 285 | 42.5(30℃) | 9.87(30℃) | 4.30 | 14.8 | 19.3 |
| DMSO | 18 | 189 | 46.45 | 1.99 | 3.96 | 29.8 | 19.3 |
| ニトリル | | | | | | | |
| AN | -45 | 82 | 36.0 | 0.35 | 2.89 | 14.1 | 18.9 |
| ラクトン | | | | | | | |
| GBL | -44 | 204 | 39.1 | 1.75 | 4.56 | — | — |

## 分子軌道法による各有機溶媒の物性




※ 弊社にて測定

## リチウムイオン電池用溶媒の物性




※ 弊社にて測定

電解質及び溶媒種によってイオン伝導度に大小がある。また、電解液は電解質濃度によって極大点を持つ。このため、最大濃度ポイントを狙った電解液濃度を選択する。

## Li塩別電解液の電気伝導度比較

| Li塩／濃度 | 溶媒種　25℃（単位：mS/cm） | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1mol/L | PC | | PC:EMC(1:1v/v%) | | PC:DME(1:1v/v%) | |
| $LiPF_6$ | 6.0 | 1 | 8.9 | 1 | 16.1 | 1 |
| $LiBF_4$ | 3.5 | 4 | 3.6 | 4 | 9.8 | 4 |
| LiTFS | 1.8 | 5 | 1.9 | 5 | 6.5 | 5 |
| LiTFSI | 5.2 | 3 | 7.3 | 2 | 13.3 | 3 |
| (*)$LiClO_4$ | 5.7 | 2 | 6.0 | 3 | 14.0 | 2 |

| Li塩／濃度 | 溶媒種　25℃（単位：mS/cm） | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1mol/L | EC:DEC(1:1v/v%) | | EC:DMC(1:1v/v%) | | EC:DME(1:1v/v%) |
| $LiPF_6$ | 8.1 | 1 | 11.4 | 1 | 16.7 |
| $LiBF_4$ | — | — | — | — | — |
| LiTFS | 2.2 | 3 | 3.2 | 3 | 8.5 |
| LiTFSI | 6.5 | 2 | 9.3 | 2 | 13.3 |

注）(*)については弊社での取り扱いはしておりません。

## $LiPF_6$系電解液に関する取り扱い注意事項

リチウムイオン電池用電解液は、各種有機溶媒にリチウム塩を溶解したものです。
例として、以下に$LiPF_6$系電解液（濃度1 mol/L、1kgボトル）の規格および品質保証期間を提示いたします。

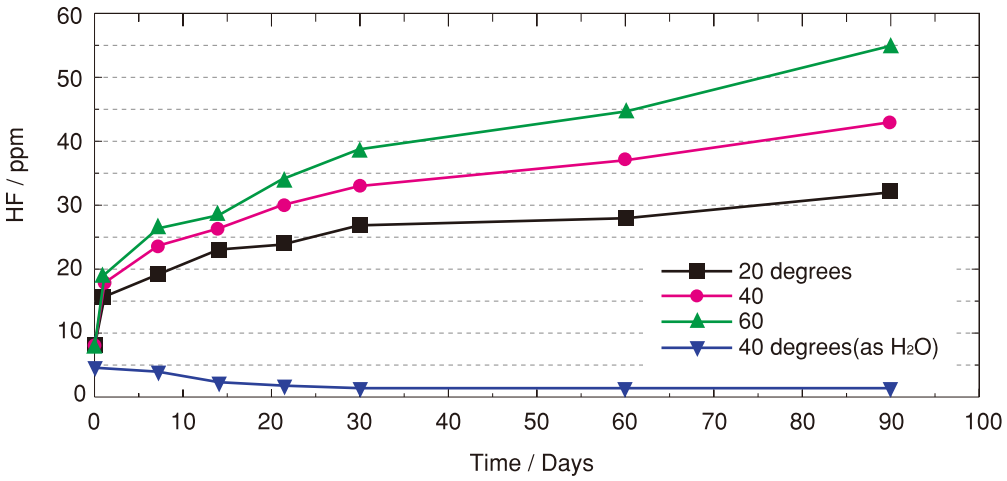
HF値：50ppm以下, 水分値：20ppm以下（1ppm＝$10^{-4}$%）

タイプ　**SUSボトル：納入後１ヶ月間**

（＊20℃以下での保存、未開封のものに限ります。）

## $LiPF_6$系電解液の温度別のHF経時変化

試　　料：1 mol/L $LiPF_6$ / EC:DEC（1:1vol%）
保存容器：SUS（ステンレス）容器
保存形態：恒温乾燥機中, ラミネート包装なし, 空気中
測　　定：イオンクロマトグラフィー




| 電解液の保証条件 | 容器 | 保証期間 |
|---|---|---|
| $LiPF_6$系 | SUSボトル | 納入後１ヶ月 |
| $LiPF_6$系 以外 | PEボトル | 納入後１週間 |
| | SUSボトル | 納入後１ヶ月 |

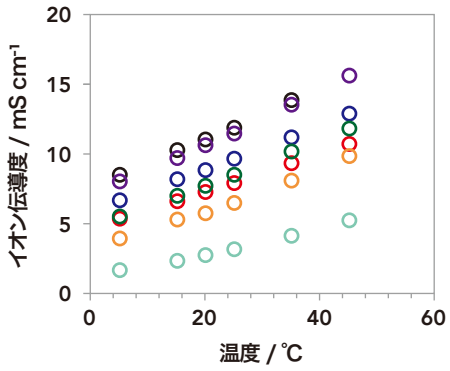
20℃以下の保存・未開封のものに限ります。
$LiPF_6$系についてはPEボトルでの販売はしておりません。

## 電解質の特性例

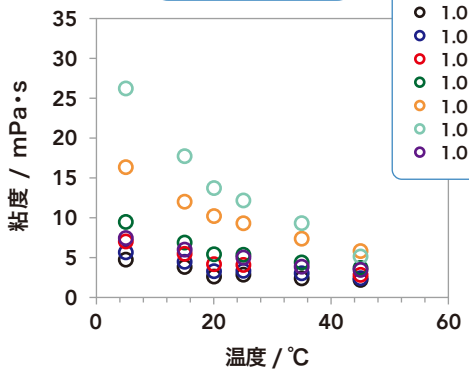
LBG-45282　25 g
LBG-45281　100 g

### Lithium bis(fluorosulfonyl)imide 【LiFSI, LiFSA】

**イオン伝導度**




**粘度**



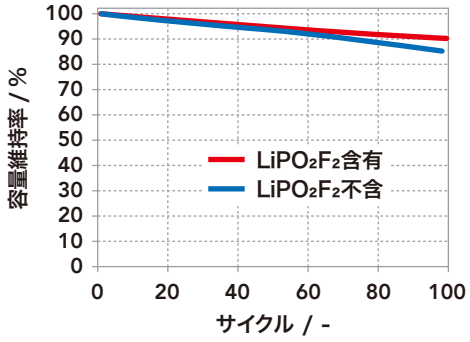

- 1.0 mol/L LiFSI / EC+DMC (3:7 v/v%)
- 1.0 mol/L LiFSI / EC+EMC (3:7 v/v%)
- 1.0 mol/L LiFSI / EC+DEC (3:7 v/v%)
- 1.0 mol/L LiFSI / EC+DEC (1:1 v/v%)
- 1.0 mol/L LiFSI / PC (3:7 v/v%)
- 1.0 mol/L LiFSI / Tetraglyme
- 1.0 mol/L LiFSI / GBL

LBG-45532　25 g
LBG-45533　100 g

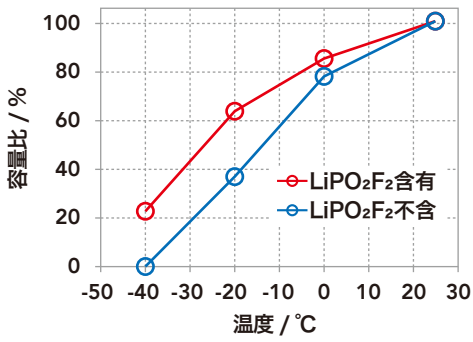
### Lithium diflurophosphate 【$LiPO_2F_2$】

■試験例（電解液：1.0 mol/L $LiPF_6$ / EC:EMC 3:7 v/v）　$LiPO_2F_2$配合量 1wt.%
正極：NCM、負極：黒鉛、2.75-4.35V

**サイクル特性（25℃）**

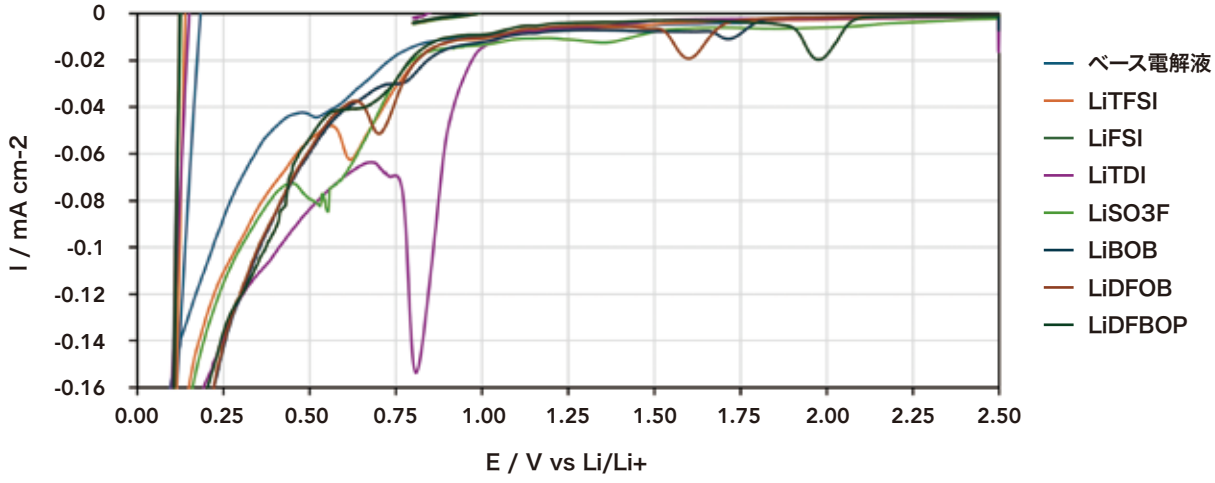



**温度特性（各温度で充放電）**




### ■ サイクリックボルタンメトリー

作用極：黒鉛、対極：金属リチウム、掃引速度：0.05mV/sec、ベース組成：1.0 mol/L $LiPF_6$ / EC:EMC 3:7 v/v%



## 電解質の濡れへの影響

| 1.0 mol/L Salt | $LiPF_6$ | $LiBF_4$ | LiTFSI | LiFSI |
|---|---|---|---|---|
| Solvent | PC | PC | PC | PC |
| PP |  | | | |
| PE |  | | | |
| アルミナコートPE |  | | | |

## フッ素系溶媒の特性例

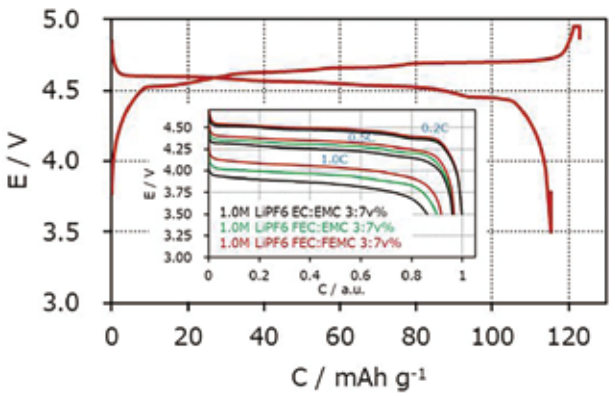
■電解液組成例
1.0 mol/L $LiPF_6$ / FEC:FEMC（3:7 v/v%）
1.0 mol/L $LiPF_6$ / FEC:FEMC（1:1 v/v%）
1.0 mol/L $LiPF_6$ / FEC:TFEC（1:1 v/v%）
1.0 mol/L $LiPF_6$ / EC:EMC:FEB（3:5:2 v/v%）

■イオン伝導度（25℃）
4.4 mS/cm
5.5 mS/cm
3.4 mS/cm
7.4 mS/cm

■試験例

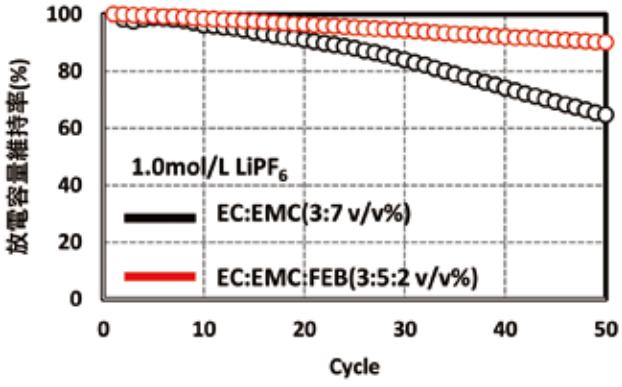
**充放電特性**

正極：$LiNi_{0.5}Mn_{1.5}O_2$, 負極：黒鉛
3.5 - 4.95V, 25℃
電解液：FEMC含有電解液




**サイクル特性**

正極：NCM523, 負極：黒鉛
2.75 - 4.5V, 1C, 25℃
電解液：FEB含有電解液



## フッ素系溶媒の特性例

| LBG-79832　25 g<br>LBG-79831　100 g | TFEP |
|---|---|

■電解液組成例

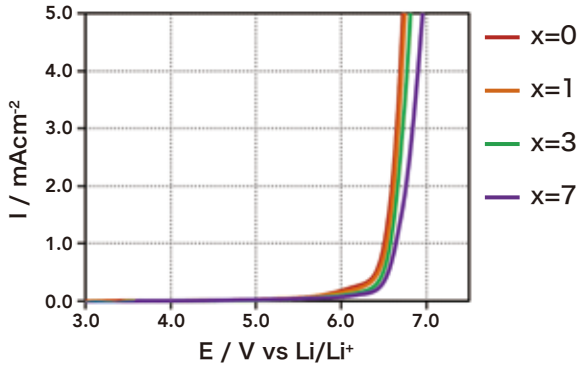
1.0 mol/L $LiPF_6$ / EC:EMC (3:7 v/v%)
1.0 mol/L $LiPF_6$ / EC:EMC:TFEP (3:6:1 v/v%)
1.0 mol/L $LiPF_6$ / EC:EMC:TFEP (3:4:3 v/v%)
1.0 mol/L $LiPF_6$ / EC:TFEP(3:7 v/v%)

■イオン伝導度(25℃)

8.8 mS/cm
7.7 mS/cm
5.7 mS/cm
2.7 mS/cm

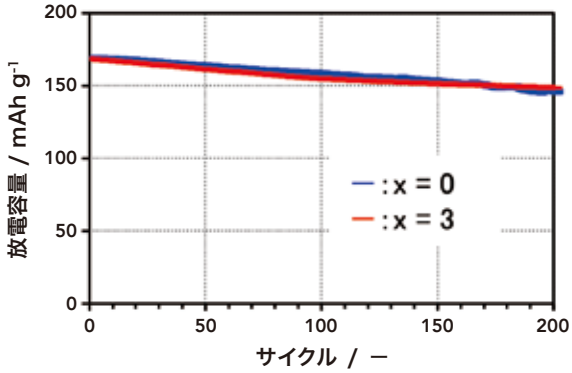
**耐酸化性(Pt/Li/Li)**

1.0 mol/L $LiPF_6$ / EC+EMC+TFEP
(3:7-x:x vol.%)



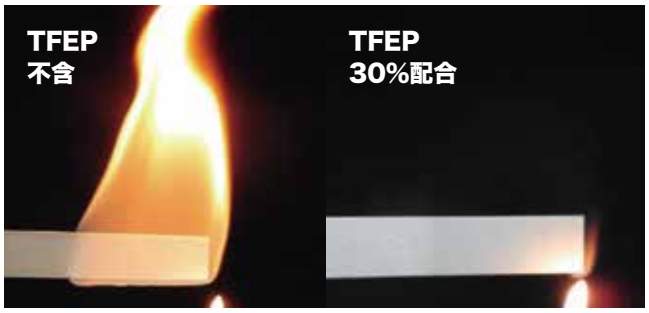

**充放電サイクル(NCM/C)**

2.75-4.35V,0.5C
1.0 mol/L $LiPF_6$ / EC+EMC+TFEP
(3:7-x:x vol.%)+ 2% VC

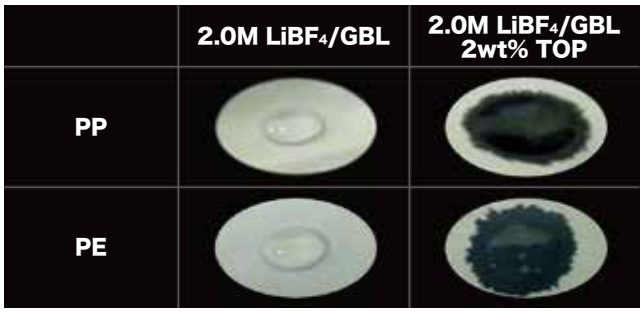



## リン酸エステル系化合物の特性例

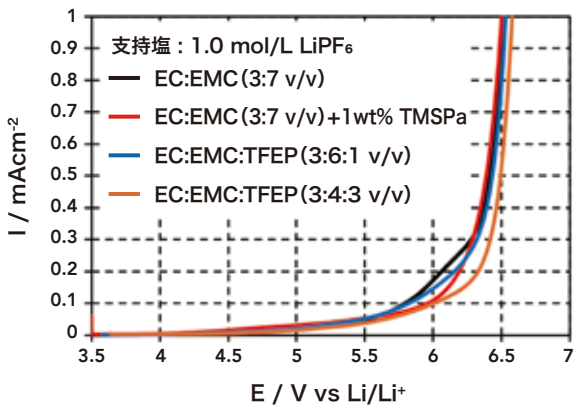
**燃焼性**



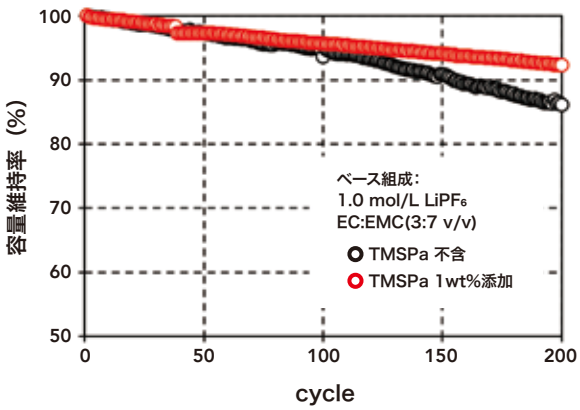

**セパレータ濡れ性の改善**




**耐酸化性(Pt, Scan rate 5.0mV/sec)**



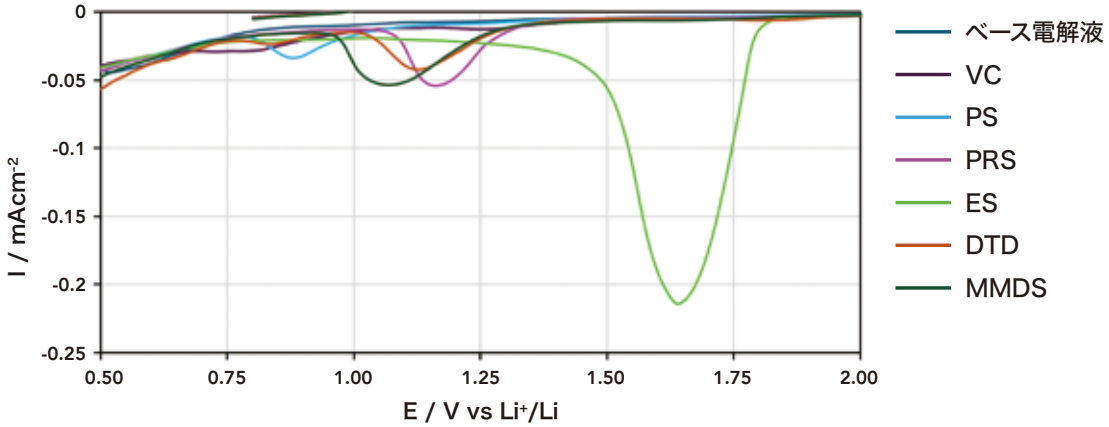

**サイクル特性(NCM523/黒鉛 2.75-4.35V 1C)**



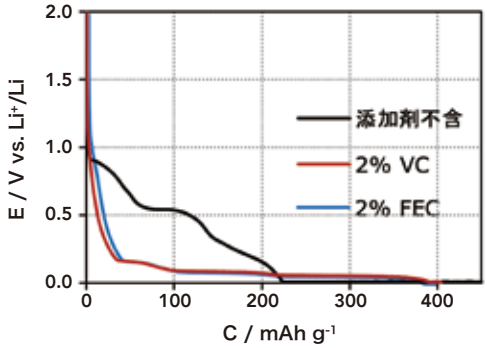
## 有機硫黄化合物の特性例

### ■還元挙動の一例

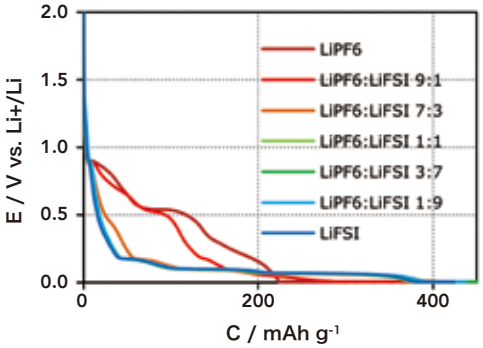
サイクリックボルタンメトリー　作用極：人造黒鉛, 対極：金属リチウム
ベース組成：1.0 mol/L $LiPF_6$/EC:EMC(3:7 v/v%)
添加剤 ：1wt%　走査速度：0.1mV/sec




負極ハーフセル、初回充電曲線
負極 ：ピッチコート系天然黒鉛
レート：0.1C
電解液：1.0 mol/L $LiPF_6$ / SL:EMS(7:3wt.%)

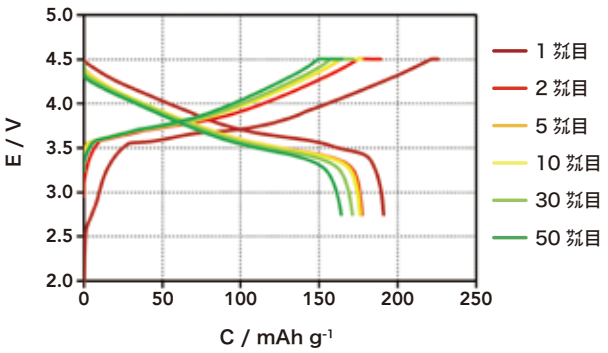



負極ハーフセル、初回充電曲線
負極 ：ピッチコート系天然黒鉛
レート：0.1C
電解液：1.0 mol/L Li Salt / SL:EMS(7:3wt.%)



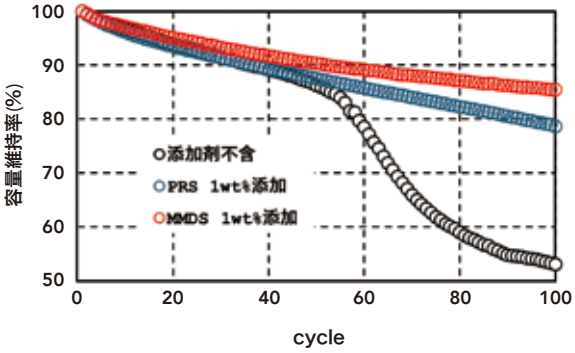

### サイクル特性の例

正極：NCM523、負極：天然黒鉛
電解液：1.0 mol/L $LiPF_6$ / SL:EMS(7:3wt.%)
添加剤：1wt% FEC
充放電：CCCV充電 4.5V, CC放電2.75V
レート： 1サイクル目0.1C, 2 サイクル目～1C




### サイクル特性の例

正極：コバルト酸リチウム、負極：人造黒鉛
電解液：1.0 mol/L $LiPF_6$/EC:DMC:EMC(3:4:3 v/v%)
添加剤 1wt.%
CCCV充電 4.45V, CC放電2.75V
充放電レート 0.2C

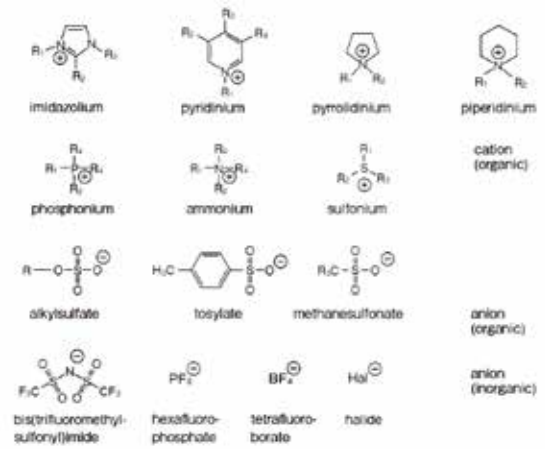


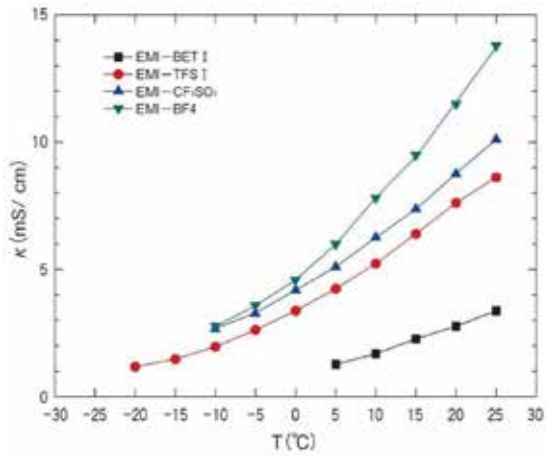
## イオン液体の特性例

イミダゾリウム(EMI)系のアニオン別物性と電気化学特性(25℃)

| Ionic Liquid | mp(℃) | d(g/cm3) | η(cP) | κ(mS/cm) | Voltage window* | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | E red(V) | E ox(V) |
| EMI-BF4 | 15 | 1.29 | 34 | 13.8 | 1 | 5.5 |
| EMI-$CF_3SO_3$ | -10 | 1.39 | 43 | 9.3 | 1 | 5.3 |
| EMI-TFSI | -15 | 1.51 | 28 | 8.6 | 1 | 5.7 |
| EMI-BETI | -1 | ND | 61 | 3.4 | 0.9 | 5.8 |
| EMI-$(HF)_{2,3}F$ | -90 | 1.14 | 5 | 100 | 1.5 | 5.3 |

* WE:GC,RE:Li,CE:Li(1mA/cm2,20mV/s)




### 引火性(EMI-TFSI)




### PP微多孔膜の濡れ

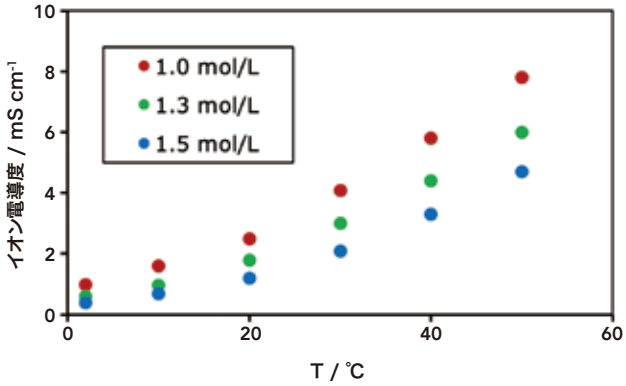
1.0 mol/L LiTFSI in EMI-TFSI:HFE-347pc-f

10:0　9:1　7:3　5:5wt.%



### イオン伝導度

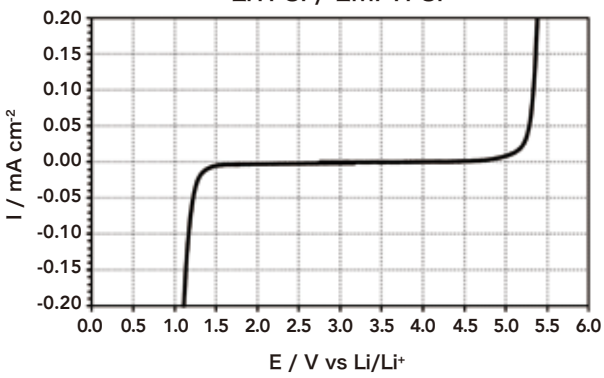
LiTFSI / EMI-TFSI




### LSV

作用極:Pt, 対極:Li, 参照極:Li
走査速度: 5 mV/sec

LiTFSI / EMI-TFSI



## FSI系イオン液体の特性

# FSI系イオン液体 (製造元：第一工業製薬株式会社)

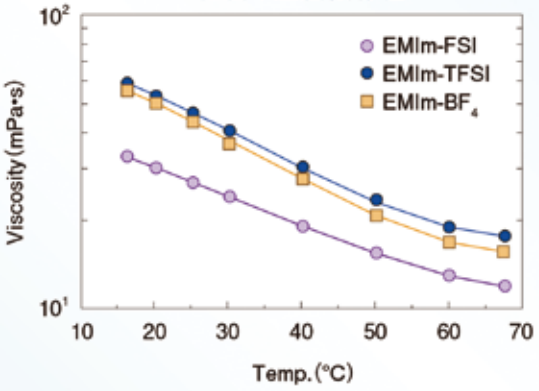
## ビス(フルオロスルホニル)イミド系イオン液体

KISHIDA CHEMICAL

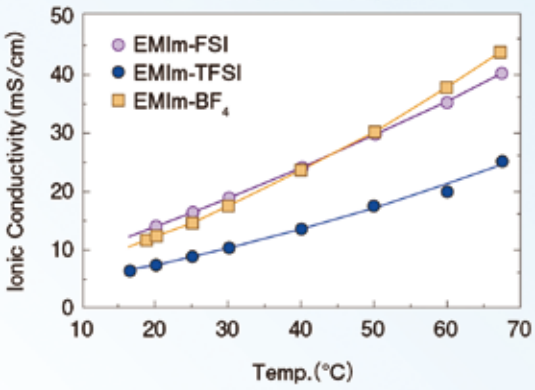
低粘度　高イオン伝導率　疎水性

TFSI系や$BF_4$系と比較して、低い粘性、高いイオン伝導度を示します

粘度の温度依存性



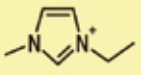

イオン伝導度の温度依存性



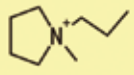

「二次電池、電気二重層キャパシタ、
色素増感太陽電池のデバイスに」

| 商品名 | EMIm-FSI | MPPy-FSI |
|---|---|---|
| 密度(g/ml)※ | 1.44 | 1.34 |
| 融点(℃) | -12.9 | -17.5 |
| 粘度(mPa・s)※ | 17.0 | 39.3 |
| イオン伝導度(mS/cm)※ | 16.5 | 8.3 |
| 熱安定性(TG 5%) | 225 | 219 |

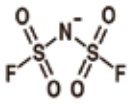
※25℃



1-ethyl-3-methyl-imidazorium (EMIm)



1-methyl-1-propyl-pyrrolidinium (Mppy)



bis(fluorosulfonyl)imide (FSI)

包装単位：25g·100g バルク販売につきましては、別途ご相談下さい

FSI系イオン液体は、各種エネルギーデバイス用途として注目されています

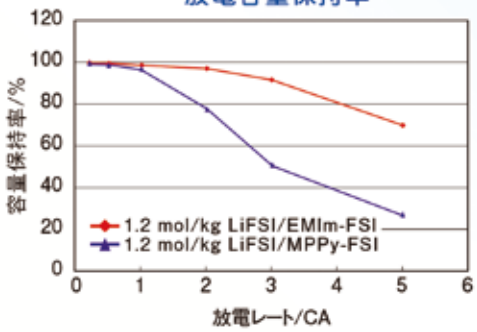
## FSI系イオン液体の特性

### LiTFSI/LiFSIとFSI系イオン液体の組み合わせは、電極との界面抵抗が抑制され、サイクル特性を引き出します

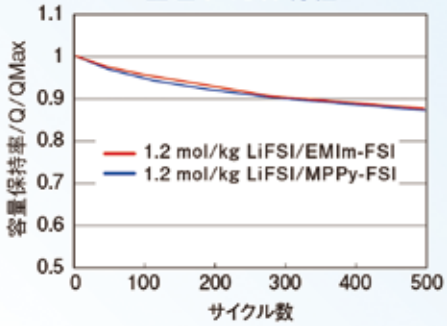
**●電池構成**
積層型ラミネートセル
正極：三次元LNMC Ni:Co:Mn=1:1:1
負極：表面改質天然黒鉛
電解液：1.2 mol/kg LiFSI/EMIm-FSI及びMPPy-FSI

**●試験条件**
25℃ 1C, CC-CV 4.2V充電　2.7V放電

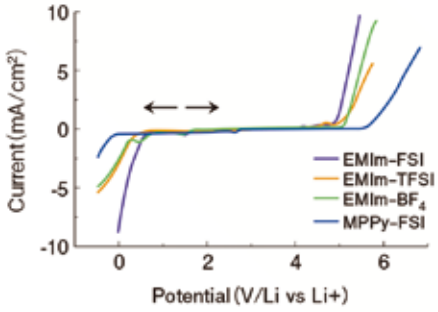
放電容量保持率



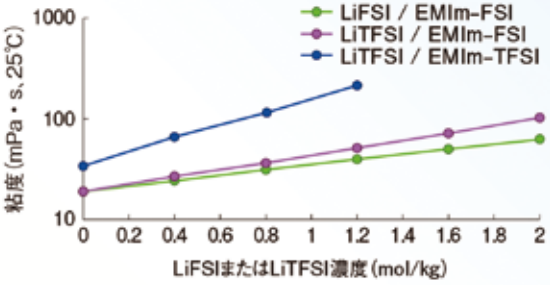

室温サイクル特性



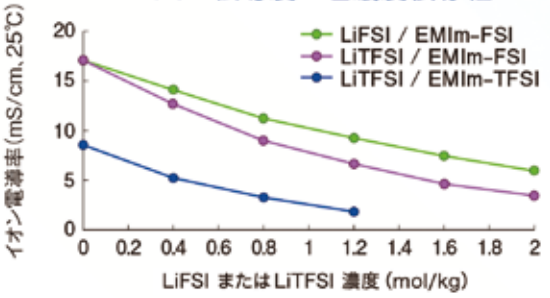

各種イオン液体の分解電位




粘度の塩濃度依存性

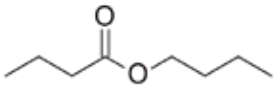
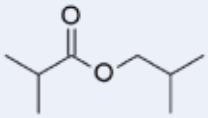
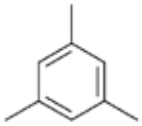
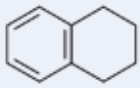
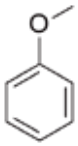



イオン伝導度の塩濃度依存性



## 全固体電池の湿式塗布工程向け溶媒

### 硫化物系固体電解質と反応性の低い溶媒を低水分保証

| ラインナップ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 製品名 | 構造式<br>CAS | 水分値 | 純度<br>(GC) | 容量 | 製品コード |
| *n*-酪酸-*n*-ブチル | <br>109-21-7 | ≦30ppm | ≧99.0% | 500ml | LBG-11155 |
| イソ酪酸イソブチル | <br>97-85-8 | ≦30ppm | ≧98.0% | 500ml | LBG-40345 |
| メシチレン | <br>108-67-8 | ≦30ppm | ≧98.0% | 500ml | LBG-80545 |
| テトラリン | <br>119-64-2 | ≦30ppm | ≧98.0% | 500g | LBG-76935 |
| アニソール | <br>100-66-3 | ≦30ppm | ≧99.0% | 500g | LBG-05115 |
| *n*-ヘプタン | <br>142-82-5 | ≦30ppm | ≧99.0% | 500ml | LBG-36230 |

| 金属不純物　参考値 | | | |
|---|---|---|---|
| K | ≦1ppm | Cu | ≦1ppm |
| Na | ≦1ppm | Al | ≦1ppm |
| Mg | ≦1ppm | Ni | ≦1ppm |
| Ca | ≦1ppm | Mn | ≦1ppm |
| Fe | ≦1ppm | Pb | ≦1ppm |

実績値であり保証値ではありません



# LITHIUM BATTERY GRADE

KISHIDA CHEMICAL

## リチウム電池

### 生産用

国際規格のISO 9001（品質）およびISO 14001（環境）の認証工場で生産を行っております。

リチウムイオン電池の市場拡大に伴う需要の拡大と多様化に合わせて、お客様の開発ライン・生産ラインで使用される材料を供給できる体制を整えてまいりました。

仕様書締結、監査、記録類長期保管のご要望へも対応し、皆様の生産活動に貢献できるよう、製品とサービスの品質向上に努めてまいります。

ご希望の溶媒を低水分規格で生産いたします。
ドラム・コンテナ等からのリパックにも対応いたします。



## エルソルブ® — 溶媒 — 実績例

| 品目 | 純度/% | 水分/ppm | 容量 | 容器 | 液側プラグ | ガス側プラグ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| EC | ≧99.5 | ≦30 | 18kg | 18L キャニスター | SUS 304 2P | SUS 304 1P |
| DMC | ≧99.5 | ≦30 | 18kg | 18L キャニスター | SUS 304 2P | SUS 304 1P |
| DMC | ≧99.5 | ≦30 | 200kg | 18L キャニスター | SUS 304 2P | SUS 304 1P |
| EMC | ≧99.5 | ≦30 | 18kg | 18L キャニスター | SUS 304 2P | SUS 304 1P |
| EMC | ≧99.5 | ≦30 | 200kg | 200L キャニスター | SUS 304 4P | SUS 304 2P |
| DEC | ≧99.5 | ≦30 | 18kg | 18L キャニスター | SUS 304 2P | SUS 304 1P |
| DEC | ≧99.5 | ≦30 | 200kg | 200L キャニスター | SUS 304 4P | SUS 304 2P |
| アセトニトリル | ≧99.5 | ≦30 | 18L | 18L キャニスター | SUS 304 2P | SUS 304 1P |
| アセトニトリル | ≧99.5 | ≦30 | 200L | 200L キャニスター | SUS 304 4P | SUS 304 2P |
| NMP | ≧99.5 | ≦100 | 18kg | 18L キャニスター | SUS 304 2P | SUS 304 1P |

### 18Lキャニスター容器（仕様1）



### 20Lキャニスター



### 18Lキャニスター容器（仕様2）



### 200Lキャニスター



ご希望組成の電解液生産を承ります。



## エルソルブ® — 電解液 — 実績例

| 電解質 | 濃度 | 溶媒 |
|---|---|---|
| $LiPF_6$ | ～35% | 鎖状カーボネート |
| $LiPF_6$ | ～15% | カーボネート混合溶媒 |
| LiTFSI | ～20% | カーボネート・エーテル |
| など | | |

| 容器仕様 | 充填ガス | 液側プラグ | ガス側プラグ |
|---|---|---|---|
| 18L容器 | Ar or $N_2$ | SUS 304 2P | SUS 304 1P |
| 20L容器 | Ar or $N_2$ | SUS 304 2P | SUS 304 1P |
| 200L容器 | $N_2$ | SUS 304 2P | SUS 304 1P |

| 分析項目例 |
|---|
| 水分 |
| 遊離酸 |
| 色相(APHA) |
| 各金属不純物 |

## エルソルブ® — バインダー — 実績例

### PVDF/NMP溶液

| ポリマー | 濃度 | 水分規格 | 容量 | 容器 |
|---|---|---|---|---|
| ご希望品番 | 5～8% | 要相談 | 20kg | PEジェリカン |
| | | | 200kg | ケミドラム |
| | | | 1000kg | SUS コンテナ |



PEジェリカン



ケミドラム

# CAPACITOR GRADE

KISHIDA CHEMICAL

## キャパシタ

### 研究開発用

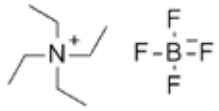
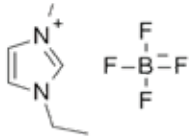
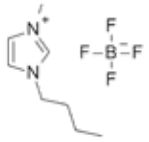
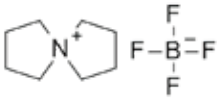
キャパシタ用途の試薬として、電気二重層キャパシタ（EDLC）用の材料をラインナップしております。

EDLCは、積層セラミックコンデンサやアルミ電解コンデンサよりも高容量で、リチウムイオン電池よりも急速充放電性、長期信頼性、安全性に優れる特徴があるため、実用化から四半世紀を迎えようとする現在でも使用され続けております。

EDLC用材料への対応も引き続き実施してまいります。



## キャパシタ Capacitor Grade — 電解質

| 製品名 | 略名［示性式］<br>構造式<br>CAS | 分子量<br>(g/mol) | 毒劇法<br>消防法 | 規格<br>水分値(ppm) | 規格<br>純度(%) | 容量 | 製品コード |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tetraethylammonium tetrafluoroborate | $TEABF_4[(CH_3CH_2)_4NBF_4]$  429-06-1 | 217.1 | 劇物 | ≦50 | ≧99.9 | 500g | CPG-92435 |
| 1-Ethyl-3-methylimidazolium tetrafluoroborate | $EMI\text{-}BF_4[(CH_3CH_2)_4NBF_4]$  143314-16-3 | 197.97 | 劇物 | — | — | 25g | ILD-28622 |
| 1-Butyl-3-methylimidazolium tetrafluoroborate | $BMI\text{-}BF_4[(CH_3CH_2)_4NBF_4]$  174501-65-6 | 226.02 | 劇物 | — | — | 25g | ILD-12722 |
| 5-Azoniaspiro[4.4]nonane tetrafluoroborate | $SBP\text{-}BF_4[(C_4H_8)_2NBF_4]$  129211-47-8 | 213.02 | 劇物 | — | — | 25g | CPG-75422 |

## キャパシタ Capacitor Grade — 電解液

| 製品名 | 容量 | コード | 容器 |
|---|---|---|---|
| 1 mol/L $[(CH_3CH_2)_4NBF_4]$ PC | 1kg | CPG-00005 | PE |
| 1 mol/L $[(CH_3CH_2)_4NBF_4]$ AN | 1L | CPG-00101 | PE |
| 1 mol/L EMI-BF4 PC | 1kg | ILD-00007 | PE |
| 1 mol/L SPB-BF4 AN | 1L | CPG-00197 | SUS |
| 1.5 mol/L SPB-BF4 AN | 1L | CPG-00198 | SUS |
| 1.5 mol/L SPB-BF4 PC | 1kg | CPG-00199 | SUS |

# 集電体と電解液

## ■ 集電体

EDLCでは正負極共にアルミニウム(Al)箔が用いられる。このAlの集電体は陽極酸化によるエッチング処理が施され、表面積を増やして集電効率を向上させている。Al 集電箔と活性炭層との接触の善し悪しは、電極全体の内部抵抗を大きく支配する。さらに、集電効率を上げる方法として、Al 集電箔に導電性ペースト（プライマーと呼ぶ）を薄く塗り、活性炭を高温で圧着し、高い導電性の確保を狙う方法もある。

## ■ 電解液

EDLC に適する電解質の性質として重要：高い解離度、溶媒に対する高い溶解度が必須。
LIB は正負極のどちらかに Li+ を持っており、電解液はその通過経路に相当するが、EDLC は電極がイオン源になっていない為、電解液そのものがイオン源になる。故に、できるだけイオンのキャリア数やキャリア密度を増やす必要がある。つまり、高い解離度や溶解度が要求される。
解離度や溶解度を向上させるには、イオンの電荷密度が低い方が望ましい。

① イオン半径をある程度大きくする必要がある。【典型例】$Et_4NBF_4$ 、$Et_4NN(SO_2CF_3)_2$
しかし、イオン半径を必要以上に大きくすると、イオン間の距離を十分に確保することができなくなり、かえって解離度が低下してしまう。
EDLC電極に用いる活性炭は、特定の吸着イオンを意識して細孔分布を狭い範囲に限定している為、電極に最適なイオン径より少し大きなイオンを用いるだけで、大きく容量が低下することもある。

② イオン構造におけるもう一つのポイントは「非対称性」。イオン構造に非対称性を導入すると、結晶化エンタルピーが減少するため、高い溶解度を示すことがある。【典型例】$Et_3MeNBF_4$ 、$Et_3MeN(SO_2CF_3)_2$

③ スピロ化合物は、溶解度、解離度、移動度も高い。特に、二つの五員環をもつSBPが高い導電率を示す。
スピロ化合物は同数の炭素をもつ非環状化合物よりも空間占有がコンパクトである為、移動度が高く、溶解度も高い傾向を示す。

# 高耐電圧化によるエネルギー密度の向上

EDLC の高エネルギー密度化に対しては、高電圧化のアプローチが不可欠である。現在の EDLC の耐電圧の限界とされる 2.7V は、活性炭表面での溶媒の分解によるところが大きいため、従来の PC 溶媒よりも高い耐電圧をもつ溶媒の探索が必要となる。

その要求を満たすものとして、SL に代表されるスルホン化合物が提案されており、SL を用いた電解液の耐電圧は 3.3V 以上に達しており、工業化もされている。

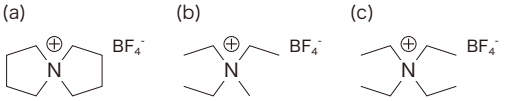
しかし、このスルホン溶媒は電解質の溶解性にやや乏しいため、非対称型四級アンモニウム塩（TEMA－BF4）系、またはスピロ型四級アンモニウム塩（SBP－BF4）のみが報告されている。一方、イオン液体を電解質に用いた EDLC が検討されている。イオン液体は陽イオンと陰イオンが結合状態で存在する液体で、難燃性、不揮発性、高イオン伝導性など色々な特徴をもつ。

陽イオン成分としてイミダゾリウム塩系、ピリジニウム塩系、脂肪族四級アンモニウム塩系等が、また、陰イオン成分として BF4－や PF6－などの無機イオン系から CF3SO3－や（CF3SSO2）2N－などのフッ素含有有機陰イオン系が一般的である。イオン液体は広い電位窓をもつため、これを EDLC 用電解液に用いることで作動電圧が広がる。

日清紡が発表したイオン液体の電位窓は約 6.0V（-3.0 ～ +3.0 vs.Ag/AgCl）であり、EDLC の定格作動電圧を 2.5V から 3.0V へ広げることが可能となり、内部抵抗も低く抑えることに成功しており、定格作動電圧の向上と合わせてエネルギー密度 10.7Wh/L、出力密度 10.8kW/L を達成している。

**キャパシタ用電解質**

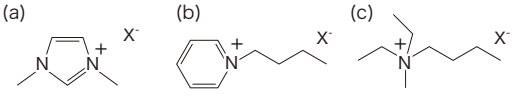
(a) (b) (c)




(a) スピロ型四級アンモニウム塩 ($(CH_2)_2N(CH_2)_2BF_4$) 系
(b) 非対称型四級アンモニウム塩 ($Et_3MeNBF_4$) 系
(c) 対称型四級アンモニウム塩 ($Et_4NBF_4$) 系

**キャパシタ用イオン性液体電解液材料**

(a) (b) (c)




$X^-$ : $N(SO_2CF_3)_2^-$, $BF_4^-$, $PF_6^-$

(a) イミダゾリウム塩系
(b) ピリジニウム塩系
(c) 脂肪族四級アンモニウム塩系

## 次世代キャパシタの高エネルギー密度化

エネルギー密度 E = 1/2 × 容量 C × (作動電圧 V)$^2$

現行電極容量：100 ～ 140 F/g

大容量化

**次世代ナノカーボン（電極材料）**

- ◆ CNT
- ◆ MPC
- ◆ ACMFC

60～283 F/g

**金属酸化物（電極材料）**

- ◆ 酸化ルテニウム（$RuO_2$）
- ◆ 酸化マンガン（$MnO_2$）
- ◆ 酸化ニッケル（NiO）

300～1,220 F/g

**導電性ポリマー（電極材料）**

- ◆ ポリアニリン
- ◆ 1,5- ジアミノアントラキノン
- ◆ サイクリックインドールトリマー
- ◆ ポリ（3- メチルチオフェン）

135～250 F/g

現行作動電圧：2.5 ～ 2.7 V

高作動電圧化

**イオン液体（電解液）**

- ■ イミダゾリウム塩系
- ■ ピリジニウム塩系
- ■ 脂肪族四級アンモニウム塩系

～3.0 V

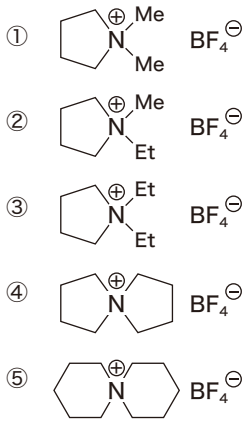
**非対称電極ハイブリッド化（セル構成）**

- ● 活性炭正極 vs 黒鉛負極
- ● 活性炭正極 vs 非晶質炭素負極
- ● 活性炭正極 vs チタン酸リチウム負極（$Li_4Ti_5O_{12}$）
- ● ポリチオフェン正極 vs 活性炭負極

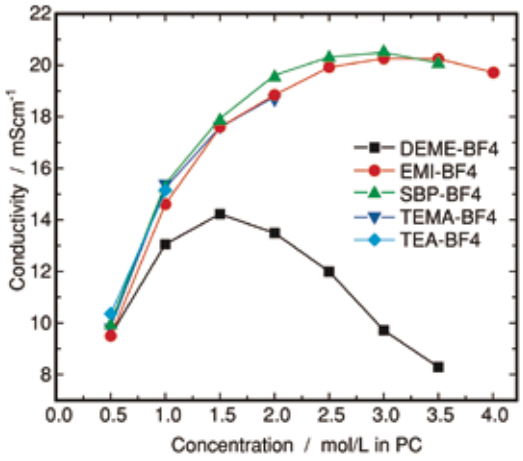
～4.2V

## 四級アンモニウム塩の各溶媒に対する溶解度

| 電解質 | 溶媒種　mol/L　(at 30℃) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | EC | PC | SL | GBL |
| $Me_3EtNBF_4$ | — | 1.2 | — | — |
| $Me_2Et_2NBF_4$ | — | 2.9 | — | — |
| $MeEt_3NBF_4$ | 2.8 (40℃) | 2.1 | 1.9 | 2.7 |
| $Et_4NBF_4$ | 1.6 (40℃) | 1.1 | 0.7 | 1.2 |
| $MeEt_3NPF_6$ | 2.4 (40℃) | 2.1 | 1.8 | 2.4 |
| $Et_4NPF_6$ | 1.7 (40℃) | 1.4 | 1.2 | 1.5 |
| ①ピロリジニウム系 | — | 2.7 | — | — |
| ②同上 | — | 3.6 | — | — |
| ③同上 | — | 2.6 | — | — |
| ④スピロビピロリジニウム系 | 3.4 (40℃) | 3.6 | 3.7 | 4.0 |
| ⑤スピロビピペリジニウム系 | — | 2.6 | — | — |




## 電解液モル濃度と電気伝導度との関係




例

TEMA-$BF_4$ : MW203.07, mp294℃(dec),
2.1 mol/L（PC）- 電気伝導度 18 mS/cm
Eox　+3.65V vs SCE
Ered　-3.00V vs SCE

比較

- TEA-$BF_4$
  1.1 mol/L（PC）- 電気伝導度 15 mS/cm, 0.7 mol/L（SL）
- EMI-$BF_4$
  6.6 mol/L（PC）- 電気伝導度 15 mS/cm
- DEME-$BF_4$
  5.1 mol/L（PC）- 電気伝導度 15 mS/cm, 3.7 mol/L（SL）
- SBP-$BF_4$ スピロ -（1,1'）- ビピロリジニウム - テトラフルオロボレート
  3.6 mol/L（PC）

## EDLC構成材料（電解液を主として）

**電解質**
四級アンモニウム塩（TEA-$BF_4$, TEMA-$BF_4$）が主流であったが、最近はスピロ系塩が注目されている。スピロ系塩の特徴：高解離度、高伝導度、低温作動特性に優れる。

**溶媒**
基本的に LIB と同様と考えて良いが、LIB に必要な SEI の形成が必要でないため、EC は不要となるが、イオン解離の誘発に対しては有効。

**イオン液体**
四級アンモニウム塩系（TMPA-TFSI, DEME-$BF_4$）とイミダゾリウム塩系（EMI 系）など。
特徴：高溶解度、高解離度、そのままで使用した場合は高レート特性のため不利。

**電解液**
EDLC の 3V 作動は LIB の 4V 以上の作動に相当するため、さらに**高電圧で作動させるためには、耐酸化性に優れた電解質と溶媒が必要。**

**セパレータ**
セルロース系が一般的。耐性および高温乾燥を求めると、ガラス繊維系も有望。
アラミド系も電解液とのなじみの良さで有望（含水率を如何に抑えるかがポイント）。

# NEXT GENERATION BATTERY

KISHIDA CHEMICAL

## 次世代蓄電池

### 研究開発用

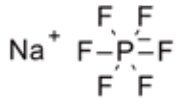
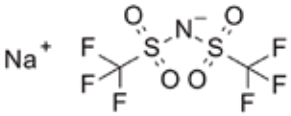
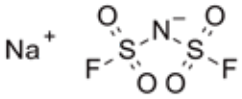
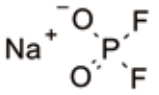
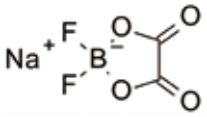
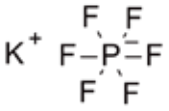
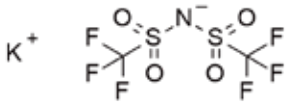
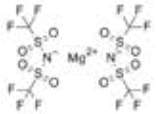
リチウム系次世代電池の電解液はリチウムイオン電池と同じ材料構成が利用されますが、電荷担体が変わる場合は電解質を変更する必要があります。

各金属種の電池に向けた高品質の電解質ラインナップを行うとともに、電解液のカスタムブレンドを通して皆様の研究に貢献します。

現在、ナトリウム、カリウム、マグネシウム、カルシウムの材料ラインナップを行っており、今後もラインナップの拡充とサービス向上に努めてまいります。



## 次世代蓄電池 Next Generation Battery — 電解質

| 製品名 | 略名［示性式］<br>構造式<br>CAS | 分子量<br>(g/mol) | 規格<br>水分値<br>(ppm) | 規格<br>純度<br>(%) | 容量 | 製品コード |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Sodium<br>hexafluorophosphate | ［$NaPF_6$］<br><br>21324-39-0 | 167.95 | ≦50 | ≧99.0 | 100g | MBG-75191 |
| Sodium<br>bis(trifluoromethanesulfonyl)imide | NaTFSI ［$NaN(SO_2CF_3)_2$］<br><br>91742-21-1 | 304.14 | ≦0.1% | ≧99.5 | 25g | MBG-53222 |
| Sodium<br>bis(fluorosulfonyl)imide | NaFSI ［$NaN(SO_2F)_2$］<br><br>100669-96-3 | 203.12 | ≦0.05% | ≧99.0 | 100g | MBG-75671 |
| Sodium<br>difluorophosphate<br>テスト販売品です。不溶解物を含みます。 | NaDFP ［$NaPO_2F_2$］<br><br>15587-24-3 | 123.96 | — | — | 25g | 060-Q0466 |
| Sodium<br>difluoro(oxalato)borate<br>テスト販売品です。不溶解物を含みます。 | NaDFOB ［$NaBF_2C_2O_4$］<br><br>1016545-84-8 | 159.82 | — | — | 25g | 060-Q0464 |
| Potassium<br>hexafluorophosphate | ［$KPF_6$］<br><br>17084-13-8 | 184.06 | ≦100 | ≧95.0 | 25g | MBG-61652 |
| Potassium<br>bis(trifluoromethanesulfonyl)imide | KTFSI<br><br>90076-67-8 | 319.24 | ≦100 | — | 25g | 060-64492 |
| Magnesium<br>bis(trifluoromethylsulfonyl)imide | $Mg(TFSI)_2$ ［$Mg[N(SO_2CF_3)_2]_2$］<br><br>133395-16-1 | 584.6 | ≦0.1% | — | 100g | MBG-48591 |
| Calcium<br>bis(trifluoromethylsulfonyl)imide | $Ca(TFSI)_2$ ［$Ca[N(SO_2CF_3)_2]_2$］<br><br>165324-09-4 | 600.37 | ≦0.1% | — | 25g | MBG-14732 |

## 次世代蓄電池 Next Generation Battery — 電解液

| 製品名 | 容量 | 容器 | 製品コード |
|---|---|---|---|
| 1 mol/L $NaPF_6$ PC | 100g | PE | MBG-00074 |
| | 500g | SUS | MBG-00073 |
| 1 mol/L $NaPF_6$ + 0.2 mol/L NaFSI / PC | 100g | PE | MBG-00219 |
| 1 mol/L $NaPF_6$ PC:DMC（1:1 v/v%） | 100g | PE | MBG-00103 |
| 1 mol/L $NaPF_6$ EC:PC（1:1 v/v%） | 100g | PE | MBG-00144 |
| | 500g | SUS | MBG-00272 |
| 1 mol/L $NaPF_6$ EC:DEC（1:1 v/v%） | 100g | PE | MBG-00079 |
| | 500g | SUS | MBG-00070 |
| 1 mol/L NaTFSI PC | 500g | PE | MBG-00049 |
| 1 mol/L NaTFSI AN | 500g | PE | MBG-00051 |
| 1 mol/L NaFSI DME | 100g | PE | MBG-00287 |
| 5 mol/L NaFSI DME | 100g | PE | MBG-00273 |
| 0.7 mol/L $KPF_6$ EC:DEC（1:1 v/v%） | 1kg | SUS | MBG-00268 |
| 0.5 mol/L $Mg(TFSI)_2$ DME | 100mL | PE | MBG-00160 |
| 0.5 mol/L $Ca(TFSI)_2$ AN | 100mL | PE | MBG-00055 |

## 金属カチオンの特徴

**駆動イオンとして用いられる金属イオンの特性**

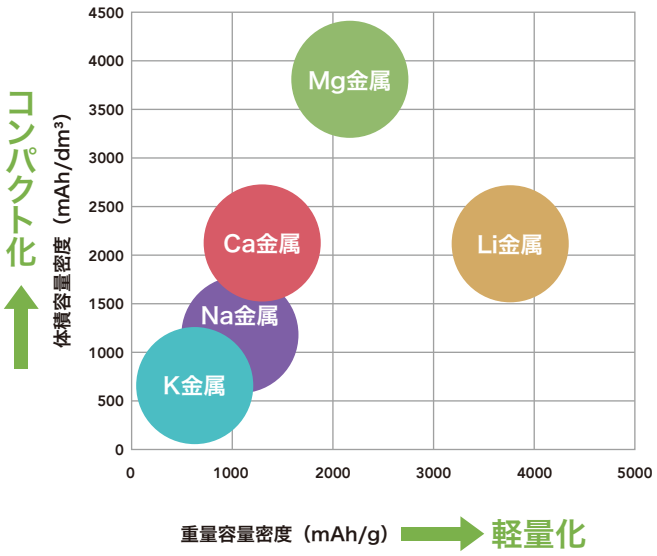
| | 価数 | 電池電圧（予測）/ V | イオン半径 Å | 埋蔵量 |
|---|---|---|---|---|
| Li | 1 | ≧3 | 0.60 | 20ppm |
| Ca | 2 | 2 ― 3 | 0.99 | 4.15% |
| Mg | 2 | 1 ― 2 | 0.65 | 2.33% |

標準電極電位（25℃）　$E_0$:酸化還元電位

イオン化傾向が大きい

| 電 極 | 電極反応 | $E_0$（V） |
|---|---|---|
| $Li^+$ \| Li | $Li^+ + e^- \Leftrightarrow Li$ | ― 3.045 |
| $Ca^{2+}$ \| Ca | $Ca^{2+} + 2e^- \Leftrightarrow Ca$ | ― 2.840 |
| $Na^+$ \| Na | $Na^+ + e^- \Leftrightarrow Na$ | ― 2.714 |
| $Mg^2$ \| Mg | $Mg^{2+} + 2e^- \Leftrightarrow Mg$ | ― 2.363 |

### MgはLiよりコンパクト化が図れる

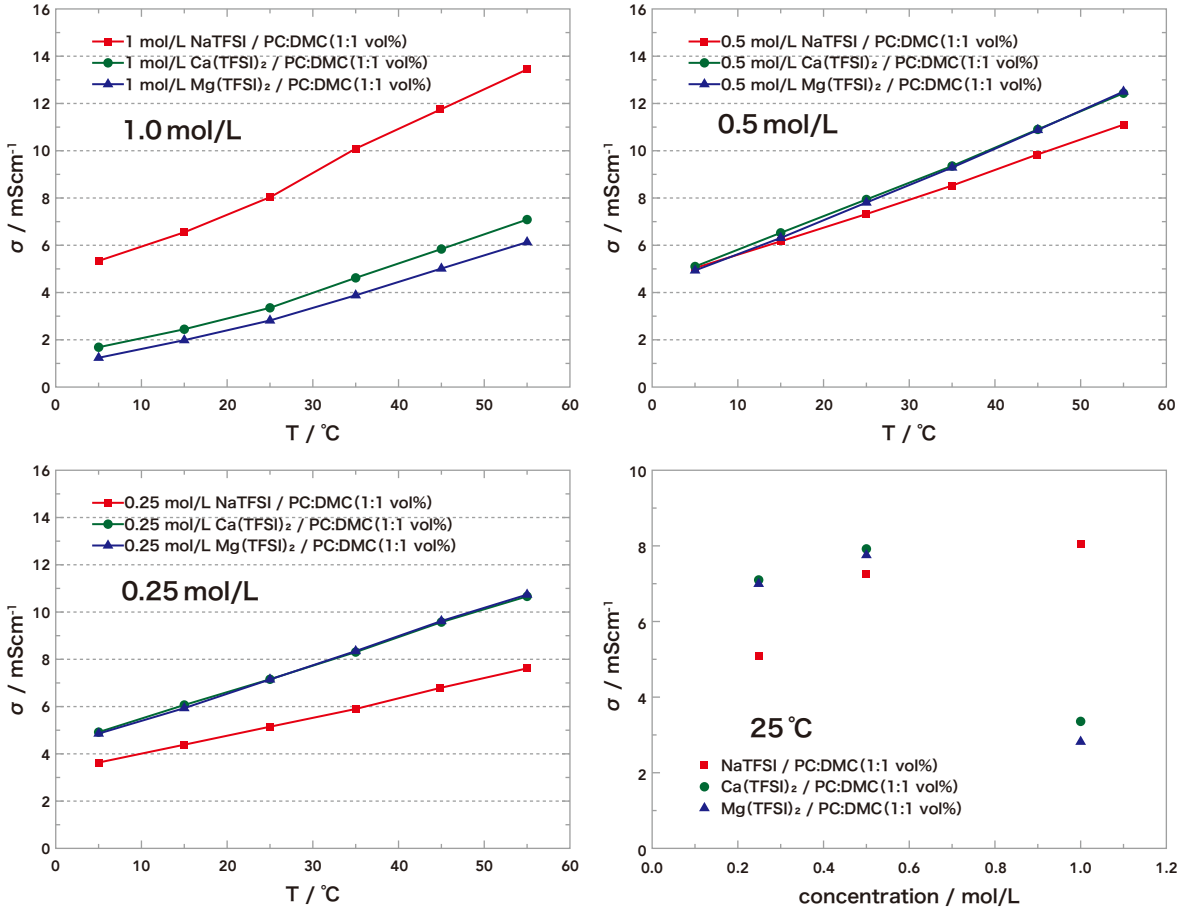



## 各溶媒に対する溶解性（電解液として）

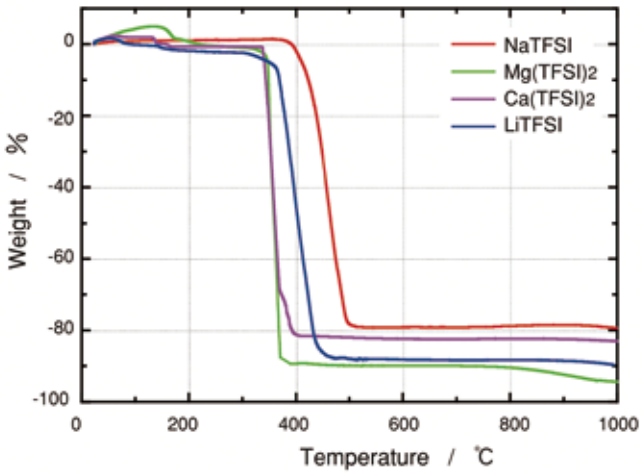
| 溶媒種 | $Mg(TFSI)_2$ | $Ca(TFSI)_2$ | NaTFSI |
|---|---|---|---|
| PC | ○ | ○ | ○ |
| DMC | ○ | ○ | ○ |
| DME | ○ | × | ○ |
| GBL | ○ | ○ | ○ |
| DOL | × | × | ○ |
| AN | ○ | ○ | ○ |
| MA | ○ | ○ | ○ |
| MP | ○ | ○ | ○ |
| DMF | ○ | ○ | ○ |

○は 1 mol/L 濃度を示す

## 金属カチオンの特徴




## TFSI系電解質の熱分解挙動

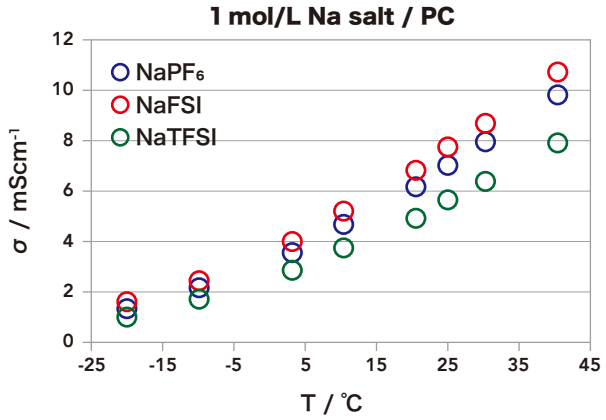



### 分解温度の順列（高い順）

NaTFSI ＞ LiTFSI ＞ Mg(TFSI)₂, Ca(TFSI)₂

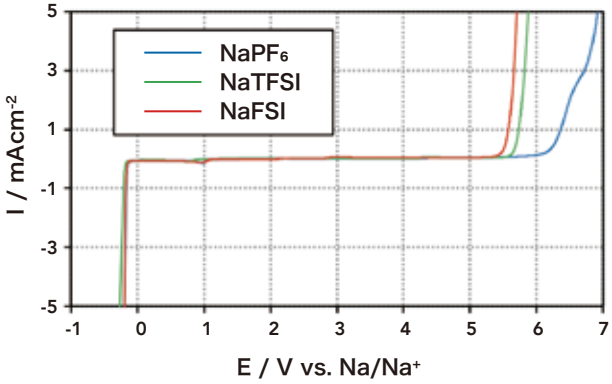
## イオン伝導度

1.0 mol/L Na salt / PC, 25°C
$NaPF_6$ 7.0 mS/cm
NaTFSI 5.6 mS/cm
NaFSI 7.7 mS/cm




## LSV

作用極：Pt
対極：金属 Na
参照極：金属 Na
掃引速度：5 mV/sec
電解液：1.0 mol/L Na salt / PC




## セパレータの濡れ（1.0 mol/L $NaPF_6$ PC）



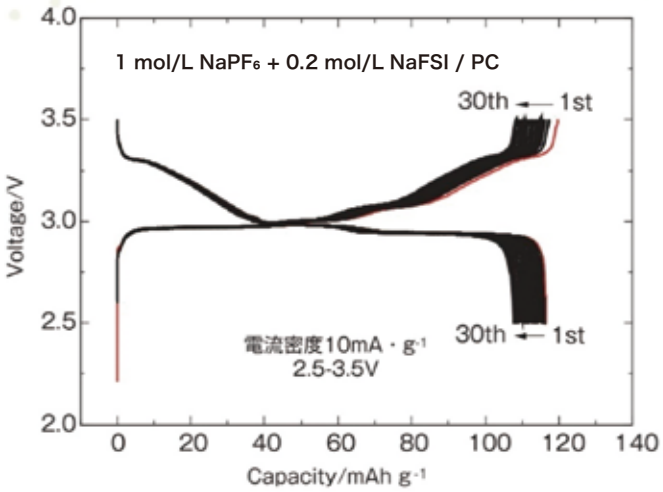
グラスファイバー　セルロース　PTFE　アルミナコートPE　PE

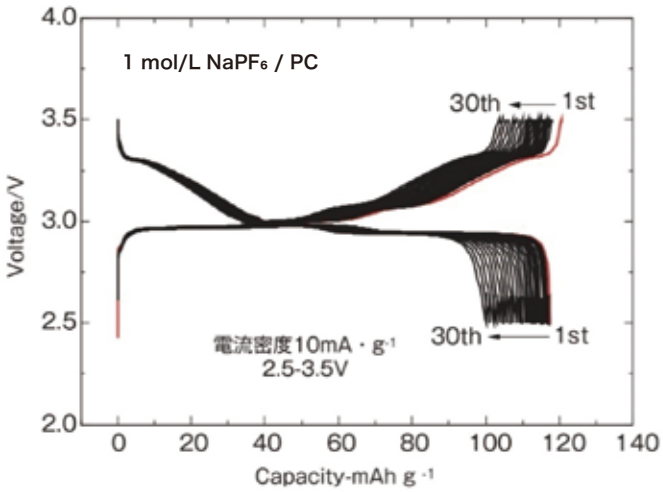
## 電解液と金属ナトリウムの接触試験（1週間）

| Salt | 1.0 mol/L $NaPF_6$ | 1.0 mol/L $NaPF_6$ | 1.0 mol/L $NaPF_6$ | | 1.0 mol/L $NaPF_6$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Solvent | TFEP | PC | PC:TFEP 3:7 v/v% | | PC:TFEP 1:1 v/v% | |
| FEC | — | — | — | 2 wt.% | — | 2 wt.% |
| 外観 |  | | | | | |

## 充放電曲線
*The charge-discharge curve*

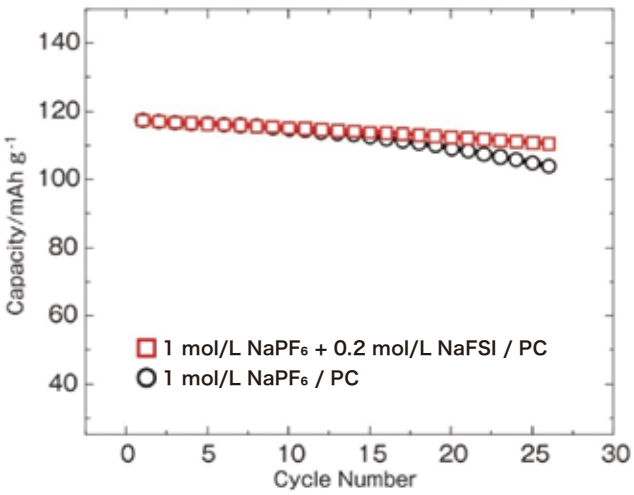
$NaCrO_2$ / Na half cell



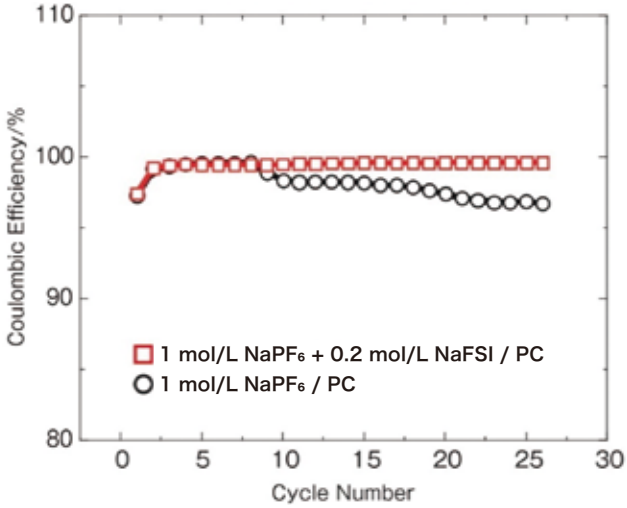

## サイクル特性
*Cycle characteristic*

$NaCrO_2$ / Na half cell




## クーロン効率
*Coulombic efficiency*

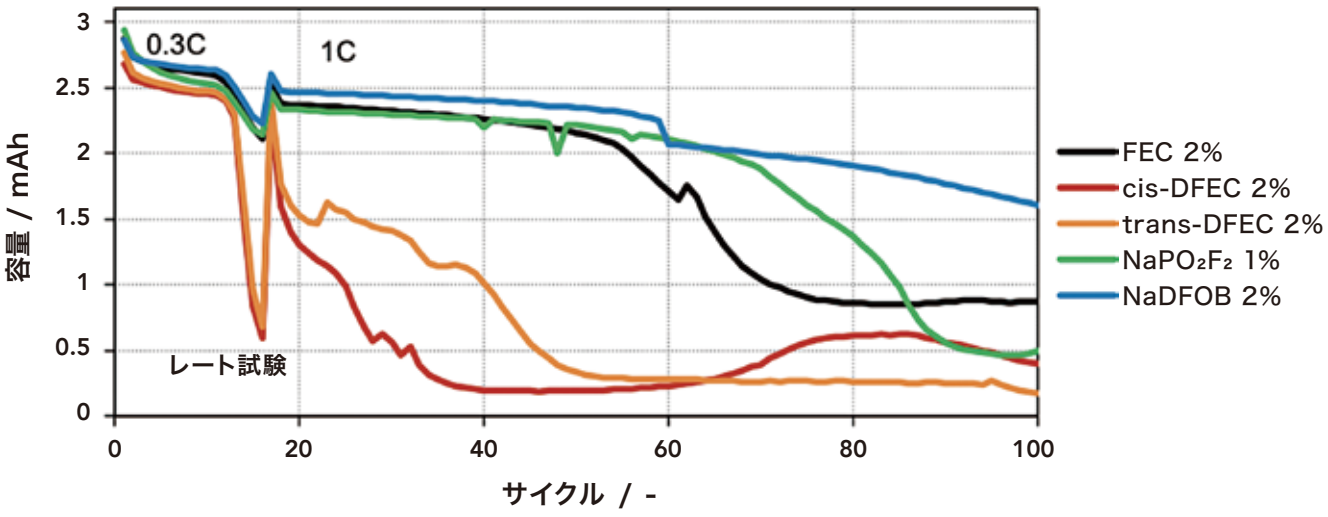
$NaCrO_2$ / Na half cell

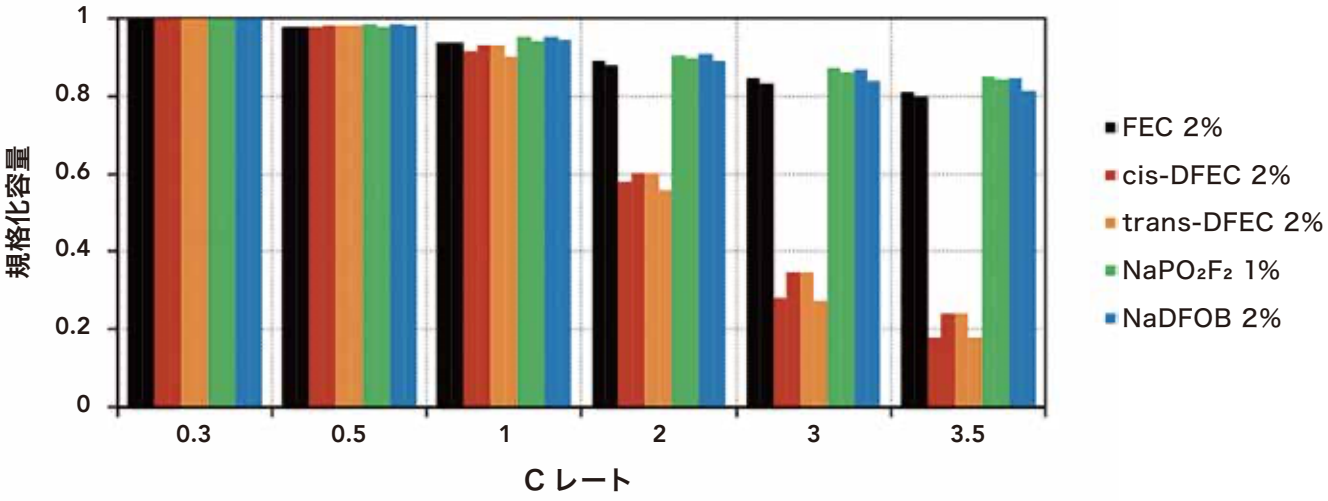



充放電試験の結果は、東京電機大学の藪内直明先生（現横浜国立大学 教授）よりご提供いただきました。

## サイクル特性

正極：NiFeMn 層状酸化物，負極：ハードカーボン
電圧：2.7 – 4.2V
電解液：1.0 mol/L $NaPF_6$ / PC:DEC 1:1（v/v%）＋添加剤



# SOLAR CELLS

KISHIDA CHEMICAL

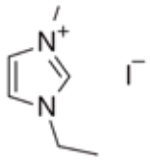
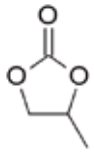
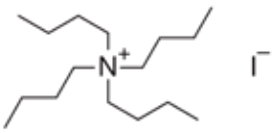
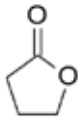
## 太陽電池

### 研究開発用

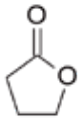
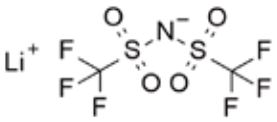
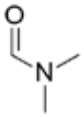
非水系二次電池に使用される材料は、太陽電池にも利用されています。
当社では、色素増感太陽電池やペロブスカイト型太陽電池に使用される電解質、溶媒、ドーパントなどを取り扱っております。

また、太陽電池にご活用いただける電解液や調整液のカスタムブレンドも対応を進めてまいります。

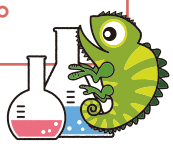
## 色素増感太陽電池 — カスタムブレンド実績

| 電解質 | | 溶媒 | |
|---|---|---|---|
| EMI-I |  | PC |  |
| TBA-I |  | GBL |  |
| Other | | AN |  |

## ペロブスカイト太陽電池 — 溶媒、ドーパント取り扱い一例

| 溶媒 | | ドーパント | |
|---|---|---|---|
| GBL |  | LiTFSI |  |
| DMSO |  | その他 Li 塩 | |
| DMF |  | その他 TFSI 塩 | |

新型デバイスの研究開発、事業化にご利用いただけるよう、
ラインナップ拡充やカスタムブレンド対応を進めてまいります。



MEMO

KISHIDA

## キシダ化学株式会社


本　　社　〒540-0029　大阪市中央区本町橋3-1
TEL（06）6946-8134　FAX（06）6946-8135

東京支店　〒135-0007　東京都江東区新大橋2-11-8
TEL（03）5625-5591　FAX（03）5625-5592

つくば事業所　〒300-0326　茨城県稲敷郡阿見町大字星の里13-2
TEL（029）833-6011　FAX（029）833-6012

沼津出張所　〒410-0059　静岡県沼津市若葉町11-31-107
TEL（055）926-6711　FAX（055）926-6712

福岡営業所　〒812-0068　福岡県福岡市東区社領2-21-6　4号室
TEL（092）622-0422　FAX（092）621-8954

山口営業所　〒745-0006　山口県周南市花畠町9-8　イーリスビル1F
TEL（0834）22-3177　FAX（0834）22-2625

徳島工場　〒771-1506　徳島県阿波市土成町土成字殿開82-4
TEL（088）695-5052　FAX（088）695-5054

https://www.kishida.co.jp
shiyaku@kishida.co.jp


代理店


掲載製品の仕様・価格等は予告なく変更する場合や取扱いを中止する場合がございますのでご了承ください。