地球を守る：液体材料化学による蓄電池革新

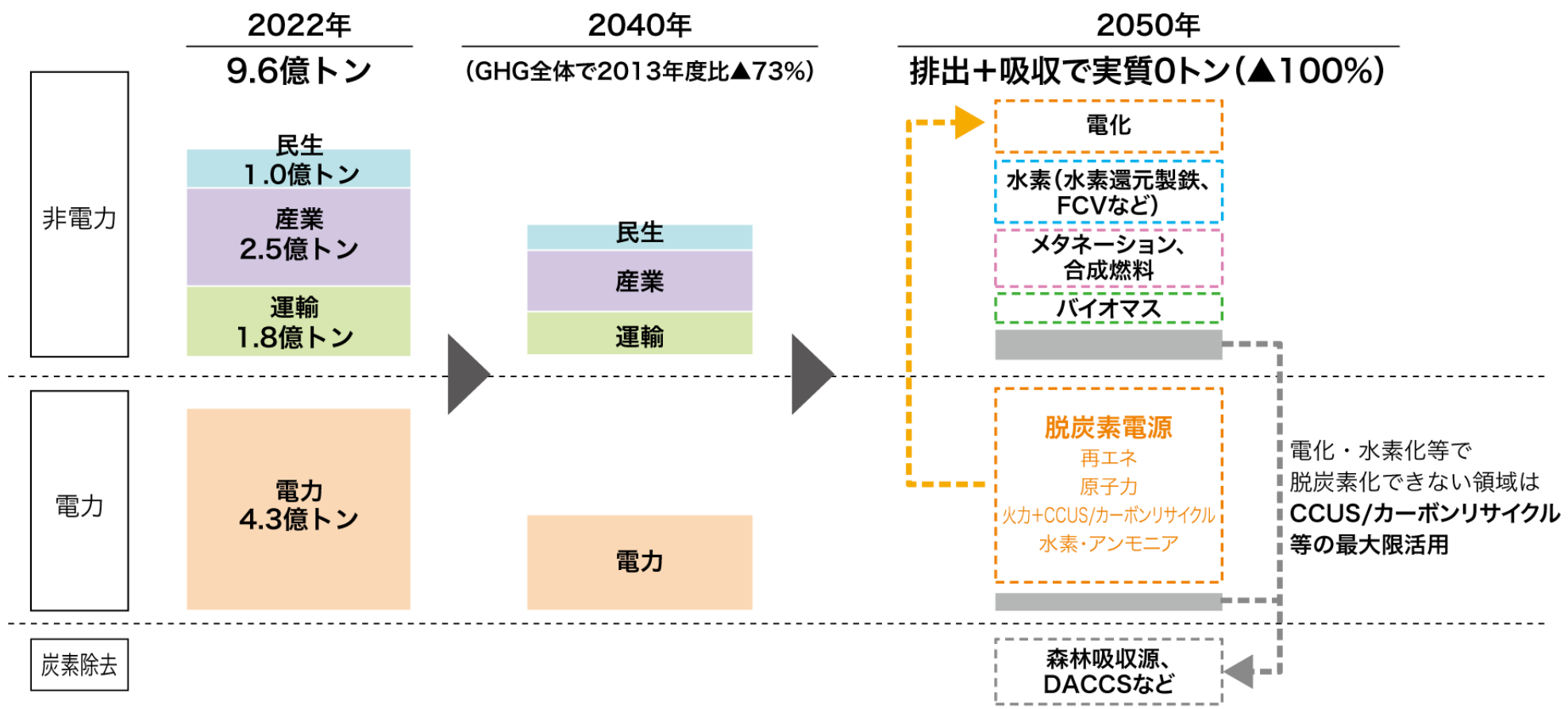
山田　裕貴

大阪大学　産業科学研究所　教授

2026年11月13日　CIGS・大阪大学産業科学研究所シンポジウム「新産業立国へ」

カーボンニュートラルの鍵を握るのは蓄電池

日本の温室効果ガス排出量



- 発電量が不安定な再エネを活用
- 自動車(運輸)を電化

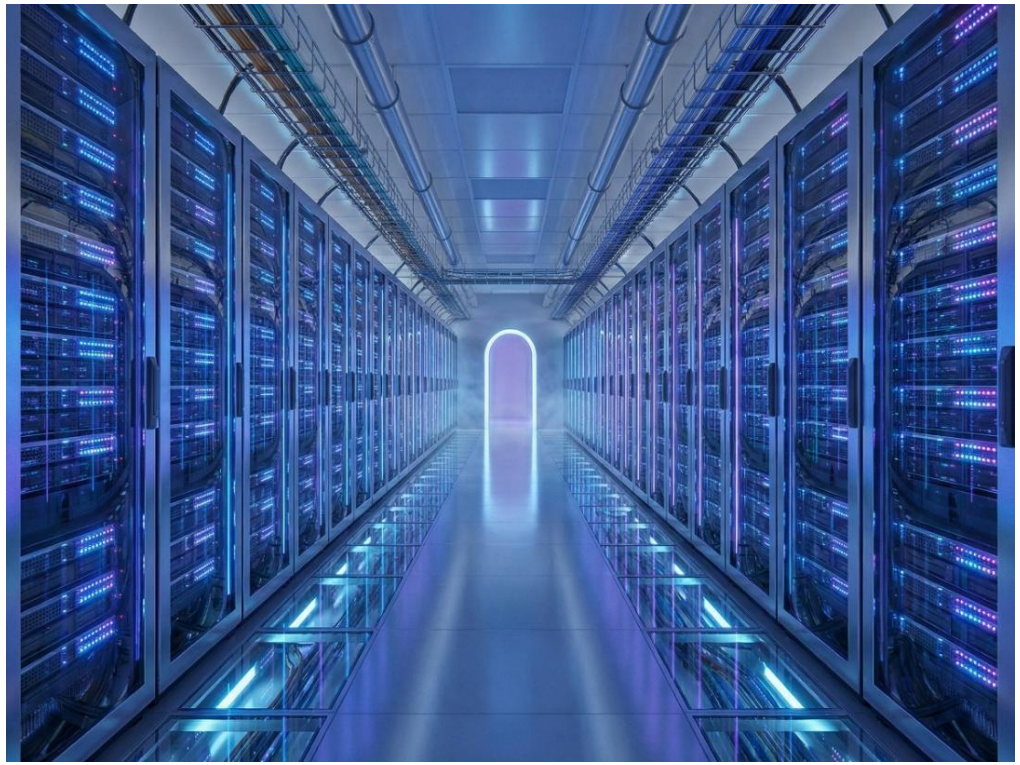
ともに蓄電池が必要

資源エネルギー庁資料:https://www.enecho.meti.go.jp/about/pamphlet/energy2024/04.html

蓄電池は次世代インフラでも必須

AIデータセンター

・必要電力が大きく変動
・瞬間停電は大問題



必要な時に蓄電池から放電

飛行用途（ドローン・HAPS）

・長い距離・時間を飛ぶ必要

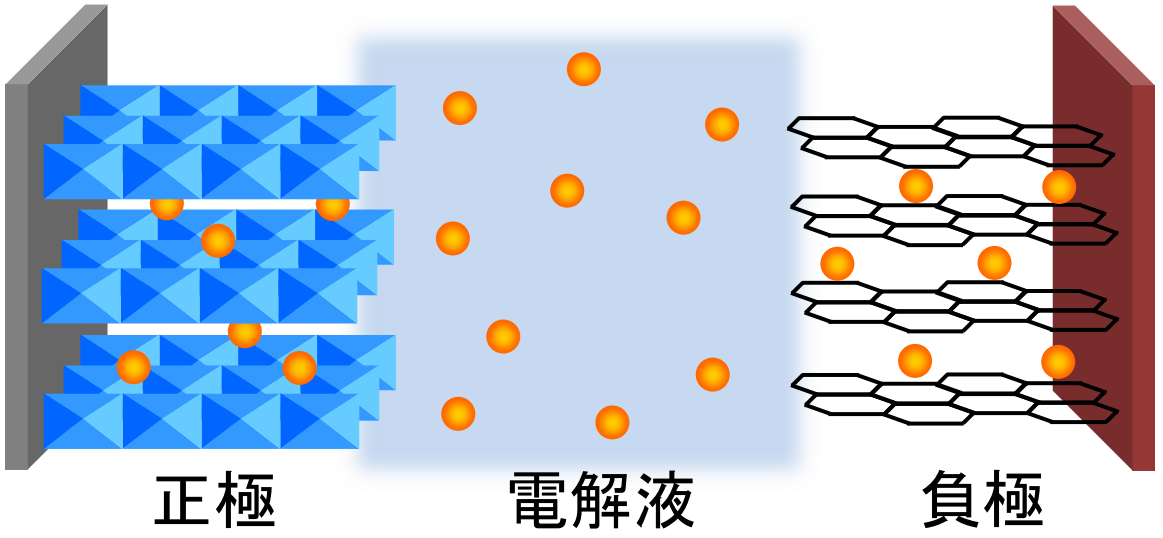
HAPS: 成層圏通信プラットフォーム（空飛ぶ基地局）



蓄電池が航続距離・時間を決定

どのような蓄電池が求められている？

- 高エネルギー密度
  →リチウム金属負極の採用
- 安全性
  →燃えない
- 長寿命
  →充放電で劣化しない
- 資源制約の低減
  →リチウムから脱却、ナトリウムへ



蓄電池分野は「固体」の研究者を中心に発展

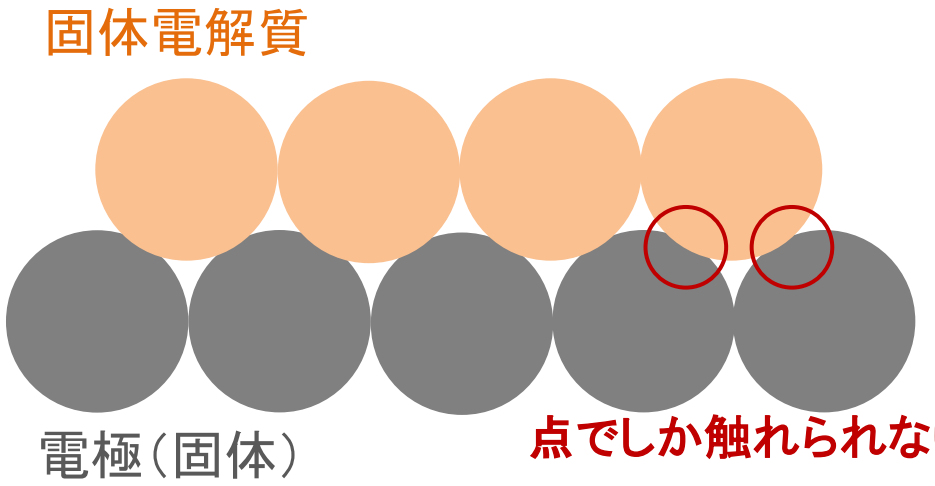
リチウムイオン電池の電解液は
30年以上ほとんど変わっていない

課題解決の鍵は電解液

なぜ今、「液体」に着目するのか？

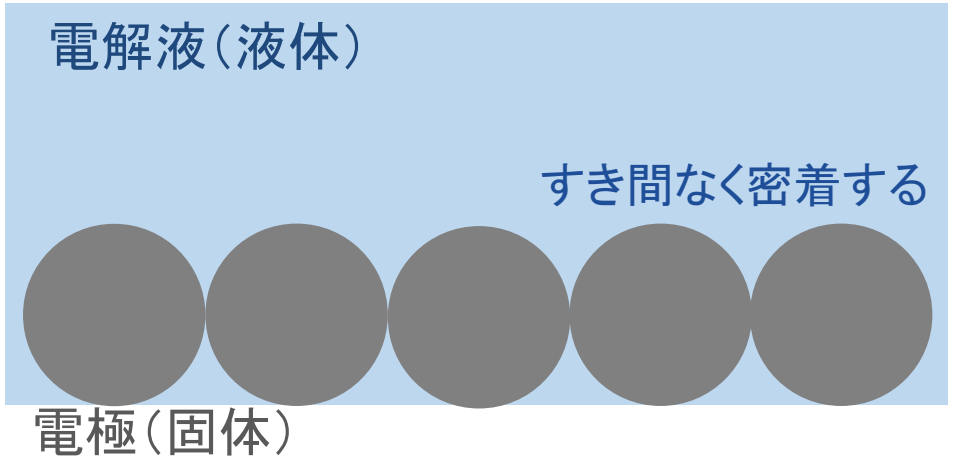
固体どうしは、うまく接触できない。液体は、ひとりでになじむ

全固体電池



イオンが動きにくく、強い加圧が必要

液系電池



加圧しなくても、イオンがスムーズに動く

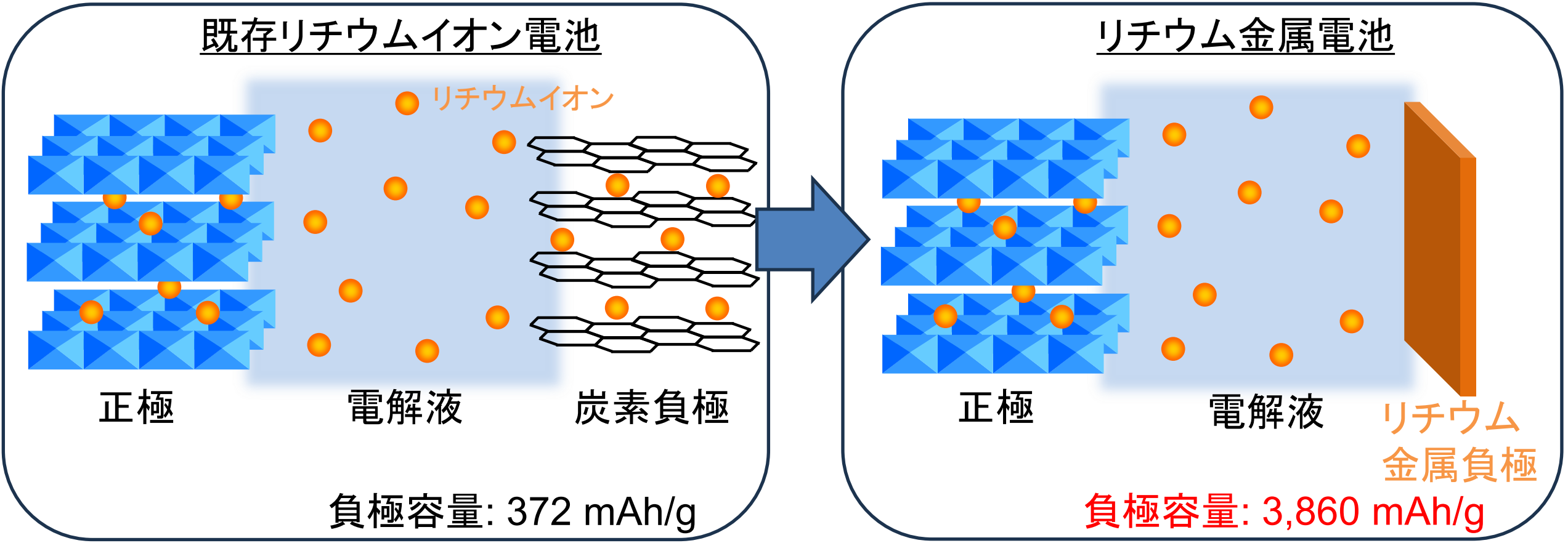
電解液（液体）は「素性」の良い材料

我々の方針：　固体電解質を代替できる電解液（液体）を作る

高エネルギー密度化へ

リチウム金属負極の採用

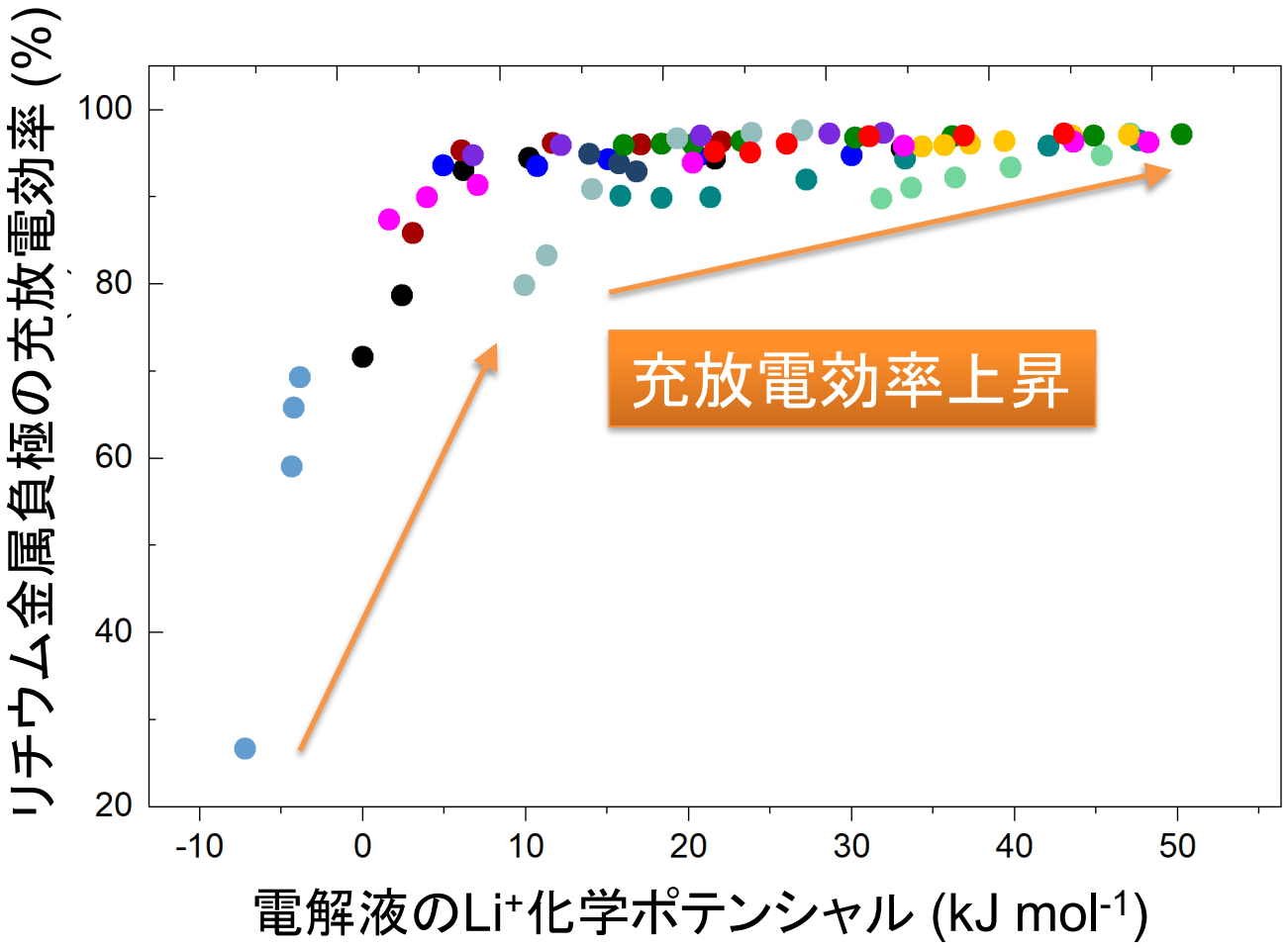
全固体電池が高エネルギー密度と言われるのは、リチウム金属負極の採用を前提としているため



実用化に向けた問題：　充放電効率が低い

充放電効率を決める電解液側要因を発見

70種類以上の様々な電解液で相関性を調査



構造の決まらない「液体」を設計する科学

- 電解液を「数値」で設計
- 新電解液を効率的に探索可能
- 既に有望な新電解液を開発

JST ALCA SPRING

ALCA SPRING
Specially Promoted Research for Innovative Next Generation Batteries

科研費学術変革領域研究(B)

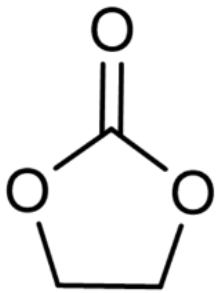
学術変革領域研究B
活イオン液体の科学

S. Ko et al., and Y. Yamada, ***Nature Energy***, 7, 1217 (2022)
Y. Kondo et al., and Y. Yamada, ***Advanced Materials***, 38, e14060 (2026)

高安全化＆長寿命化へ

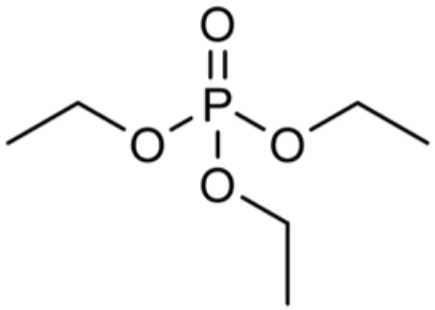
燃えない、充放電で劣化しない新溶媒を一から設計・合成

我々のアイディア：　機能的な分子構造を取り入れることで、新たな機能付与

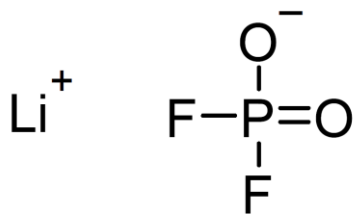


既存溶媒
（30年以上使われている）

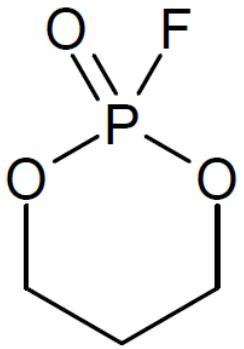
✓ 正常な充放電ができる
× 燃える
× 高温・高電圧で劣化



✓ 難燃性



✓ 高温・高電圧耐性



新溶媒

✓ 正常な充放電ができる
✓ 難燃性
✓ 高温・高電圧耐性

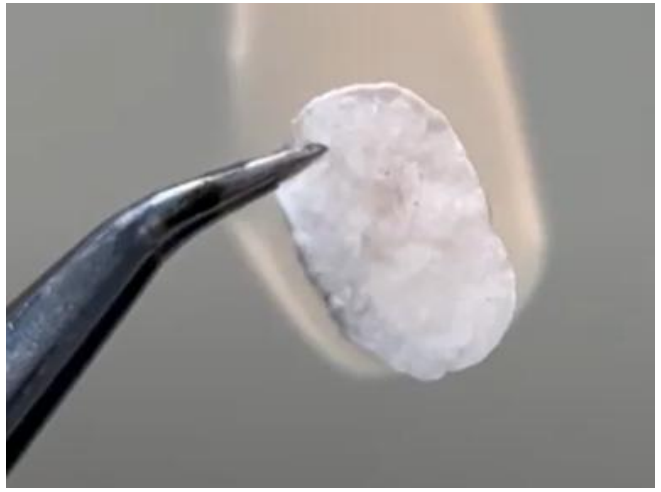
試薬メーカーでは売っていないもの

燃えない、劣化しない新溶媒

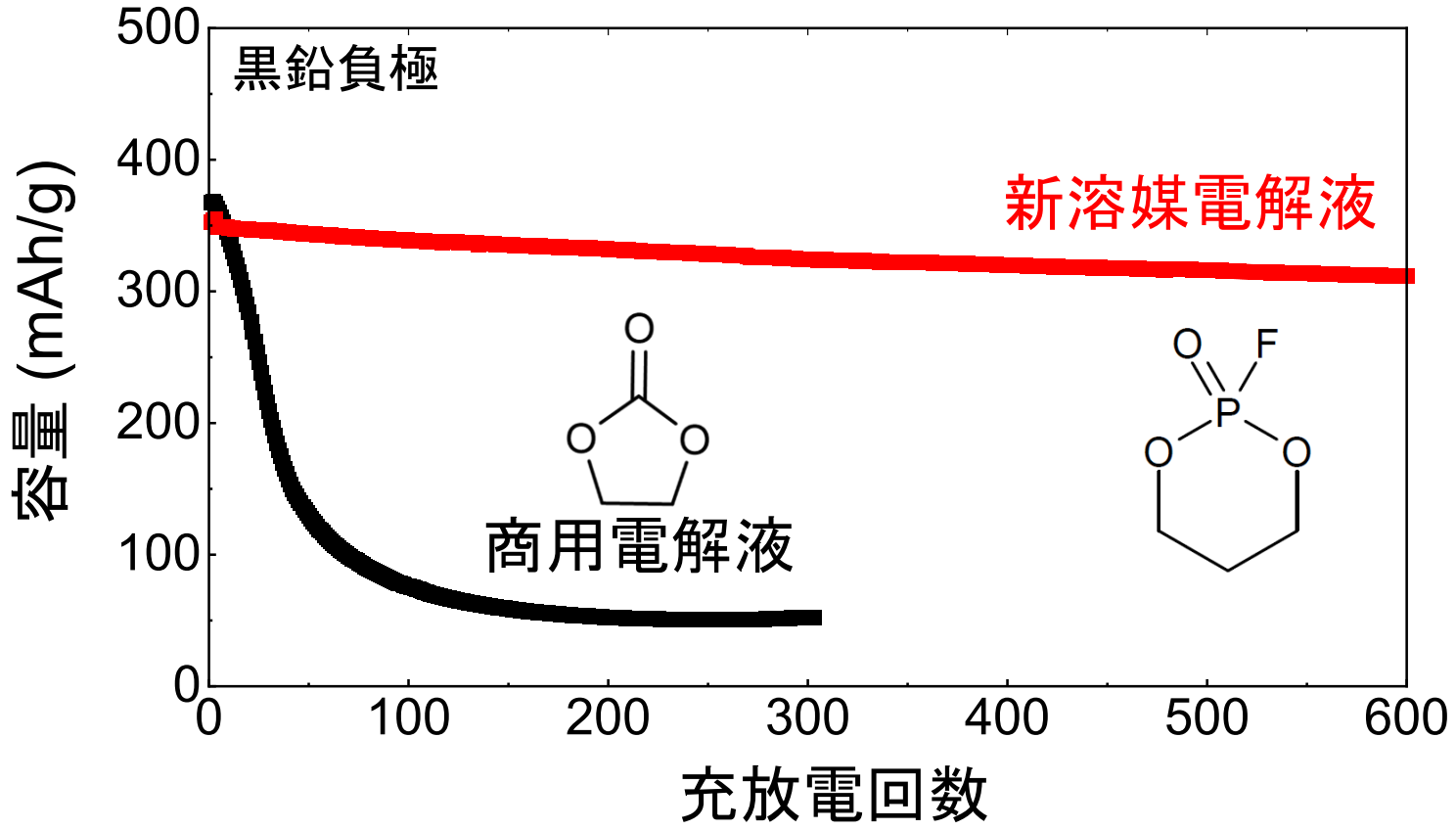
新溶媒電解液



商用電解液



劣化が促進される70°Cで充放電試験



安全、長寿命、作動温度範囲の広い液系リチウムイオン電池

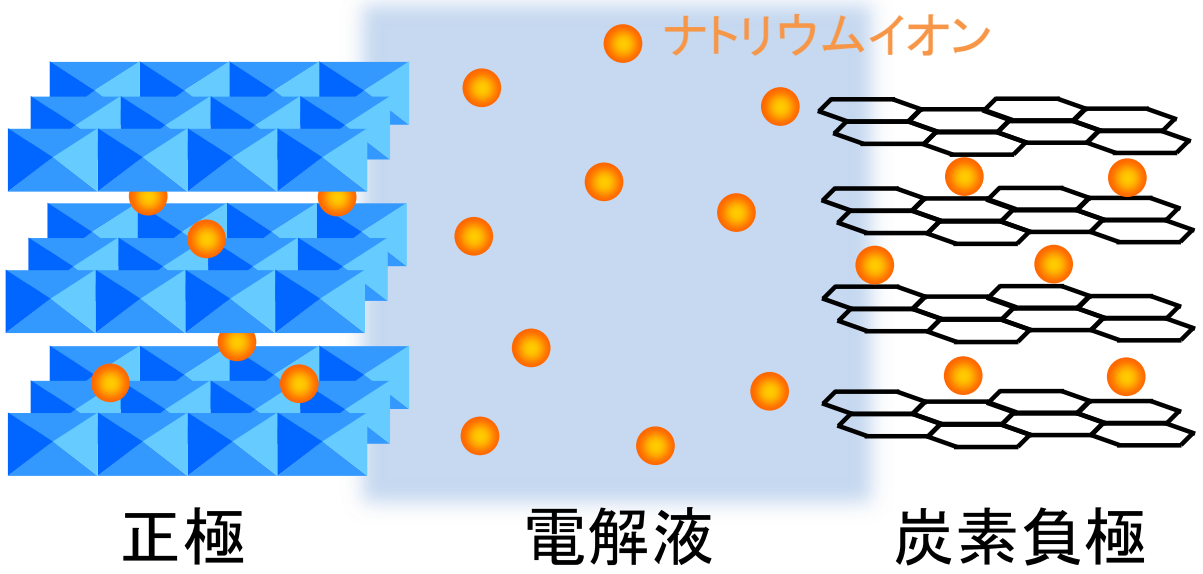
JST GteX

GteX Green Technologies of Excellence

資源制約の低減

リチウムから脱却、ナトリウムへ

ナトリウムイオン電池



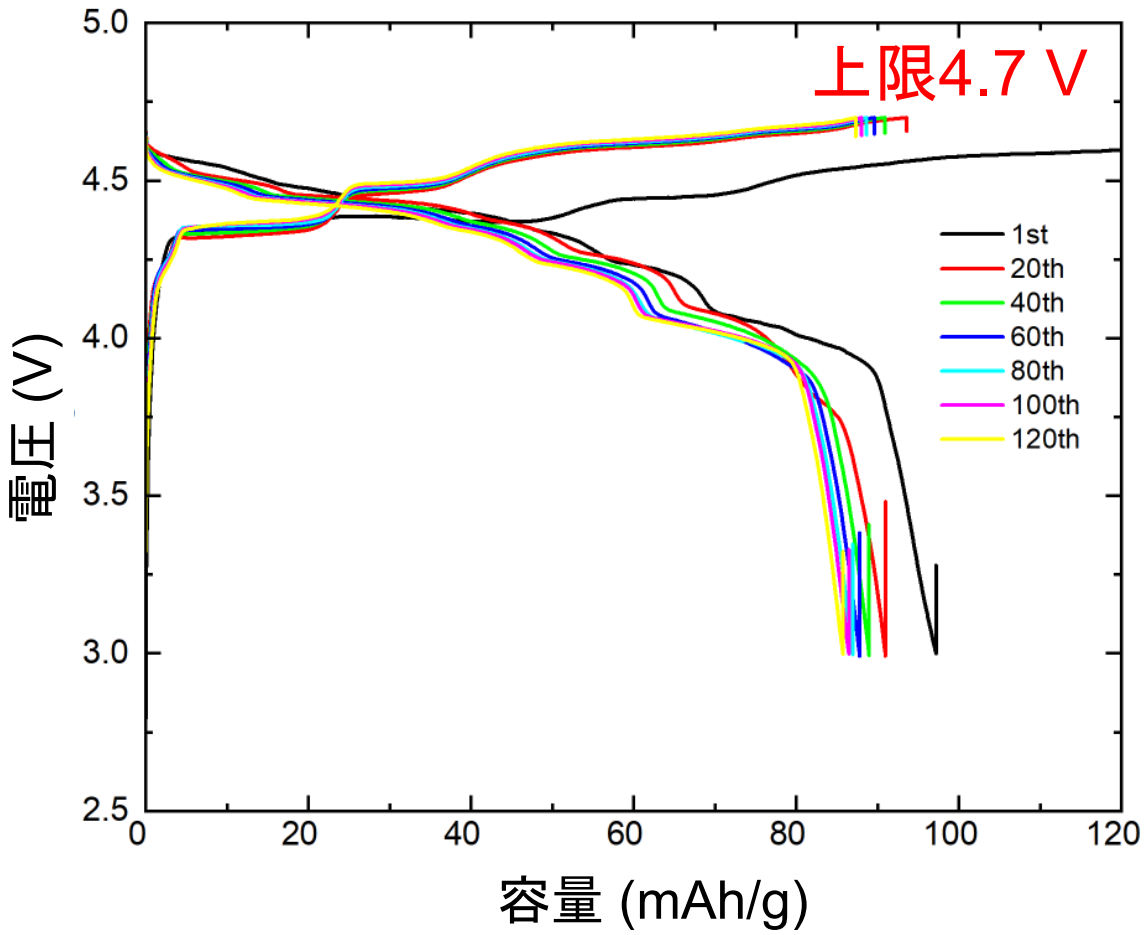
リチウム：産出地が偏在
ナトリウム：海水から採取可能

問題：電圧が低い
寿命が短い

リチウムイオン電池の代替には至っていない

ナトリウムイオン電池の高電圧化

電解液の構造を制御して、耐電圧性を付与

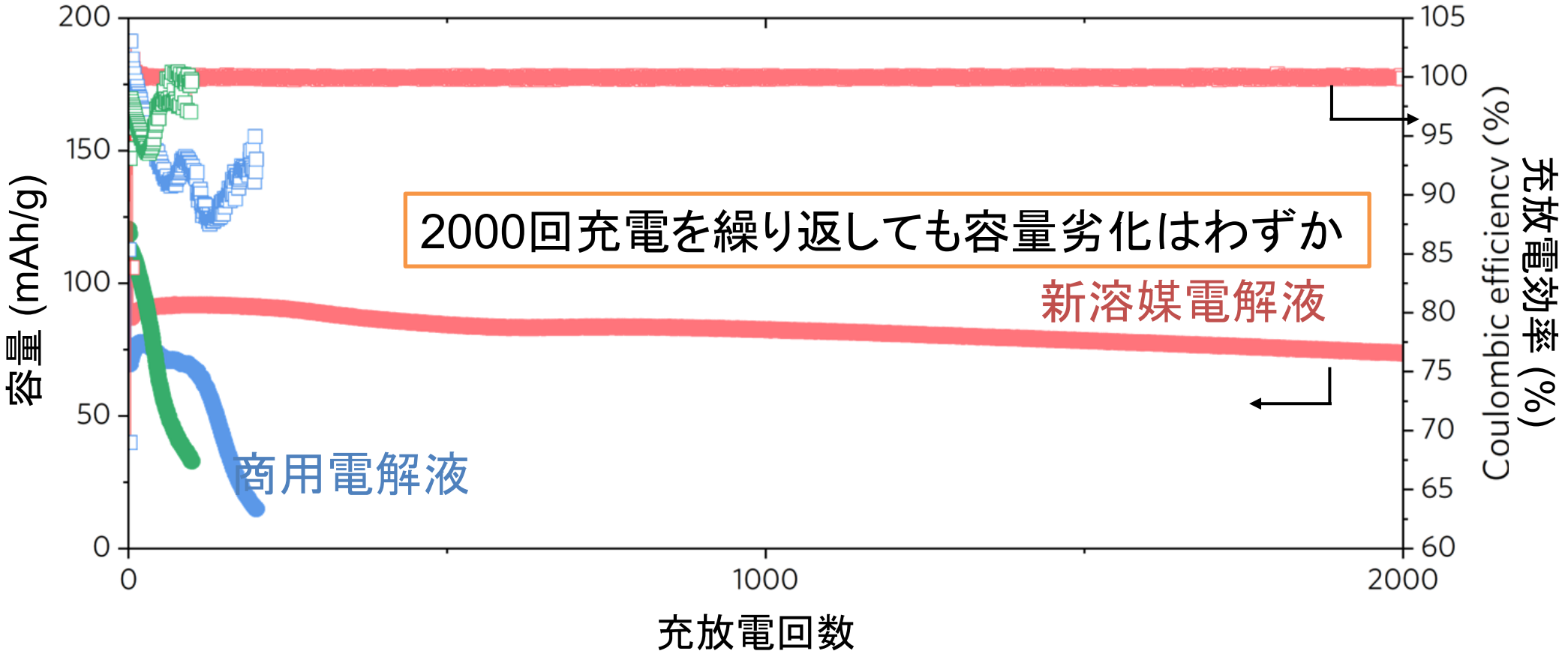


ナトリウムイオン電池の電圧を
リチウムイオン電池（4.3~4.5 V程度）
以上まで引き上げ可能

リチウムイオン電池の代替が現実的に

ナトリウムイオン電池の長寿命化

ナトリウムに適した新溶媒の設計・合成



安くていつまでも繰り返し使える蓄電池

電池が変われば、社会が変わる

カーボンニュートラル

電気自動車



- 高エネルギー密度
  →長距離OK
- 長寿命（劣化しない）
  →価値が落ちない
- 資源制約フリー
  →普及を後押し

再エネ活用



- 高安全・長寿命
  →安心して長期間使える需給調整用電池

より便利な社会へ

飛行用途



- 高エネルギー密度
  →長距離・長時間OK
  →HAPSの実現

  成層圏通信プラットフォーム
  （空飛ぶ基地局）

AIデータセンター



- 高温耐性・長寿命
  →急増する電力需要を長期間支える蓄電池

「高性能」かつ「安価」な蓄電池を「長く・安全に」使えることが、「地球を守る」最大の環境対策

最も上流にあり日本の勝ち筋になる「材料」科学で蓄電池産業を支える