

材料イノベーション

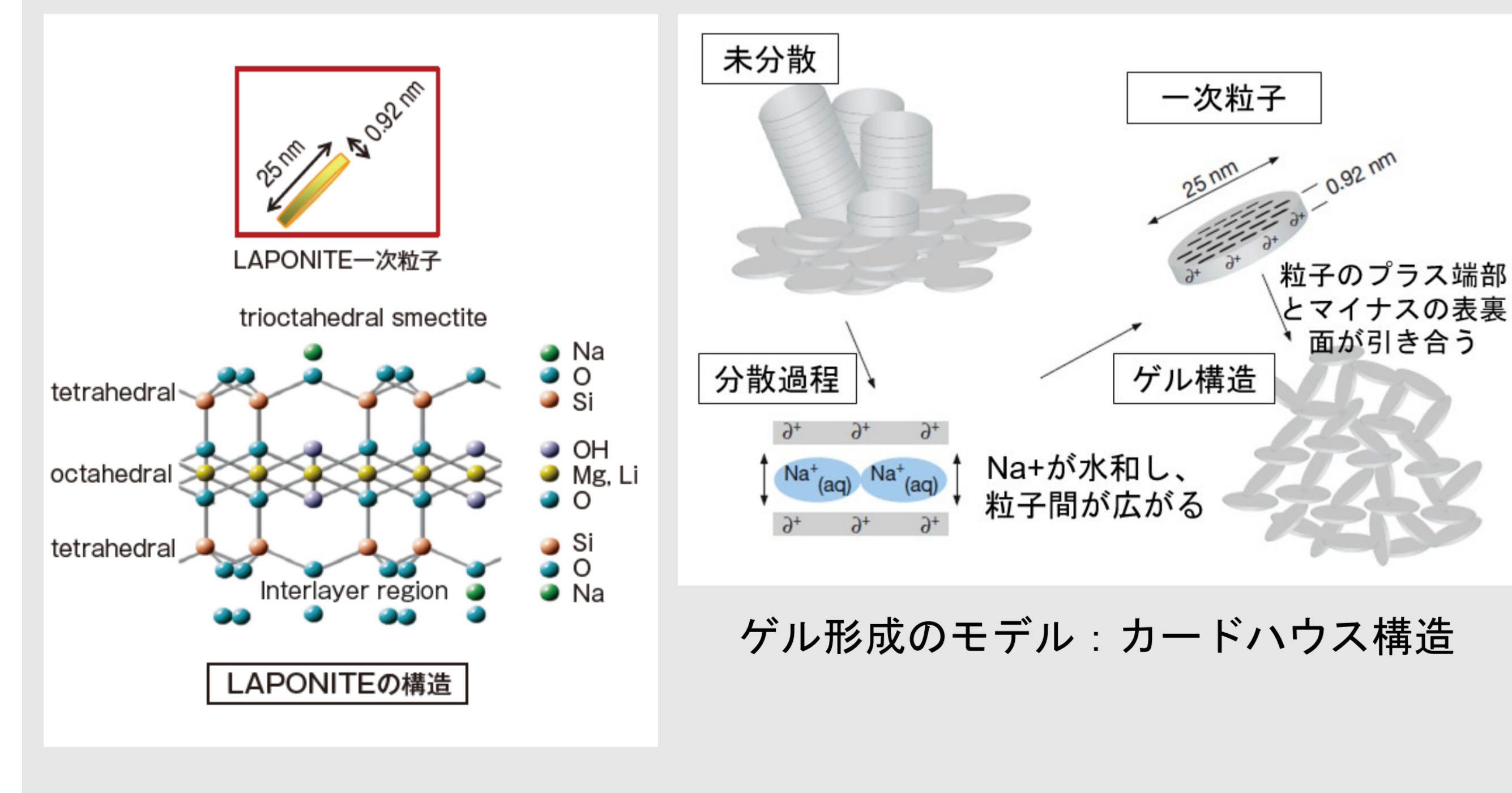
LAPONITE 無機系ゲル材料による新たな価値の提供

ビックケミー・ジャパン株式会社
イノベーション ディベロプメント
2020.01

塗料やホームケア、医療など各分野で「LAPONITE」を用いた研究が進められている。LAPONITEは合成の層状ケイ酸塩である。天然物であるクレイ（粘土）は古くから人類になじみのある材料である。焼き物の原料や粘性付与剤、泥パックなど使用は多岐にわたるが、そのユニークな特性の活用は先端医療などの分野でも多くの利便性をもたらすと思われる。

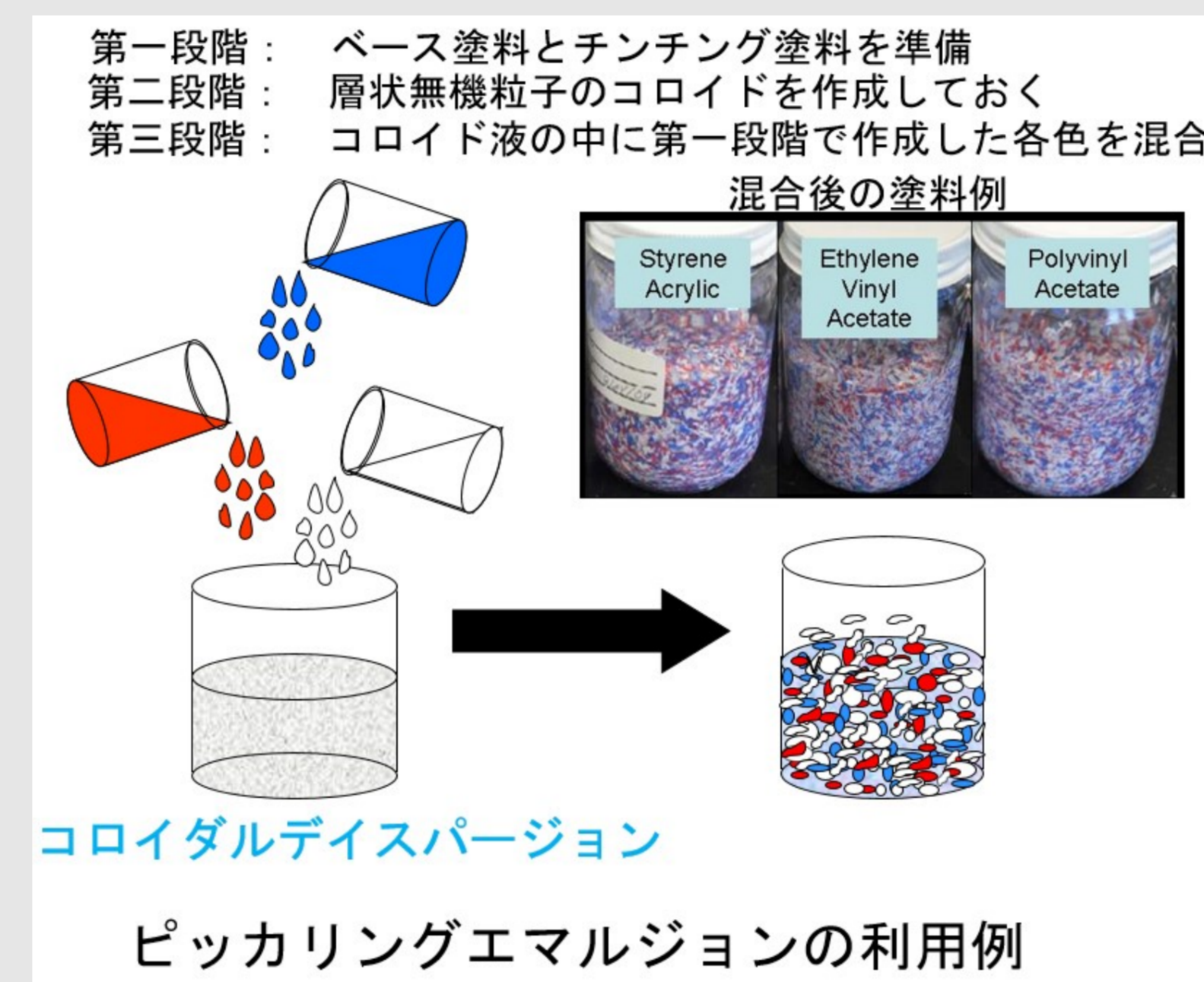
LAPONITEの製法と構造

基本的には2つの四面体構造（4つのケイ素を含む）に八面体構造（6つのマグネシウムを含む）が挟まれた層状の構造をなす。実際にはいくつかのマグネシウムが一価のリチウムイオンで置換され、空孔が存在し図中に示した実験式となる。ユニットセル当たり0.7の負の電荷を持つことになるが、製造時にナトリウムイオンが結晶表面に吸着され電気的に中和される。結晶は隣接している結晶との間（中間層）でナトリウムイオンを共有した形で、上下方向での静電的結合により積み重なる。結晶上下表面には50～55 mmol/100gの負の電荷がある。一方、結晶周辺部（円盤の周り）には4～5 mmol/100gの正の電荷を有する。この電氣的偏りがユニークなレオロジー特性を系にもたらす。粉の状態のLAPONITEを水道水で分散させれば、ナトリウムイオンが水和し、膨潤した構造を形成する。

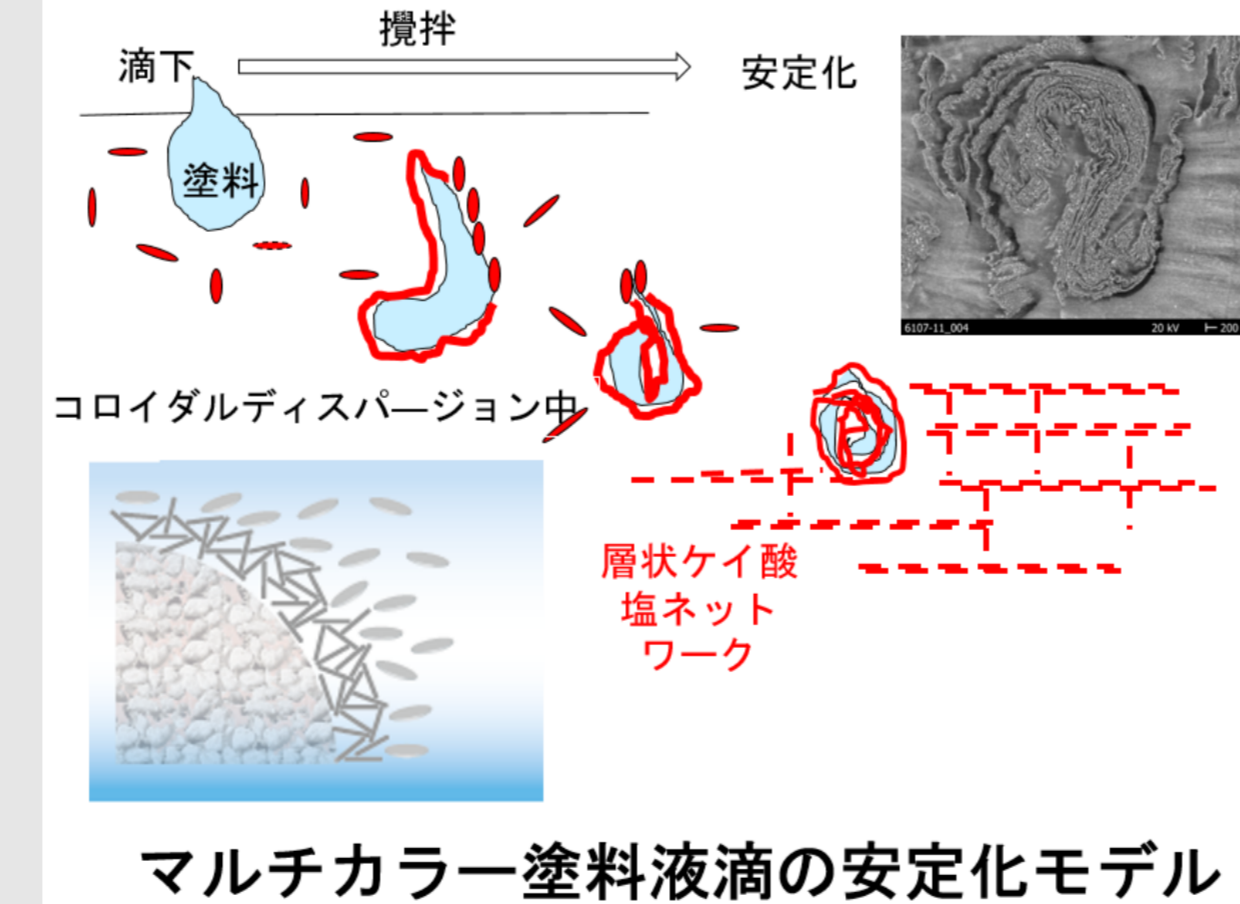


ピッカリングエマルジョンの形成

他の材料にはない特徴を紹介したい。水-水相のエマルジョン状態を作ることができる、いわば水相で水相をカプセル化することができる。通常のエマルジョンが乳化剤を用いて、水相中の油相、あるいは油相中の水相であるのと異なる。塗料での例が分かりやすい。



白・赤・青など単一の色の塗料を作っておき混合する。通常は攪拌により混ぜてしまいグレーなど混合した色になる。ところがLAPONITE等を用いた系では、各色が混ざらずそれぞれの色が液滴として共存する²⁾。写真にあるようにマール状となる。日本では多彩模様、海外ではマルチカラーと呼ばれ、建築では大理石調の仕上がりとなる。これは、次のようなメカニズムが考えられる。



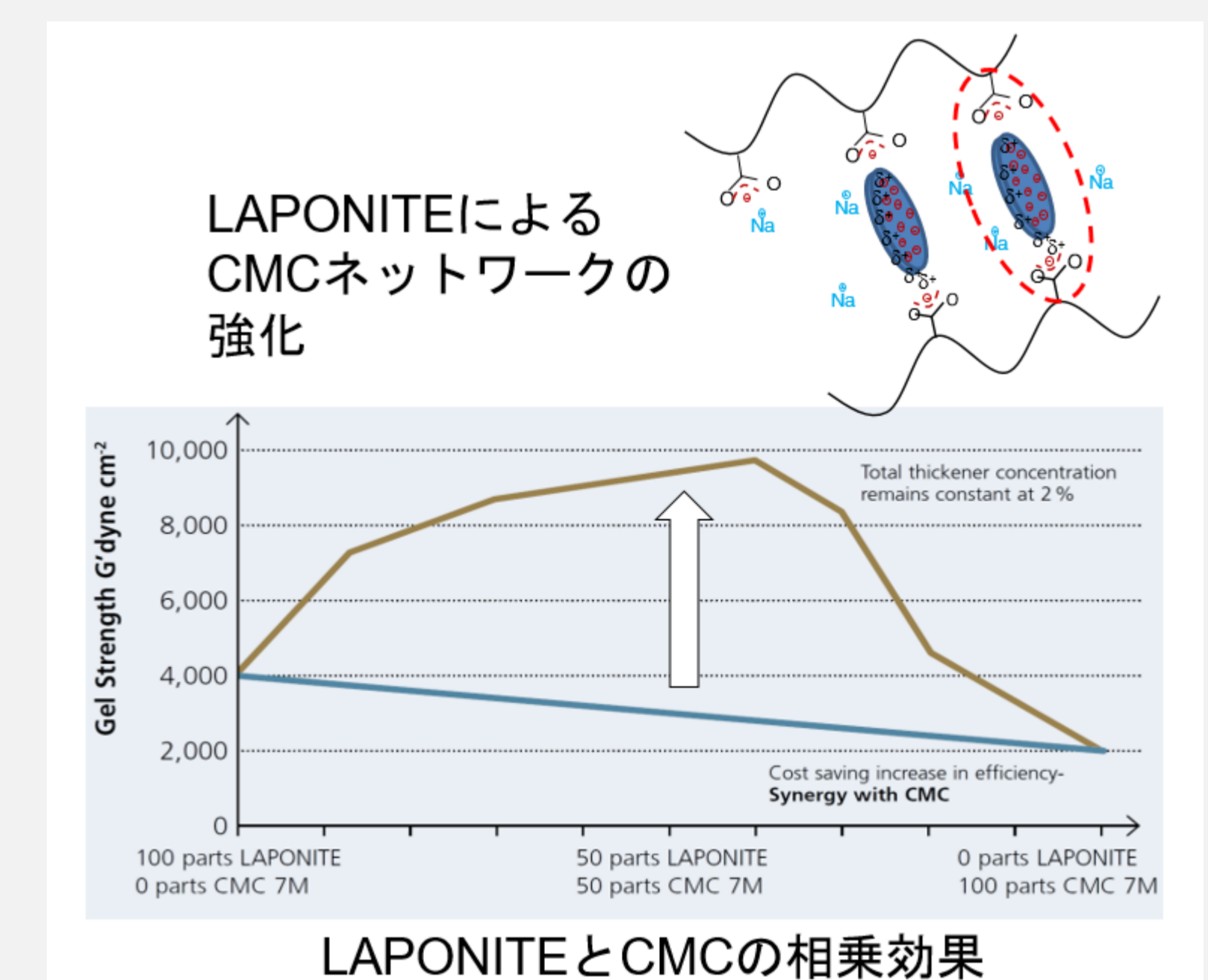
加えられる液滴も、マトリクスとともに層状ケイ酸塩が配合されている。滴下された液滴は攪拌により、ひも状に引き伸ばされ、やがてちぎれる。ちぎれた液滴は球状の粒として安定化される。このサンプルを急速凍結させ、電子顕微鏡写真で見ると³⁾、ちょうどパイ生地を重ねた洋菓子のような形状をしている。液滴内の組成はマトリクスとは隔絶される。このようにLAPONITEは乳化剤（有機系）を用いず、なおかつ水相-水相を分かちユニークな状態をもたらす。紹介したのは塗料での例であるが、水溶性の薬剤などを拡散することなく閉じ込め、局所的に高濃度のカプセル化が期待できる。

ホームケア・医療分野・バイオ分野での検討

LAPONITEの円盤上下面の負電荷、円盤端部の正電荷、アスペクト比が大きく比表面積が大きい、水に少量添加でゲルを形成、四面体・八面体層状構造およびゲル構造に大きな空間（隙間）を有するなどの特性が利用されている。先のピッカリングエマルジョンで紹介したように、せん断力がかけられない状態では固体のようにふるまう水系ゲルを形成するので、塗布・注入したところにとどまる。ホームケア・ハウスホールド、再生医療、ドラッグデリバリー、ヒト組織工学、細胞接着・増殖、バイオセンサーなど多様な用途がある。

LAPONITE とCMCの相乗効果

まず粘性付与・ゲルの形成がLAPONITEの特徴の1つであるが、他のポリマー、例えばカルボキシメチルセルロース（CMC）との併用による相乗効果も確認されている。それぞれを単独で添加するよりも、高い粘性が得られる。これはCMCのカルボキシル基部分（負）とLAPONITE端部（正）とが電氣的に引き合うことにより、LAPONITEがCMCネットワークを補強するように働いていると考えられる。このように円盤状で端部と上下部が極性の異なる電荷を持つことで、水中において他の材料と相互作用することが理解される。



引用文責：コンパネック誌 2019.11 ビックケミー・ジャパン(株) イノベーションディベロプメント統括 若原章博
参考文献：2) Morrison, S.A., Huff, W.: Appl. Bull./Laponite, Southern Clay Product, Inc. (2012)
3) A. Lork, M. Moller: Liquid granite, European Coating Journal, 5, (2013)