



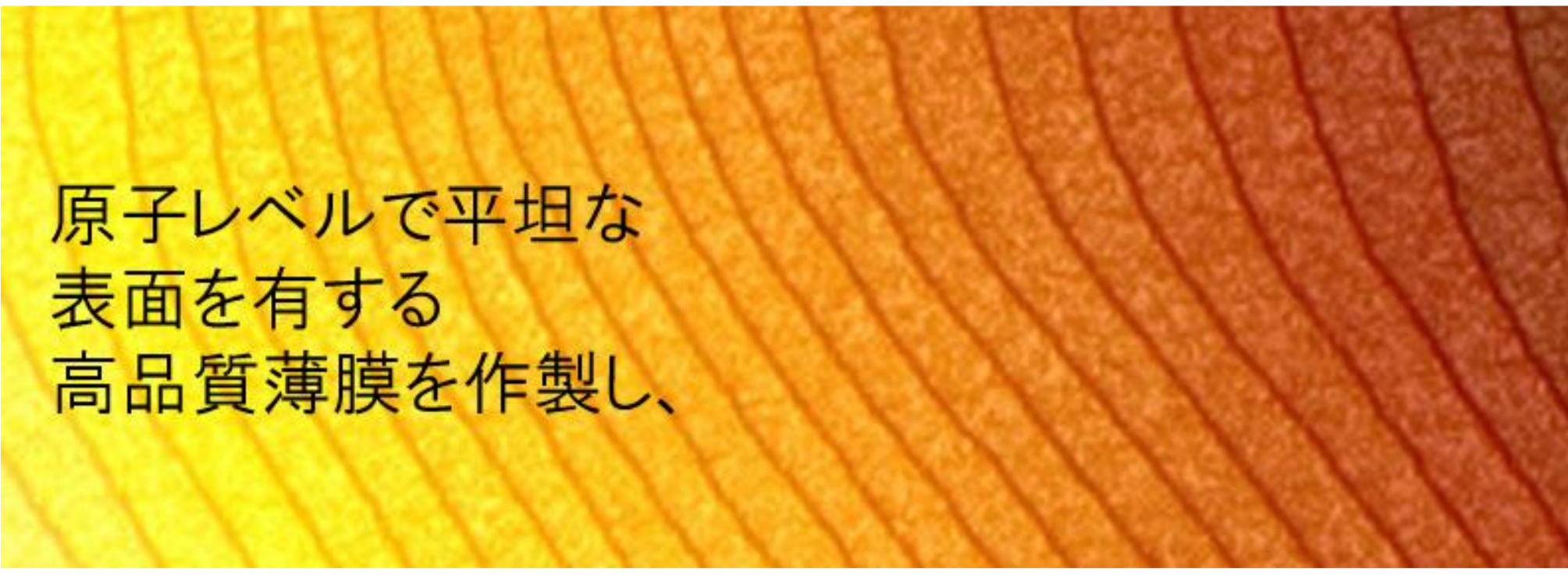
石ころの素材で  
宝石のように美しい  
薄膜を作ります



私たちの研究室では、



従来、セラミックスとして  
扱われてきた  
機能性酸化物を素材として、



原子レベルで平坦な  
表面を有する  
高品質薄膜を作製し、



機能性酸化物の持つ  
真のポテンシャルを  
最大限引き出し、

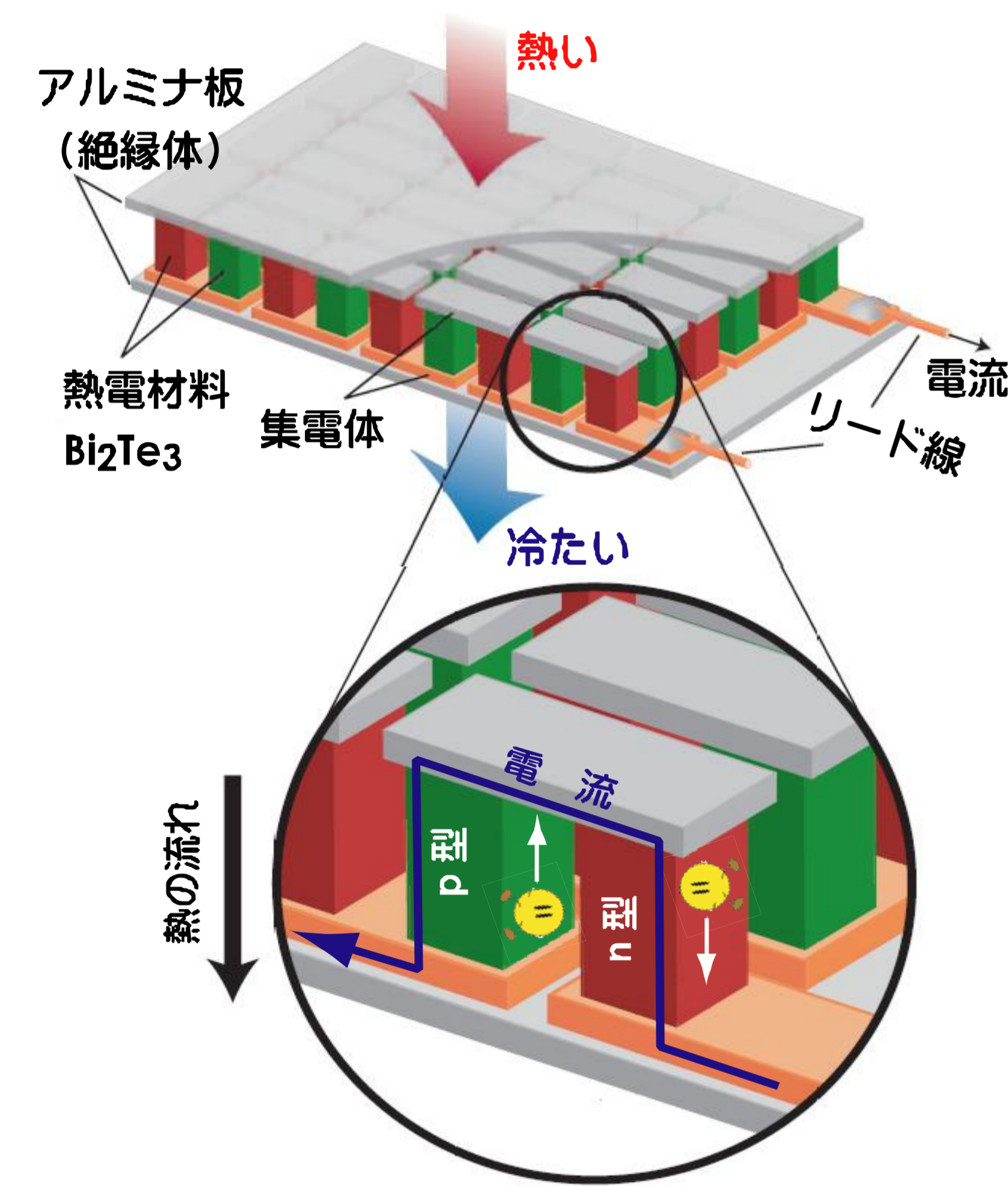


世の中で役に立つ  
デバイスの開発を  
目指しています

## セラミックス素材で役に立つモノを創ります

私達の研究室では、従来、セラミックスとして扱われてきた機能性酸化物を素材として、原子レベルで平坦な表面を有する高品質薄膜を作製し、機能性酸化物の持つ真のポテンシャルを最大限引き出し、世の中で役に立つデバイスの開発を目指しています。太田教授グループは、「熱電変換材料」、「光・電気・磁気記憶デバイス」、「透明酸化物半導体」、および「特殊なエピタキシャル薄膜成長方法」の開発を行っています。また、山ノ内准教授グループは「スピントロニクスデバイス」の開発を行っています。

## 熱電変換材料



熱を電力に変える「ゼーベック効果」と、電流で冷やす「ペルチェ効果」に代表される、金属や半導体などの導体が示す、熱⇄電気変換効果は、総称して「熱電効果」と呼ばれています。あまり知られていませんが、熱電効果は、熱源さえあれば電力を取り出せるという特長を利用した惑星探査機の動力源や、振動・騒音を発生しない冷却が可能という特長を利用した小型冷蔵庫として実用化されています。私達の研究室では、金属酸化物の熱電特性を長年にわたって研究してきました。希少・毒性元素を含まず、化学的・熱的に安定な金属酸化物で高い変換性能を示すものが見つれば、例えば、工場や発電所、自動車などから排出される熱を電力に変換できるようになるからです。現在は、超精密な薄膜合成技術を武器として、極薄の金属酸化物が示す巨大な熱電効果の起源を解き明かし、真に実用的な変換性能を示す酸化物熱電材料の実現を目指しています。

日刊工業新聞 2018年6月28日(木) 23面

日本経済新聞 (2017年12月4日付) **Nature Commun. 9, 2224 (2018).**

**レーザー**  
太田さん

車の廃熱再利用  
▽:「自動車の廃熱を再利用して燃費を向上させる」と意気込むのは、北海道大学教授の太田裕道さん。自動車エンジンまわりの高温環境で利用する熱電変換材料を開発する。▽:原理を実証し、900度Cでの熱電変換にめどをつけた。ただ「半導体の製造法で材料を合成した。自動車向けにはもっと安い製造プロセスで作る必要がある」という。▽:産学連携が必要。な段階だ。「高温や化学的に安定で、毒性元素も使わない。素材としては有望だ。あとは量産方法の確立が課題」と実用化のパートナー探しに奔走する。

Electron sandwich doubles thermoelectric performance

## 透明酸化物半導体

ITO (スズ添加酸化インジウム) に代表される透明導電性酸化物は、古くから液晶テレビや有機ELテレビの透明電極として利用されています。一般的には、スパッタリング法などでガラス基板上に作製されたセラミックスのような多結晶薄膜が用いられています。当研究室では、透明導電性酸化物を、透明酸化物半導体として利用可能にするための研究を行っています。具体的には、積層構造の作製を可能にし、高いキャリア移動度を実現するための高品質エピタキシャル薄膜の作製と、製造コストを下げ、実用化が可能な材料にするために、室温下で高品質アモルファス薄膜を作製する研究を行っています。高品質薄膜化することで、化合物半導体で実現されてきたダイオードやトランジスタが実現しました。当研究室では、こうした透明酸化物半導体薄膜の作製と物性計測について、基礎から応用まで、幅広く研究しています。

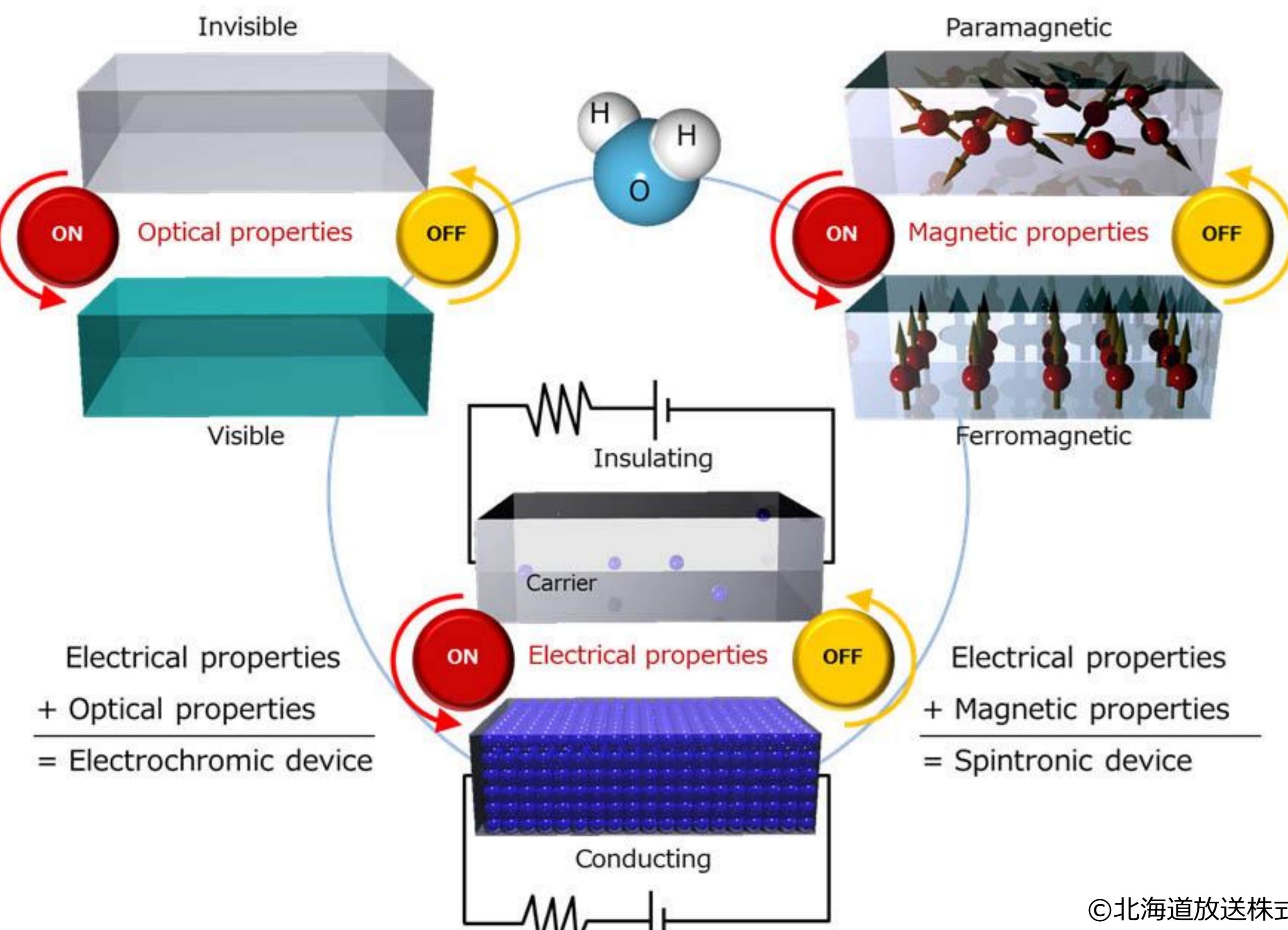
読売新聞 (2016年4月16日朝刊) 12版

透明化  
LG

読売新聞 (2016年4月16日朝刊) 12版

記憶媒体 容量2倍に  
北大教授が開発 スマホに应用可

## 光・電気・磁気記憶デバイス



遷移金属酸化物の多くは、酸素過剰/欠損やプロトン化などの非化学量論組成とすることにより、その光・電気・磁気特性が大きく変化することが知られています。例えば、エレクトロクロミック材料として知られるWO<sub>3</sub>は、そのままでは可視光に対して透明な絶縁体ですが、電気化学反応を利用してプロトン化する(H<sub>x</sub>WO<sub>3</sub>)ことで青色の金属に変化します。また、ブラウンミラライト型の結晶構造を有するSrCoO<sub>2.5</sub>は、磁石にならない絶縁体ですが、酸素中で加熱して酸化するか、電気化学的に酸化すると、ペロブスカイト型の結晶構造を有するSrCoO<sub>3</sub>に変化し、電気が良く流れる強磁性金属になることが知られています。このように、遷移金属酸化物をうまく利用することで、光透過率と電気伝導度、磁性と電気伝導度を切替え、記憶するデバイスが実現できると考えられます。遷移金属酸化物にとって、H<sup>+</sup>イオン(プロトン)は強力な還元剤、OH<sup>-</sup>イオンは強力な酸化剤として働くので、電気化学反応を利用すれば上記デバイスは実現可能ですが、電解液などの液体を用いなければならないという課題がありました。私達の研究室では、ナノ多孔質のナノ孔に自然に導入される水を電解液の代わりに使って、様々な機能性酸化物の光・電気・磁気特性を切替えることに成功しました。

色変化・電  
北大

HBC NEWS  
11:49  
新たな記憶装置 開発に成功

©北海道放送株式会社/北海道放送HBCニュース 2016.3.30 AM11:49-11:50  
大学ジャーナル (2016年5月21日)