

米国エネルギー省・アイダホ国立研究所の研究者らは、ナノアンテナに関する計算機モデルを用いて、金・マンガン・銅などの様々な材料の赤外線波長領域のエネルギー吸収挙動をシミュレーションし、試作したナノアンテナ配列電磁波集電装置で、実際に80%という高いエネルギー吸収率を確認した。試作装置では、柔らかい材料表面に形成されたシリコン基板のナノアンテナ配列が、赤外線により毎秒数兆回振動する交流電流が発生する原理を応用して太陽光の赤外線エネルギーを収集する。今後、テラヘルツ領域の交流を直流に変換する超高周波整流器などの研究開発を行なう必要があるが、このようなナノアンテナ配列電磁波集電装置により、太陽電池より安価で高効率な太陽光エネルギー吸収システムを形成できる可能性がある。

### トピックス 3 赤外線エネルギーを吸収するナノアンテナ電磁波集電装置

米国エネルギー省・アイダホ国立研究所の研究者らは、ナノアンテナに関する計算機モデルを用いて、金・マンガン・銅などの様々な材料の赤外線波長領域のエネルギー吸収挙動をシミュレーションし、試作したナノアンテナで実際に高いエネルギー吸収率を確認した。マイクロ波のような低い周波数領域の電磁波エネルギーを集めるアンテナはこれまでも開発されているが、赤外線波長領域 (THz 波) では検討されていなかった。

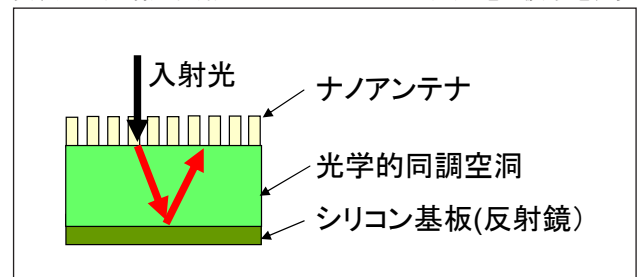
研究チームでは、計算機シミュレーションの結果、ナノアンテナが、その材料の種類と寸法形状次第で、赤外線波長領域のエネルギーの90%を捕獲する可能性を見出していた。このほど、試作したナノアンテナ配列電磁波集電装置 (図表 1) を用いた実験で、赤外線波長領域のエネルギーの80%以上を吸収できるという結果を得た (図表 2)。ナノアンテナは、特定の波長を捕獲するように、その形状と寸法を調整できるため、太陽光スペクトルのように幅広い波長域でもエネルギーを捕獲できる可能性がある。

研究チームは、既存の半導体製造プロセスを応用して、ナノアンテナ・パターンを有するシリコンウェハを製作した。アンテナ配列は、柔らかいポリエチレンシートの上に浮き彫り加工されている。アンテナ部分は金でできており、厚さが約1000原子層のナノワイヤーが正方形のスパイラル構造にパターン加工されている。スパイラル構造の一辺は約5 $\mu\text{m}$ で、直径20cmの領域に約100億個のアンテナが形成されている。赤外線により、各アンテナが毎秒数兆回振動し、交流電流が発生する。

今後、この吸収エネルギーを電気エネルギーとして取り出すために、直流に変換する特別な整流器などの研究開発が必要となる。通常の整流器では、このような高い周波数を取り扱うことはできないうえ、整流器の寸法を現在の商用装置の約1000分の1以下にする必要がある。これらの課題を克服できれば、このナノアンテナ配

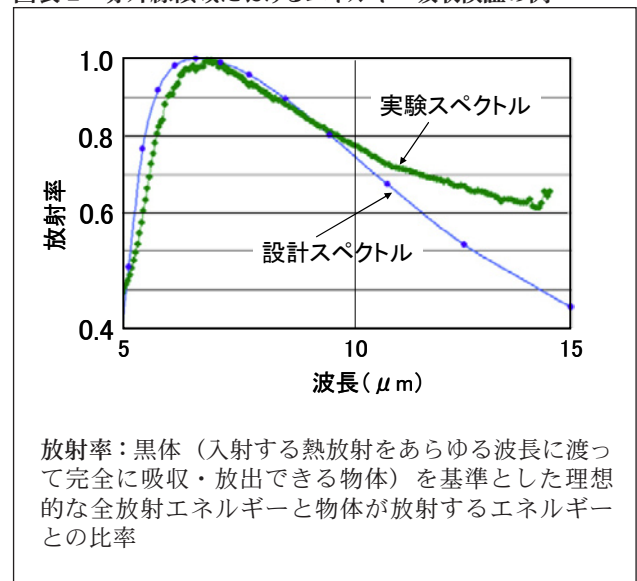
列電磁波集電装置は、太陽電池より安価で、より高効率な太陽光エネルギー吸収システムとなる可能性を有する。地球上の多くの物体は、日中に太陽からエネルギーを吸収し、夜間に熱を赤外線として連続的に放射している。また、産業界のすべてのプロセスは排熱として大量の赤外線を発生させている。これらは豊富なエネルギー源とも言えるが、現状ではこれらは使用されていない。

図表 1 入射光経路からみたナノアンテナ配列電磁波集電装置



参考文献を基に科学技術動向研究センターにて作成

図表 2 赤外線領域におけるエネルギー吸収検証の例



参考文献を基に科学技術動向研究センターにて作成

参 考

- 1) D. K. Kotter, et al., Progs. of the 2nd Intl. Conference on Energy Sustainability ASME, ES2008-54016