

Otherlab's Thermally Adaptive Textiles

By: Rapid Access International, Inc.

June 2017

はじめに

人類は常に、新たな環境に順応するよう促されてきた。人間が日常生活で影響を受けやすい変動要素は多数あるが、気候変動はその一つである。職場内でも、屋外でも、気温は一日の間に変化することが多く、不快感の要因となる。米国のエネルギー消費量のうち、建物の暖房・冷房には13%が使われており、そのエネルギーの大半は人の居住しない空間に放出されて無駄になっている¹。エネルギー省のARPA-Eは、先進的研究を対象とした資金配分機関であるが、この課題に取り組む研究資金配分の対象として、個人の温度調整技術に取り組む「Otherlab」の研究グループを採択した。

OtherMaterials

OtherlabのメンバーであるBrent Ridley氏、Jean Chang氏、Leah Bryson氏、Saul Griffith氏は共同で、省エネルギー型テキスタイルを開発した。この順応性を有する布地は、外部からの補助なしに熱環境の変化に対応できるもので、どのような天候でも心地よく着用することができる。この温度順応性衣料は着用者の快適性を向上させるものであるが、その主な目標は冷暖房で有効に利用されていないエネルギーを節約することである。Otherlabによると、「冷熱調整を摂氏2度向上させれば、国内のエネルギー消費及び関連排出量を2パーセント削減できる可能性がある」という。²

開発

Otherlabのチームメンバーは、バイモルフ³素材の開発を目標に10年以上取り組んでおり、様々な試作品を試験している。長期間複数のアイデアを試したが、多くは却下されほとんど進捗は見られなかった。

研究者はやがて、当初検討した基本的構造と同じものに回帰してみることにした。データ分析ではそれが最も見込みが高いと示されたためだ。ここでカギとなるのは、組織が不揃いではなく、繊維が整った統一的な構造となっていることである⁴。このアイデアは定量的側面からすれば可能であることが示された。しかし、完璧な解決策に導く適切な技術を形成するのは難しい状況であった。

¹ <https://www.citylab.com/solutions/2016/03/office-heating-and-cooling-temperature-control-department-of-energy-arpa-e/471903/>

² <http://spectrum.ieee.org/energywise/energy/the-smarter-grid/arpa-e-energy-innovation-summit-selffluffing-fabrics-and-the-worlds-coolest-paint>

³ ここでのバイモルフとは、性質の異なる二つの素材で構成される素材をいう。

<https://medium.com/@otherbrent/from-idea-to-invention-43af3bc550ff>

⁴ <http://spectrum.ieee.org/energywise/energy/the-smarter-grid/arpa-e-energy-innovation-summit-selffluffing-fabrics-and-the-worlds-coolest-paint>

Otherlab の順応性テキスタイルには、ナイロン、ポリエステル、ポリオレフィンが使用されている。これらはいずれも、温度変化に独特の反応をするためだ⁵。研究者が開発したのは、低温にさらされると、ひだがよって内部に空気を閉じ込めることで断熱効果が高まり、高温では平らになり、閉じ込められた空気が排出される、というものだ⁶。このような分子構造の繊維から問題は発生したが、シート状のバイモルフを使って構造の汎用性・柔軟性を向上させたことで解決法は見出された。この発見から間もなく、バイモルフをシートではなくテキスタイル（織物）に適用させて機能の強化がなされた。このバイモルフは、それぞれ温度に反応した拡張に関する特徴が異なる 2 種の繊維で構成されるテキスタイルとして組成されている。

製品

現在、熱順応性素材のサンプルは創出されている。より涼感の得られる状態から、低温に対応して断熱効果が高く温感が得られる状態への変化、あるいはその逆の変化には、約 1 分かかるといわれている。当該製品は気温が摂氏 15 度低下した場合、断熱効果を 3 倍に高めることができる⁷。このようなことができるのは、様々な繊維の特殊な層構造のためで、片方の層が別の層よりも大きく膨張することで波型が形成され、空気のポケットが出来上がる。

終わりに

Otherlab の研究はまだ実験段階にあるが、テキスタイルメーカーとは生産的な議論が進んでおり、上市に向けて準備が進められている。屋内・屋外のどちらでも最大の快適性が得られる最適な設計を達成すべく、素材や構造の改善について研究・試験は続行している。さらに、最終製品の目標は、米国におけるエネルギー消費全般を削減するために、個人を冷熱から防護できるようにすることである。

Further Exploration of *OtherMaterials*: <http://materialcomforts.com/>

⁵ <http://materialcomforts.com/>

⁶ <https://www.citylab.com/solutions/2016/03/office-heating-and-cooling-temperature-control-department-of-energy-arpa-e/471903/>

⁷ <http://spectrum.ieee.org/energywise/energy/the-smarter-grid/arpa-e-energy-innovation-summit-selffluffing-fabrics-and-the-worlds-coolest-paint>

Otherlab's Thermally Adaptive Textiles

By: Rapid Access International, Inc.

June 2017

Introduction

Humans are constantly persuaded to adapt to new environments. Climate change is one of many variables which humans are susceptible to in their daily lives. Either inside a workplace or outdoors, the thermal temperature often ranges throughout the day, causing discomfort. The United States spends 13% of its energy on heating and cooling buildings, and much of that energy is being wasted on spaces where people do not reside.⁸ ARPA-E, the advanced research branch of the Department of Energy, has awarded a group from Otherlab with research funds to tackle this challenge as they push toward personal thermal regulation.

OtherMaterials

A group of workers at Otherlab - Brent Ridley, Jean Chang, Leah Bryson, and Saul Griffith- have come together and formed a textile solution for conserving energy. This new brand of adaptive fabric is able to physically respond to the changes in its thermal environment without outside assistance, while still being comfortable enough to wear in any weather. While also increasing the wearer's comfort, the primary goal of the temperature adaptive clothing is to conserve energy otherwise wasted on air conditioning and heating. According to Otherlab, "By expanding heating and cooling control by 2 °C (4 °F), domestic energy consumption and related emissions can potentially be reduced by 2 percent."⁹

Development

The Otherlab team members had been working toward this goal of a bimorph¹⁰ material for over a decade, experimenting with many different prototypes. As time went on and ideas were tested, many were thrown away and little progress was made.

Eventually, the researchers returned to the same basic structure they began with because data analysis showed it was the most promising design. The key, however, is an organized and uniform structure of fibers, not a random organization.¹¹ The quantitative aspects of the idea proved it was possible; however, forming the right technique to create the perfect solution became the more difficult condition.

Nylon, polyester, and polyolefin are used to make Otherlab's adaptive textile because each material has a unique reaction to changes in temperature.¹² The researchers developed a fabric that creates more insulation by wrinkling and trapping air when exposed to cold conditions and flattens when exposed to

⁸ <https://www.citylab.com/solutions/2016/03/office-heating-and-cooling-temperature-control-department-of-energy-arpa-e/471903/>

⁹ <http://spectrum.ieee.org/energywise/energy/the-smarter-grid/arpa-e-energy-innovation-summit-selffluffing-fabrics-and-the-worlds-coolest-paint>

³Bimorph definition in context: a textile which "contains two dissimilar materials."
<https://medium.com/@otherbrent/from-idea-to-invention-43af3bc550ff>

¹¹<http://spectrum.ieee.org/energywise/energy/the-smarter-grid/arpa-e-energy-innovation-summit-selffluffing-fabrics-and-the-worlds-coolest-paint>

¹² <http://materialcomforts.com/>

hot conditions, releasing the trapped air.¹³ Problems with the molecular fibers arose, but a solution was found by using bimorph sheets to enhance the structure's versatility and flexibility. Soon after this discovery, a greater enhancement with the use of a bimorph textile instead of a sheet was incorporated. The bimorph is built into a single textile which is made up of two different fibers with different thermal expansion characteristics.

The Product

Currently, a swatch of thermally adaptive material has been created. The transition from a cooler fabric for warm temperatures to a more insulated fabric for cold temperatures, and vice versa, takes about a minute. The product is able to triple its insulation with a drop in temperature of 15 degrees Celsius.¹⁴ This is all possible because of the specific structural layering of the various fibers, causing a wavy shape as one will expand more than the other which creates insulating pockets of air.

Conclusion

Although the work done by Otherlab still remains in the testing phase, it is in the process of being placed on the market as discussions with textile manufacturers have been productive. Improvements with the materials and structure are continuing to be researched and tested in order to reach the best possible design with maximum comfort for both indoor and outdoor wear. In addition, the finished product aims to create personal thermal protection in order to reduce overall US energy emissions.

Further Exploration of *OtherMaterials*: <http://materialcomforts.com/>

¹³ <https://www.citylab.com/solutions/2016/03/office-heating-and-cooling-temperature-control-department-of-energy-arpa-e/471903/>

¹⁴ <http://spectrum.ieee.org/energywise/energy/the-smarter-grid/arpa-e-energy-innovation-summit-selffluffing-fabrics-and-the-worlds-coolest-paint>