

生物にヒントを得たコンクリート再生

作成者: Rapid Access International, Inc.

2022 年 3 月

米国国防高等研究計画局（DARPA）の使命は「極めて重要な投資を国家安全保障のための画期的な技術に行うこと」である。同局の Web サイトには「これまでの最終成果としては、精密誘導兵器やステルス技術などの革新的な軍事能力をはじめ、インターネット、自動音声認識、言語翻訳といった現代の市民社会を象徴するものや、無数の消費者向けデバイスに組み込むことができるほど小型の GPS 受信機などがある」と記されている¹。

BRACE プログラム

インターネットと消費者向けデバイスでの GPS の使用は非常に普及している。これらと同様の成功と考えると、人工知能（AI）やドローンなどの技術が思い浮かぶかもしれない。確かに、それらの分野への注力は大きい。おそらく思い浮かばないものがコンクリート修復である。

言うまでもなく、コンクリートは至る所で使用されている。そのため、コンクリートインフラの老朽化に伴う問題も至る所で生じている。新たな研究では、学際的な技術で老朽コンクリートに自己修復能力を与えられることが示されており、DARPA は国防総省（DoD）のインフラを再生できる可能性に目を向けている。

これに関する新たなプログラムは、BRACE（Bio inspired Restoration of Aged Concrete Edifices: 生物にヒントを得た、老朽化したコンクリート建造物の修復）と呼ばれている。インフラ整備に力を入れる現政権の後押しも大きい。BRACE プログラムの責任者であるマシュー・J・パヴァは、アメリカ雇用計画 2021 の一部としてこの優先事項に言及し、「BRACE は DoD への適用に焦点を合わせているが、生み出された技術が民間人にも利益をもたらせるようになることを我々は願っている」と述べた²。

このプログラムは 4.5 年間の研究活動であり、「コンクリート全体に修復物質を輸送するための長期持続システムと、こうしたシステムの長期的な機能や性能を適用、維持、予測するための実用的なツール」の開発を伴う以下の 2 つの技術領域に注力するものである。

¹ DARPA の Web サイト。DARPA について。参照: <https://www.darpa.mil/about-us/about-darpa> 2022 年 4 月 11 日閲覧

² 「DARPA、老朽化したコンクリート構造物に“血管新生”で新しい命を与える」 DARPA の Web サイト - News。2022 年 3 月 3 日。参照: <https://www.darpa.mil/news-events/2022-03-17> 2022 年 4 月 11 日閲覧

技術領域 1: 生物にヒントを得た手法を設計するという課題に取り組む。これは、長期にわたって機能する血管構造をコンクリート深部に確立するための手法であり、ひび割れの修復と、何年後、何十年後も依然機能していることを利用者に知らせる自己診断信号の提供の両方を目指す。

技術領域 2: 技術領域 1 のシステムをコンクリートに適用して維持する方法、血管型コンクリートの急速老化テストベッド、将来的な修理の必要性の回避におけるシステムの有効性を予測するモデルの開発に取り組む³。

影響

DARPA は BRACE プログラムに関するプレスリリースの中で、2014 年版の Engineering Failure Analysis の記事に言及した。「今日では、水に次いでコンクリートが最も多く消費されており、世界の人口 1 人当たり年間 3 トンが使用されている。建築に使われるコンクリートの量は他の建築材料を合わせた量の 2 倍」というものである⁴。

成功すれば、結果として得られる技術に幅広く影響を与えるであろう。「血管新生」という用語の使用は目を引く。少なくとも、このプログラムは、コンクリート構造物を進化させるための新しい実用的な方法を見つけようとしているようである。その方法とは、新たな損傷を防止し、修理に重点を置き、修理時間を短縮することにより、コンクリートインフラの維持管理コストの大幅な節約と長寿命化を図るものである。

ガーディアン紙の 2019 年ベスト記事の一つに「Concrete: the most destructive material on Earth (コンクリート: 地球上で最も破壊的な物質)」という記事がある。ある計算によると、コンクリートは地球上のすべての木、茂み、低木の炭素量の合計をすでに上回っている可能性があるという⁵。興味深い内容で、コンクリートのカーボンフットプリントは現在も今後も膨大ということである。

³ 同上

⁴ Colin R.Gagg 「工業材料としてのセメントとコンクリート: 歴史的評価とケーススタディ分析」 Engineering Failure Analysis。2014 年 5 月。参照: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1350630714000387#:~:text=Abstract,all%20other%20building%20materials%20combined> 2022 年 4 月 11 日閲覧

⁵ Jonathan Watts。「コンクリート: 地球上で最も破壊的な物質」ガーディアン紙。2019 年 2 月 24 日。参照: <https://www.theguardian.com/cities/2019/feb/25/concrete-the-most-destructive-material-on-earth> 2022 年 4 月 11 日閲覧

いま、非常に重要な2つの世界的課題はインフラと環境である。DARPAは現在、これらの課題に影響を及ぼす主要素の1つに対する解決策を見つける道を歩んでいる。