

間によって遠隔操作されることも、自律的に動作することもできる。1980年代から行われている水中での大規模テストでハッブル宇宙望遠鏡修理のシミュレーションを行ったところ、ロボットは宇宙遊泳中の宇宙飛行士の手助けをすることができ、かなりの時間さえ節約できることをAkinは証明した。2002年の修理ミッションの作業をAkinが分析してみると、宇宙飛行士は1860の個別の作業をしたが、うち82%は単純なツールを使えばロボットにも可能だったことが分かった。さらに複雑なツールを使えば、すべての作業がロボットの能力の範囲内だった。

Akinが開発したシステムは、いずれも宇宙空間での動作が実証されていない。また、これまでの開発計画では、常に宇宙飛行士とともに働くという想定を優先してテストが行われた。修理作業すべてをロボットが行うとなると難易度がさらに高くなるが、それでも可能だ、とAkinは考えている。

ハッブル宇宙望遠鏡の点検・修理という注目を集めるミッションで成功を収めれば、NASAのトップも、月・火星計画でロボットにもっと重要な任務を与える必要があると考えられるようになるかもしれない。NASAは有人宇宙技術と無人宇宙技術の垣根を低くする必要性をよく理解していると、Mankinsは言う。有人技術と無人技術の区別があるため、ロボット工学は軽視され、予算削減の際に犠牲となってきたのだ。

だが、今回は基礎研究への予算投入は不可欠だ。有人火星ミッションに必要と見積もられている600億ドルのほとんどがロケットと生命維持システムの開発に使われるにしても、ロボット技術開発にも数十億ドルを回すべきだ。

「将来、人間を宇宙に送るなら、彼らは相当に利口な機械に囲まれていなければならない」とWillは話している。 ■

Tony ReichhardtはワシントンDCを拠点として本誌に寄稿している。

Robonaut

▶ robonaut.jsc.nasa.gov

Carnegie Mellon University Field Robotics Center

▶ www.frc.ri.cmu.edu/project

DARPA grand challenge

▶ www.darpa.mil/grandchallenge

Survey of space robotics

▶ www.tralabs.com/~korten/publications/isairas_space_robotics.pdf

NATURE月刊ダイジェスト | 6月号

「きれいな核兵器」という妄想

米国防総省は新型核爆弾開発計画を推進できるのか。

原文：Dreaming of clean nukes

Nature Vol.428(892)/29 April 2004; www.nature.com/nature

Michael A. Levi

米国の核兵力は、今日の安全保障問題に対処するのに十分だろうか。米国防総省はそうでないと考えているようである。同省国防科学委員会(DSB)が今般作成した報告書¹では、「従来型よりも周辺への被害はるかに小さい核兵器が必要である」と主張し、地下施設攻撃用の新型核兵器の開発計画を支持している。

ある意味でこうした、地下施設を攻撃するための「バンカーバスター爆弾」は何ら新しいものではない。1960年代に配備が始まったB-53爆弾は、地下標的を破壊することができ、数十万平方キロメートルにわたって死の灰をまき散らしてしまう。今回の計画が目指すのは、放射性降下物が少なく攻撃力がさらに高い兵器の開発である。しかし、DSBが示す見通しは楽観的過ぎるとともに、通常兵器の相対的な潜在能力が十分に検討されていない。

米工ネルギー省は新型兵器について、現在のところ研究を進めたいが開発を望むものではなく、開発能力を維持することが目的であると強調している。しかし、この説明には疑念を抱かざるを得ない。2002年3月に漏れたブッシュ政権の『核態勢見直し』(Nuclear Posture Review)²には核兵器への積極姿勢が記されており、新型核兵器の潜在的必要性が示唆されていることから、DSBは配備を公然と検討している。

現在のところ議会は懐疑的であり、核兵器予算は削減されているが³、DSBの研究によってこの流れは変わる可能性がある。DSBの報告書の内容は、新型核兵器によって米国の軍事力がいかに強化されるかについて、気をそそるほど詳細につづられている。だが、よく考えればその主張は浅薄なものであり、政策立案者はこれに惑わされてはならない。

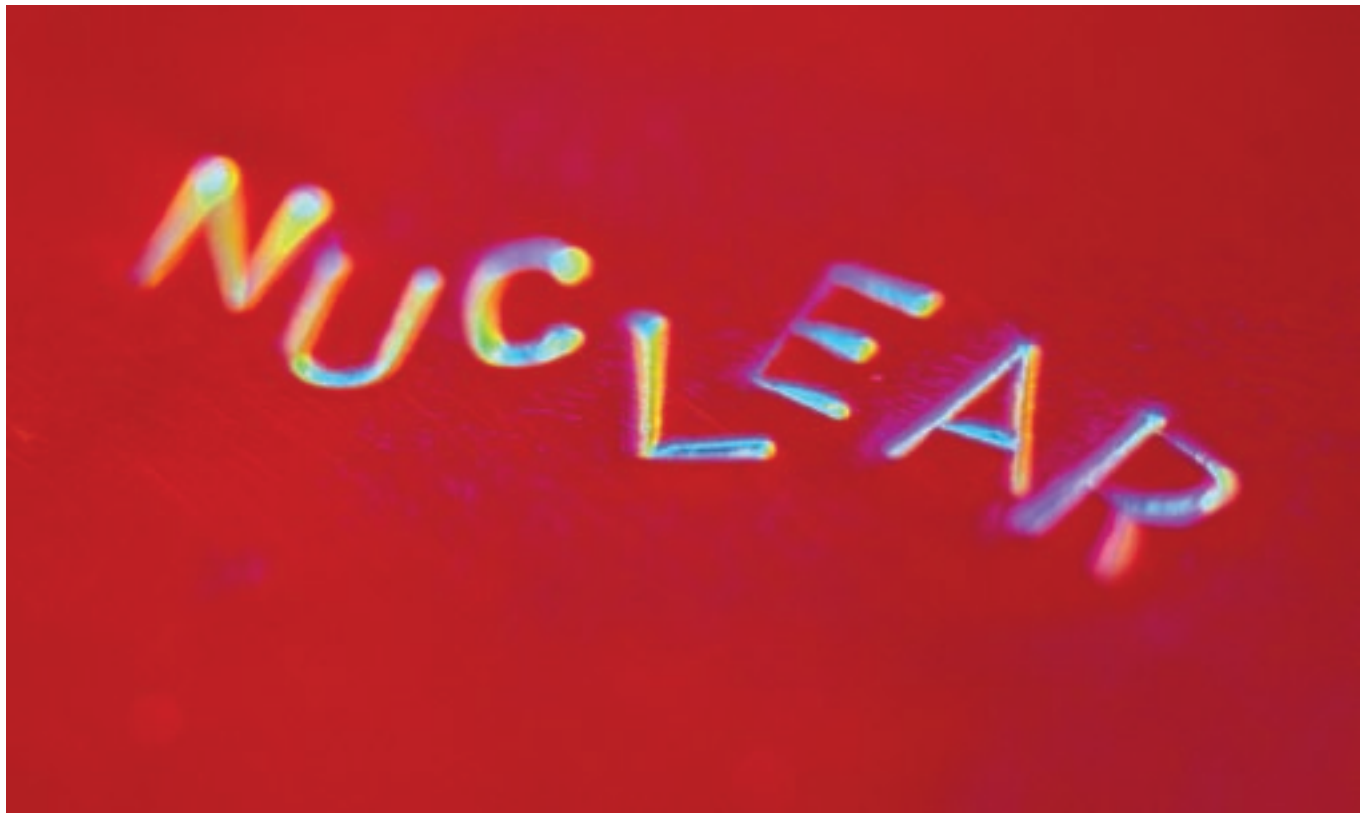
DSBの報告書は、冒頭で非核バンカーバスター兵器の改良について素晴らしい提言をし

ている。実際、核兵器にしかできないともいわれる攻撃について、DSBは同等の効果を上げる非核兵器を示している。その上で、新型核爆弾を使えば、近隣住民を多数殺傷することなく、いかに地下施設を破壊することができるかが例示されている。その説明は、かつてないほど長く詳細であるのはいいが、批判の余地もさらけ出している。

核兵器が通常兵器かによらず、現在のバンカーバスター爆弾は、弾頭の爆発前に地中を貫通するミサイルに依存している。核兵器の地中爆発は破壊力が大きいので、爆弾を小型化する必要がある。深度が十分に規模も十分に小さければ、爆発は地中に封じ込められる可能性があり、放射性降下物の発生を防止できるだろう。報告書では、100トン核爆弾は、爆発前に地中30～50メートルまで到達させれば、爆発を完全に地中に封じ込めることが可能であろうと結論づけている。400トン爆弾については地中50～55メートル、3,000トン爆弾については地中100メートルとされている¹。DSBの主張では、いずれの爆弾も、爆発前到達深度の約2倍の深さにある施設が破壊可能とされている。

このような結論は信用できない。この報告書の研究で使われたのは、冷戦時代にネバダ州で実施された核実験のデータ⁴である。だが、ネバダの実験では放射性降下物を防止するため、爆弾を埋めた穴が入念に塞がれていた。これに対して、地中を貫通した核兵器の上には大きな穴が開いており、爆発を封じ込めるのは困難ないし不可能と考えられる⁵。

また、爆発の封じ込めに関するいかなる議論も標的地域の地質によって違ってくるが、DSBは標的の選択に言及しておらず、その結論は現実に即したものであるというより、ただの結論という感じがする。例えば、到達必要深度をネバダの実験から決定する標準的方法(DSBが採用していると考えられる方法)は、水分量の低い地質で有効なものであり、水分



量の高い地質での爆発で放射性降下物を防止するにはさらに高い深度が必要になるはずである。

この報告書が主張している破壊力にも疑念がある。DSBは、「硬式」化した地下施設の中身について、破壊は無理でも爆発で使用不能にすることを求めている。この種の標的には衝撃圧500バールが必要であるとされている。しかし、これでは敵の指導者や備蓄兵器に損傷を与えられないことも考えられる⁶。ここに矛盾がある。報告書の主張では、通常兵器の破壊力不足が核兵器の必要性の主たる根拠となっている。だが、同じ深度にある敵兵力を核兵器によって(使用不能化するだけでなく)破壊するためには、爆発力を5~15倍にする必要があると考えられるが、このとき爆発の地中封じ込めは不可能となる。放射性降下物の発生しない設計を追求すると、破壊半径を50パーセント以上縮小することが必要となる。しかし、地中封じ込め型核爆弾の破壊力をそのように小さなものとするのであれば、通常兵器の弾頭を高深度に到達させることを目指すべきではないか。

このことは、DSBがうたう到達深度が楽観的過ぎたり⁴、変に慎重であったりするという第三の問題を提起するものである。また標的

をはっきりと言わないことで、誤解を招きかねない。石灰岩であれば30メートル潜れる爆弾でも、硬度の高い花崗岩に30メートル潜れるわけではない。ほかにもこの報告書では、複数の爆弾を同一地点に投下して穴を深くする可能性を検討しているが、これによって封じ込めがさらに困難になる可能性は無視されていない。

また、到達深度の増大についてもっともらしい方法を提言する場面では、疑問を投げかけたままそれに答えていない。これらの技術を利用すれば、通常兵器をさらに深くまで到達させることができ⁷、核弾頭が不要になるのではないかという疑問である。ある箇所では、50メートルを貫通する核兵器が地中100メートルの標的を破壊できることを説明しておきながら、そのあと同じページで、別のミサイルが地中100メートルまで到達可能と述べている。そうであれば、おそらく前者は無用の長物となるであろう。実際、キロトン級爆弾の封じ込めが可能な貫通方法を作り上げようとするあまり、通常兵器による代替の可能性が補強される結果となっている。

つまり、この論争をせんじつめれば、こういうことだ。長年にわたり核兵器科学者は、核兵器の威力を高めながら汚染を抑制しようと

いう地中貫通計画の実現を夢見て、大いに創造性を発揮してきた。発案の多くは結実することがないと考えられるが、それでも容認されている。一方、通常兵器の設計者は激しい競争と精密な審査を余儀なくされている。核兵器の可能性が無限にみえることがあるのも無理はない。しかし、非核兵器と同じ基準で審査すれば、核兵器優位の事例を作り上げるのははるかに困難なことである。 ■

筆者のMichael A. Leviは、ブルッキングス研究所(Brookings Institution, 1775 Massachusetts Ave NW, Washington DC 20036, USA)に所属している。

1. *Report of the Defense Science Board Task Force on Future Strategic Strike Forces* (Department of Defense, Washington DC, 2004) online at www.fas.org/irp/agency/dod/dsb/fssf.pdf
2. *Nuclear Posture Review* (US Departments of Defense and Energy, Washington DC, 2001).
3. Kucia, C. *Arms Control Today* **33**, (No. 7) 37 (2003).
4. Nelson, R.W. *Sci. Global Secur.* **10**, 1–20 (2002).
5. Glasstone, S. & Dolan, P.J. (eds) *The Effects of Nuclear Weapons* 3rd edn, 261 (Departments of Defense and Energy, Washington DC, 1977).
6. May, M. M. & Haldeman, Z. *Effectiveness of Nuclear Weapons against Buried Biological Agents* 19 (Stanford University, Palo Alto, 2003).
7. Levi, M. A. *Fire in the Hole: Nuclear and Non-Nuclear Options for Counterproliferation* (Carnegie Endowment for International Peace, Washington DC, 2002).