

# Still in the lead?

## DARPAの今日的意義を考える

Nature Vol. 451 (390-393) / 24 January 2008

創設から半世紀を経た米国国防総省の国防高等研究計画局（DARPA）は、政府による技術革新の模範と考えられている。しかし、これが今日的にも重要な機関なのかどうかについては、一部から疑問の声が上がっている。Sharon Weinberger が報告する。

昨年8月にカリフォルニア州のとあるホテルで開催された『DARPA Tech』会議は、同州のディズニーランドホテルを会場とするのが似つかわしかったかもしれない。米国国防総省の研究部門である国防高等研究計画局（DARPA）が主催したこの会議は、他の追随を許さないDARPAの技術革新の数々を集めて、喧伝することを目的としていた。映画『トイ・ストーリー』に登場するバズ・ライトイヤーがもっている光線銃アストロブラスターや、バーチャル・リアリティ技術を駆使した数々の精巧なアトラクションで人気を博しているディズニーランドの隣で開催された『DARPA Tech』は、「軍事技術とSFの出会い」というDARPAのメッセージを、極めてシュールに体現していた。

『DARPA Tech』では、でこぼこな地形を走行できるロボット犬や、将来的には脳での制御をめざしている高度な義

肢などが展示されていた。講演者の1人は、幼虫に微小機械システムを組み込んで昆虫のサイボーグを作り出す話をし、DARPAのAnthony Tether長官（右写真で、チェッカーフラッグをもっている人物）は、開催日が迫ったロボット自動車レースについて盛んに宣伝していた。『Urban Challenge』と名づけられたこの自動車レースは、総延長97キロメートルに及ぶむずかしい市街地コースを最も速く走り抜けたチームに200万米ドル（約2億円）の賞金を与えるというものだった。また、会議の運営スタッフたちは、DARPAのスローガンで飾られたチョコレートを配布し、同じホテルの別の場所で開かれている宝石店Cookie Leeの会議に参加しているピンクずくめのセールスウーマンたちと、あちこちでぶつかった。

『DARPA Tech』は、初期のおかたしいDARPAとは著しい対照をなしてい

る。DARPAは、1958年の創設以来、米国の国家安全保障が直面する科学的・技術的課題への取り組みにおいて大きな役割を果たしてきた。冷戦中には、DARPAの専門家が、宇宙開発競争からベトナム戦争まで、ありとあらゆる課題に対応していた。なかでも有名なのは、今日のインターネットの前身である「ARPANET（アーパネット）」の構築である。各種の連邦政府機関が民間にならうことを論じている今日にあって、DARPAは唯一の成功モデルと考えられている。1970年代に国防総省防衛研究工学局長（DARPAを監督する役職）を務めたWilliam Perry元国防長官は、「DARPAは国防総省の誇りなのです」と話す。

けれども今、創設から50年が経過したDARPAにかつてほどの重要性があるのか、という声が上がってきている。米国政府の他の部門が、情報活動から





DARPA が主催するロボット自動車レース「Grand Challenge 2005」でチェッカーフラッグを振る Anthony Tether。

国土安全保障やエネルギーに至るさまざまな分野で DARPA 的な機関の設置をめざしていることを考えると、これは極めて緊急性の高い問題である（コラム「DARPA に続け！」参照）。

### 野心的な機関

職員数わずか 250 名で、そのほとんどの任期が 4～6 年という DARPA は、スリムで、革新的で、ダイナミックな組織であり、連邦政府の官僚体制のアンチテーゼとなっている。約 30 億米ドル（約 3000 億円）の予算は、国防総省に技術革新をもたらすことを目的とするハイリスクのプロジェクトに当てられている。DARPA のプロジェクトは、陸・海・空軍のプロジェクトとは違い、特定のニーズと結びついている必要がない。また、全米科学財団などの資金提供団体のプロジェクトとも違い、専門家による評価（ピアレビュー）を経ることなく

リスクの高い研究構想に資金を提供することができる。このハイリスクなアプローチが、ハイリターンにつながることもある。衛星航法、無人航空機、レーザー回避航空機は、DARPA の主要な成果である。もちろん失敗もあった。レーザー兵器はまだ完成しておらず、10 年がかりの戦略的コンピュータープロジェクトは、人工知能というゴールに到達していない。

DARPA は、設立当初から、その目的と正当性を求めて闘ってきた。この機関は、ソビエト連邦がスプートニクの打ち上げに成功した（1957 年）ことに危機感を抱いたドワイト D. アイゼンハワー大統領によって、1958 年に設立された [注：設立当初の名称は高等研究計画局（ARPA）であり、その後 3 度の改称を経て現在の国防高等研究計画局（DARPA）に落ち着いている。本稿では DARPA で統一する]。当初の目

的は、競合し、重複する人工衛星技術を開発していた陸・海・空軍間の伝統的なライバル関係を飛び越えて、宇宙計画を推進させることにあった。ところが DARPA は、設立から 1 年もたたないうちに、その主要な使命を失うことになった。アイゼンハワー大統領が、軍とは無関係に宇宙計画を進めるために米国航空宇宙局（NASA）を設立したからである。国防総省はその後、残った軍関係の宇宙計画を徐々に陸・海・空軍に戻していった。

しかし DARPA は、すぐに別の防衛計画にニッチを見いだすようになった。1959 年から 1960 年代にかけて進められた『Project Vela』では、外国が行う核実験の爆発を探知するための地震計と人工衛星が開発された。これらの技術は、中国が行った初期の核実験の監視に重要な役割を果たしたほか、米国とソビエト連邦の間で兵器の実験



に関する条約を締結することも可能にした。また、1960年代の弾道弾迎撃ミサイル防衛プログラム『Defender』の成果をみた国防総省は、陸軍が開発したシステムではなく、DARPA がサポートする技術を採用した。

軍のお偉方が問題解決のヒントを求めて駆け込む場所としての DARPA の役割は、ベトナム戦争によってさらに明確化した。1960年代を通じてベトナムに対する米国の軍事的関与が強まるにつれ、DARPA は対ゲリラ活動の中心拠点となっていった。『Project Agile』と名づけられたこのプロジェクトは、しごくまじめなもの（米軍によって広く用いられた、悪名高き枯れ葉剤）から、今にして思うとバカげた技術（戦場で兵士を前進させるためのジェットベルト）まで、幅広い研究活動と実験技術に取り組んでいた。

1961～1963年に DARPA 長官をつとめた Jack Ruina は、『Project

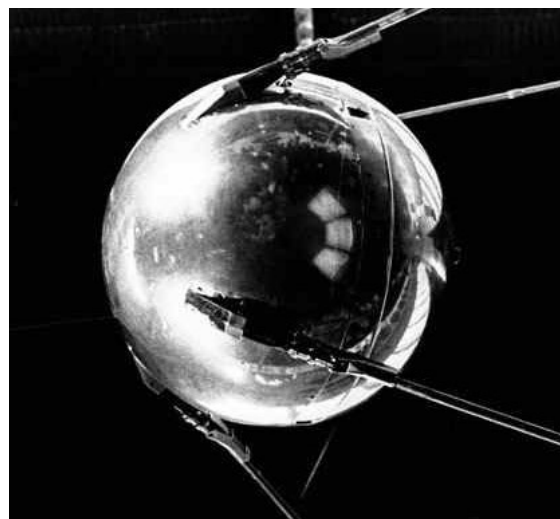
Agile』を「ギミックとガジェット」とよび、どうしても好きになれなかったという。しかし、1965～1967年に同長官を務めた Charles Herzfeld は、ベトナムでの DARPA の使命を喜んで受け入れたと話す。対ゲリラ活動における DARPA の「システムアプローチ」には、ベトナムでのトンネルの検知方法、中東の家族間関係の追跡調査、イランの国境線監視用レーダーの開発などが含まれていた。

### 活動範囲の拡大

DARPA は、軍事技術だけでなく、コンピュータや材料科学といった分野へも進出している。また、大学の長期的研究に対する資金提供や JASON（国家安全保障に関する助言を行うグループであり、メンバーの大部分を大学の研究者が占めている）の後援を通じて、大学との関係も強化してきた。とはいえ DARPA は、JASON のメンバー選任権をめぐるごたごたにより、2002年に JASON の支援からは手を引いている。その後は、防衛研究工学局長が JASON の後援を引き継いでいる（Nature2002年3月28日号353ページ参照）。

歴代の DARPA 長官は、DARPA と大学や産業界との協力関係を積極的に推進してきた。彼らは全員、エンジニアか物理学者であり、その多くが学界との太いパイプをもっていた。長官には、特定のプログラムに対する資金提供やプログラムの中止を単独で決定できる裁量権が与えられているため、DARPA の方向性を決める大きな権力がある。Tether 長官は、スタンフォード大学（米国カリフォルニア州）で博士号を取得した電気工学者であり、そのキャリアのほとんどを、国防総省にとってトップクラスの外注先の1つである Science Applications International Corporation 社（米国カリフォルニア州サンディエゴ）などの民間の防衛関連企業で過ごしてきた。

Tether 長官によると、DARPA の

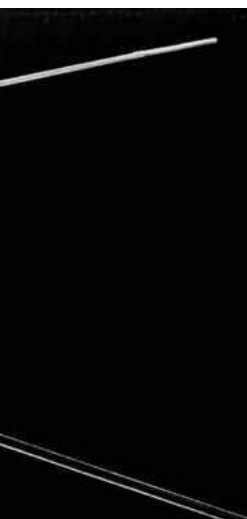


舵取りのかぎとなるのは、「自由な発想をもち、時にはデータを無視することもできる」創造的なプログラムマネージャーを採用して、研究プログラムを指揮させることであるという。彼はさらに、「DARPA で最高のプログラムマネージャーになれるのは、SF作家になりたいと願っているような人物だと思います」と話し、「H. G. ウェルズは、この仕事に向いていたでしょうね」と付け加える。

Tether 長官は、このアプローチは成功していると考えている。「今日の DARPA は、全組織をあげて、極めて革新的なアイデアを追求しています。『DARPA Tech 2007』に出席した人なら誰もが同じ意見をもつでしょう」と彼はいう。しかし、それが『DARPA Tech』に効果的に反映されていたかという点については、疑わしく感じている人々もいる。隙なくお膳立てされた『DARPA Tech』では、聴衆からの質問は一切受けつけられず、進行中の研究プログラムの詳細についてもほとんど触れられていなかったからである。1971～1975年に DARPA 長官をつとめた Stephen Lukasik は、『DARPA Tech』の中身が薄くなったことを懸念している。「かつての『DARPA Tech』は、プログラムマネージャーと出席者が特定の技術について学習し、討論するための技術会議だっ

著作権等の理由により画像を掲載することができません。

ミサイル発射の探知に対する DARPA の熱意は、やや薄れてしまった。



DARPA 設立のきっかけとなったスプートニク1号。1957年、ソビエト連邦が人類初の人工衛星として打ち上げに成功した。

たのです」と彼は語る。

『DARPA Tech』がハリウッド風のファンタジーに傾倒していることには、ベトナム戦争時代の DARPA と現在の DARPA との違いも反映されている。ベトナム戦争の時代には、国防総省は対ゲリラ活動の研究を DARPA に任せていた。しかし、イラク戦争の時代になって暴力行為が凶悪化すると、国防総省は対ゲリラ活動の研究を他の機関に分担させるようになった。その一例が、イラク各地で見られる手製爆弾を無効化させる技術への資金提供を目的に新設された統合即製爆発物対策機関 (JIEDDO) である。今日の DARPA で、ベトナム戦争時代の『Project Agile』に最も近いのは、センサーからのデータを統合してゲリラの動向を追跡調査する POSSE というソフトウェアシステムである。イラクではこのほかに、無人航空機、翻訳装置、狙撃防止システムなどの DARPA の技術が使われている。

### 曲がり角に立つ DARPA

脚光を浴びた DARPA のテロ対策は、政治的大失敗に終わった。2001 年に DARPA 長官に就任した Tether は、同じ年の 9 月 11 日に起きた同時多発テロ事件の後に情報認知局 (IAO) を新設し、その責任者に John Poindexter を任命した。Poindexter は、レーガ

ン政権時代の国家安全保障問題担当大統領補佐官であり、1980 年代のイラン・コントラ事件で話題になった人物である。Poindexter と IAO は、予想以上に評価の分かれる存在となった。IAO の『Total Information Awareness』プログラム (後に『Terrorism Information Awareness』と改称) は、膨大なデータを洗ってテロリストを探知し、その動向を追跡調査するシステムの開発をめざすものであったが、プライバシーを根拠に批判され、議会はその廃止を決めるに至った。もとの防衛研究工学局長であり、現在はテキサス大学オースチン校に所属する Hans Mark は、「これは DARPA の不正な悪用でした」と指摘する。DARPA 自体も IAO の設置に慎重さが足りなかったことは認めているが、適切な技術を用いていれば同時多発テロ事件は防げたはずであり、データマイニングによって同様の事件を未然に防ぐことができるという Tether 長官の見解も発表した。

DARPA の元長官たちや国防総省の高官たちは、DARPA が今でも革新的な存在であるという点では意見が一致しているものの、国防総省にとってかつてと同じくらい重要な存在であるのかという問題については意見が分かれている。最初の重要な変化は 1969 年末に起きていた。ベトナム問題のアナリストの執務スペースを作るために、DARPA

は国防総省ビルから退去させられたのである。DARPA のオフィスは、現在、バージニア州アーリントンにある。Herzfeld は、国防総省の上級幹部との直接的な結びつきを失われたこの引越は、DARPA にとって非常に大きな損失だったと指摘する。

1970 年代前半には、それまで大統領が指示するテーマに取り組んできた DARPA が、自ら選んだプロジェクトに取り組むようになるという変化も起きた。DARPA の創設時の幹部だった Herb York は、こうした変化の原因は、DARPA の役割が変質したことではなく、時代が変わったことにあると指摘する。「DARPA がホワイトハウスから離れていったのは、DARPA が何かをしでかしたからではありません。単に、DARPA を取り巻く状況が変わってしまったからなのです」。

初期の DARPA 長官経験者の中には、近年の長官は手がたいプロジェクトを選ぶことが多くなったと考えている。このようなプロジェクトでは、インパクトのある成果は得られない。George Heilmeier が長官だった頃の DARPA は、レーダー回避航空機や潜水艦の音波探知などのプロジェクトに力を入れていた。ステルス航空機の開発も DARPA の管理と資金提供によって進められ、その 1 号機の初飛行は、1977 年の Heilmeier 長官の最後の執務日



空飛ぶ幽霊：1970 年代のステルス研究から生まれた B-2 爆撃機。

に行われた。「その後、状況は大きく変わりました」と Heilmeier 元長官はいう。「ハイテク企業に比べて給与面での魅力に欠け、国防長官との緊密なつながりも失った DARPA は、新規の技術主導型イニシアチブの選択において保守性を強めていきました。多くの人が、DARPA から情熱と興奮が失われつつあり、官僚主義の方向へ進んできていると見ています」。

大胆な研究に挑戦しようとしなくなった DARPA の姿勢を疑問視する Heilmeier のような論者もいれば、DARPA が大学での基礎研究に対する支援から手を引こうとしていると非難す

る論者もいる。2005 年に DARPA は議会の公聴会によられて、大学への長期的支援、特に、コンピューターサイエンス分野への支援を削減しているという懸念が出ていることへの説明を求められた。Tether 長官は、「それはまったくの誤解です」といい、学際的研究を優先するように方針転換はしたものの、支援そのものは削減していないと証言した。DARPA の支援を受けている研究者の 1 人は、この変化の原因は、長官のマネジメントスタイルにあると考えている。

現在の DARPA 長官は、DARPA が衰退の道をたどっているという見方には賛同しない。Tether 長官は、1980

年代以降に計画された数多くのプロジェクトを列挙する。そこには、無人航空機のほか、それほど有名ではないが、暗視ゴーグルの製作を可能にした固体フォトン検出装置に関する研究や、今日の携帯電話の開発に役立った集積回路に関する研究などが含まれている。彼はまた、全地球測位システム用小型レーザーや、半導体に使用するガリウム砒素の研究に対する資金援助にも触れ、特に後者は、リスクが高すぎるとして民間企業が尻込みしていた時期での援助であったことを強調する。現在では、ナノテクノロジーが重要な研究分野になっているという。

## DARPA に続け!

米国ワシントン D.C. のボーリング空軍基地にある Steven Nixon のオフィスには、『The First 90 Days: Critical Success Strategies for New Leaders at All Levels (ハーバード・ビジネス式 マネジメント: 最初の 90 日で成果を出す技術)』や『The Innovator's Solution: Creating and Sustaining Successful Growth(イノベーションへの解: 収益ある成長に向けて)』などのマネジメント理論の本が数多く置かれている。米国国家情報局 (ODNI) の科学技術担当局長である Nixon は、多くの人から無理だといわれている計画の一環として、経営文化について勉強しているのである。その無理な計画とは、国防高等研究計画局 (DARPA) の成功にたった組織を局内に設置することである。

Nixon は、「情報高等研究計画局 (IARPA)」創設の準備作業として、歴代の DARPA 長官や DARPA の元局長や元

プログラムマネージャーに助言を求めた。IARPA を成功に導くかぎは、DARPA のマネジメント体制、特に、職員の契約期間を 4 ~ 6 年に限定することを模倣する点にあると Nixon は考えている。「これを取り入れることが重要なのです」。

IARPA は、2002 年以降に設立が提案されたり新設されたりした 3 つの高等研究計画局 (ARPA) の 1 つである。残りの 2 つは、「国土安全保障高等研究計画局 (HSARPA)」と、最近承認を受けたがまだ設立はされていない「エネルギー高等研究計画局 (ARPA-E)」である。いずれの機関も、DARPA がもたらしたような画期的なブレイクスルーをそれぞれの分野にもたらすことを目的としている。しかし、それぞれのケースで本当に技術的な解決策が必要とされているのかどうかは不透明である。IARPA の設置に関して相談を受けた元 DARPA 長官の Stephen Lukasik は、冗談

著作権等の理由により画像を掲載することができません。

半分に、DARPA に似た機関を新設するなら、小惑星が地球に衝突する危険が迫っているような事態を想定するのが最もふさわしいと話す。「つまり、壊滅的な影響が広範に及び、科学的に困難であると、誰もが理解できるような事態です」。

ところが、最も早く設立された HSARPA は、既に当初の DARPA モデルから若干逸脱してきている。HSARPA の Roger McGinnis 長官が指摘するように、HSARPA のプログラムマネージャーはたしかに任期制になっているが、DARPA には数多い学術機関出身のプログラムマネージャーが、これまでのところ 1 人もいない。HSARPA と DARPA の最大の違いは、支援するプロジェクトの性格にあ

る。HSARPA が支援するプロジェクトは、財務省検察局や運輸保安局などの顧客が主導権を握っているのである。「顧客が依頼してきたら、我々が予算を見て、顧客と一緒にプロジェクトを選ぶわけです」と McGinnis はいう。このことは、HSARPA が個別的な技術、例えば、ハンディータイプの装置に組み込むために生物センサーや化学センサーを小型化する技術などに集中しやすくなることを意味している。HSARPA と DARPA には、もう 1 つ重要な違いがある。HSARPA の年間予算が 6000 万ドル (約 60 億円) であるのに対して、DARPA の年間予算は 30 億ドル (約 3000 億円) なのである。

新設 ARPA は、それぞれ



Lukasik や Herzfeld などの元長官たちも、Tether 長官が『Grand Challenge』というロボット自動車レースをスタートさせたことは評価している。これは、若手研究者やエンジニアにロボット自動車の開発を競わせるレースであり、優勝チームには賞金が出る。第1回と第2回のレースはカリフォルニア州の砂漠で開催されたが、2007年11月に開催された第3回のレースは市街地が舞台とされ、交通規則を守り、衝突を避けながら走行することが要求された。

Lukasik は、この実績を賞賛する一方で、大統領から出される課題がない

と、DARPA が、技術的には興味深い、国家にとっては重要でない問題ばかりに取り組んでしまうおそれがある点を警告している。「いったん、この方向に進み始めると、細かい点にのめり込むようになります。そうなれば、DARPA の存在意義が失われるおそれがあります。DARPA が生き残れるかどうかは、卓越した技術力を示せたり、重要な問題を解決できたりすることではなく、政治的に抜け目なく立ち回れるかどうかにかかっているのです」。

シャロン・ワインバーガーは、米国ワシントン D.C. で活動するフリーランスのライターである。

NORTHROP GRUMMAN

軍用機に使用される超高速集積回路。

の分野における重要なリーダーとの間に十分なパイプをもつという課題を抱えている。DARPA の現長官である Anthony Tether は、「ある組織が DARPA のような成功を収めるチャンスを得るためには、組織のトップに直属している必要があります」と指摘する。しかし、IARPA と HSARPA は、そのような組織にはなっていない。DARPA の元長官である George Heilmeier は、「長官が組織の長に直属し、重要な意思決定を行うだけの柔軟性を持ち、大胆で新しい技術主導型イニシアチブを実施できることがどれほど重要なことであるかを関係者が理解していないように思われます」と付言する。

新設 ARPA が抱えるもう1つの問題は、何に対して資金を提供するのかということである。この点は機密事項に触れるため、Nixon とは大まかな話しかできなかったが、情報機関にとっての重要テーマとして、彼は、サイバースペースと生物学、特に、合成生物学とバイオメトリクスを例に挙げた。「これらの分野は、今後、科

学を変質させていくことが予想されます。情報活動に対しても、どのような影響であるかはわかりませんが、非常に大きな影響を与えるはずですよ」と彼はいう。「とはいえ、情報活動関連のブレイクスルーが成し遂げられたとしても、しばらくの間は誰にも気づかれずにいられることが私の希望なのですが」。

Nixon はまた、IARPA が学界にとっての新たな資金提供源となり、基礎研究分野はそれを待ち望んでいるとも指摘する。もちろん、それがどのくらいの金額になるかを明らかにするわけにはいかない。米国の情報関連予算の大半がそうであるように、IARPA の予算も機密事項だからである。米国国家安全保障公文書館(ワシントン D.C.) のフェローであり、情報機関での科学技術プログラムを長年専門に研究してきた Jeffrey Richelson は、「数億ドルの規模だと考えられます」という。学界が IARPA をどのように見ているかを現時点で判断するのは時期尚早かもしれないが、学界との連携促進をめざす IARPA は、メリー

ランド大学カレッジパーク校から施設の提供を受けることが決まっている。今年の1月には、NASA の高官で、物理学者として評価が高い Lisa Porter が IARPA の初代長官に任命された。

エネルギー高等研究計画局(ARPA-E)は、新設 ARPA の中で最も評価が分かれている(*Nature* 2007年5月10日号130ページ参照)。ARPA-E を設置する法律によれば、その目的は「ハイリスク・ハイリターン画期的な変革型エネルギー研究を支援すること」にあるとされているが、ARPA-E には明白な顧客が見当たらない。DARPA には国防総省があり、IARPA には情報機関があるが、ARPA-E は民間の各業界の複雑な迷路に立ち向かわなければならないのである。

ARPA-E の構想は米国科学アカデミーの報告書から生まれ、昨年、議会の支持を得て、ARPA-E 設置法案が通過した。けれども、プッシュ政権はこの法案を支持しておらず、エネルギー長官 Samuel Bodman

も、官僚主義の拡大と基礎研究からの資金流出に対する懸念を表明した。ARPA-E の設立資金はまだ計上されておらず、どの予算に計上するのかも不透明なままである。エネルギー省科学局の元局長である Martha Krebs は、この法案に強い疑念をもっている。「国防モデルはエネルギーにも適用でき、うまく機能するはずだという誤解から生まれたのが ARPA-E なのだと私は考えています」。

新設 ARPA は、技術でなく政治によってだめになる可能性がある。もとの防衛研究工学局長である John Foster は、「DARPA は、スプートニクをめぐる異常な雰囲気の中で生まれました。けれども、2001年9月11日のテロ攻撃から6年が経過した今、官僚主義が忍び寄ってきています」と指摘する。「大事なのは、DARPA が創設され、50年間存続してきた理由を認識することです。このような状況が、エネルギー、情報活動、国土安全保障にあるでしょうか? 答えはノーです」。

S.W.