■GA CCCL

September, 2014

米国DARPA(国防高等研究計画局)の概要 (ver.2)

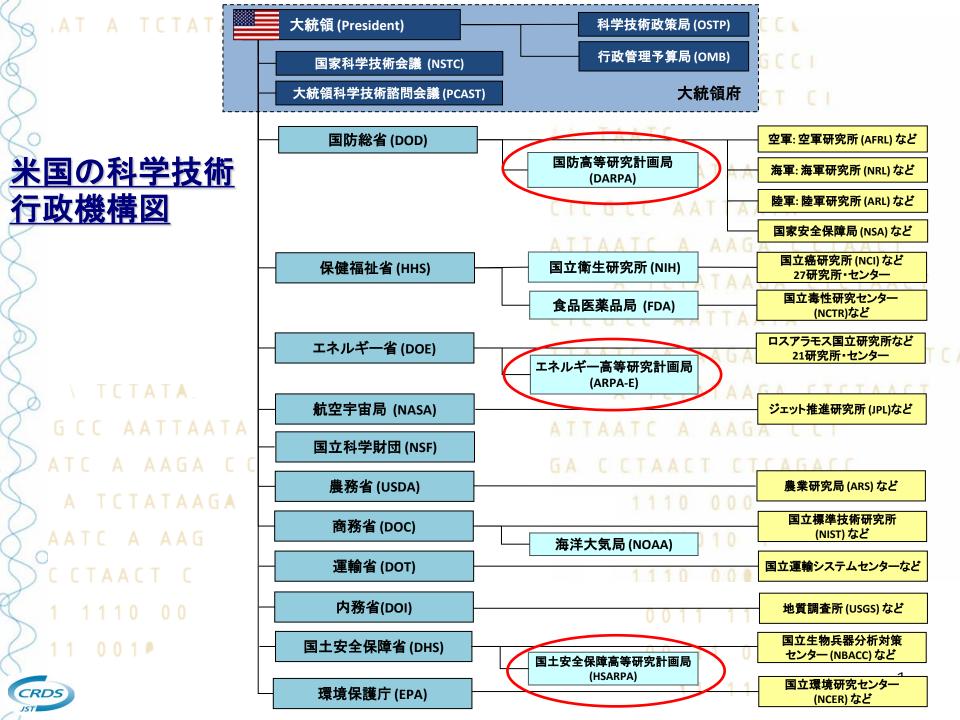
JST/CRDS 海外動向ユニット

北場、林



Center for Research and Development Strategy - Japan Science and Technology Agency 独立行政法人 科学技術振興機構 研究開発戦略センター ▶

海外動向ユニット



### 米国のファンディング・システムの特徴

- 目的に応じた多様な研究資金が併存する「マルチ・ファンディング・システム」をとる米国では、各省庁がそれぞれの政策分野ごとに基礎・応用・開発研究を支援している。
- 各省庁は組織内部における研究開発と、外部への資金提供の両方の機能を担っている。
- 政府研究開発費1310億ドル(2012年)のうち77%が、12以上の資金配 分機関を通じて外部組織へ配分されている。

\ ICIAIA

7/2015年度研究開発予算要求 の省庁別配分(百万ドル)

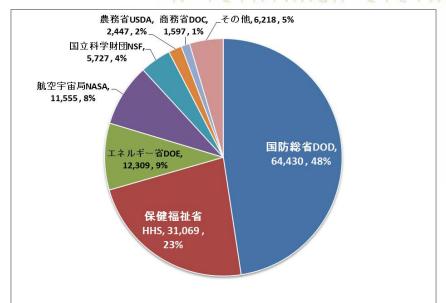
ATC A AAGA

A TCTATAAGA

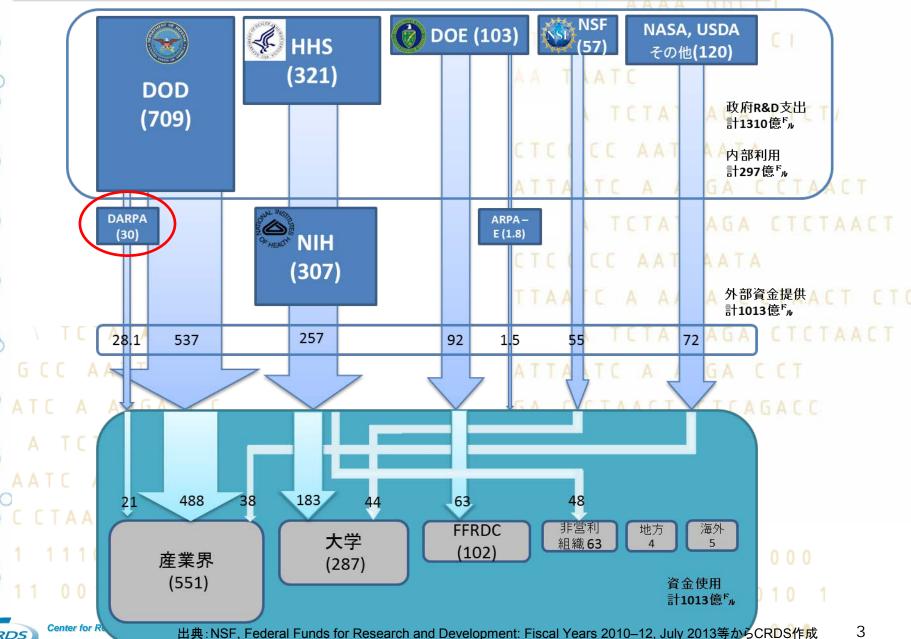
AATC A AAG

C CTAACT C

1 1110 00



# 米国連邦政府研究開発資金の流れ(2012年度)



# DARPAとは



### C AAAA GGCCI

- 国防高等研究計画局(Defense Advanced Research Projects Agency)は 国防総省内部の資金配分機関
  - □ 1958年、前年のスプートニク・ショックを受けて設立(当時はARPA)。
  - □ 設立の経緯から、初期の研究開発は全て宇宙関係であったが、宇宙事業がNASAに移管された後は、国防にとって重要な研究開発を分野を問わずに支援
- DARPAのミッションは、米軍の技術優位性を維持し、国家安全保障を脅かす 「技術的サプライズ」を防止すること。
  - ゚ □ 標語は"Creating and Preventing Strategic Surprise"
  - □ ラディカル・イノベーションとなる見込みのあるHigh Risk, High Payoff研究の実用化を目指して研究助成

AAIL A AAG

1110 00

11 001

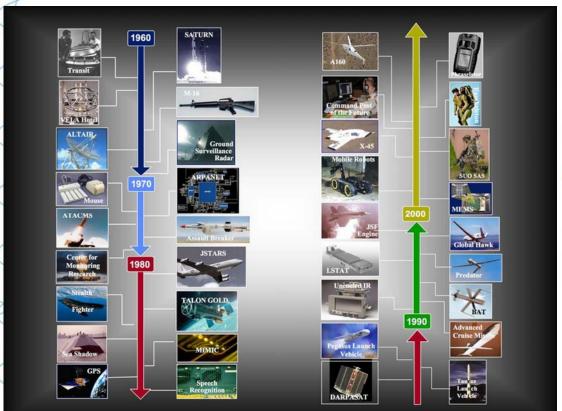
1110 000

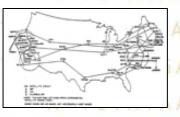
0011 1110 000

00 11 001010

# DARPAの実績

- ステルス技術、暗視技術、防空ミサイルの精密誘導技術、空中照準レーザー、無人航空機(UAV)など多数の軍事技術を開発
- インターネットの基盤となったARPANETやGPSなど、社会にインパクトをもたらすイノベーションも実現。最近では手術支援ロボットのダヴィンチや音声アシスタントアプリのSiri(アップル)など AATC A AAGA CCTAACT















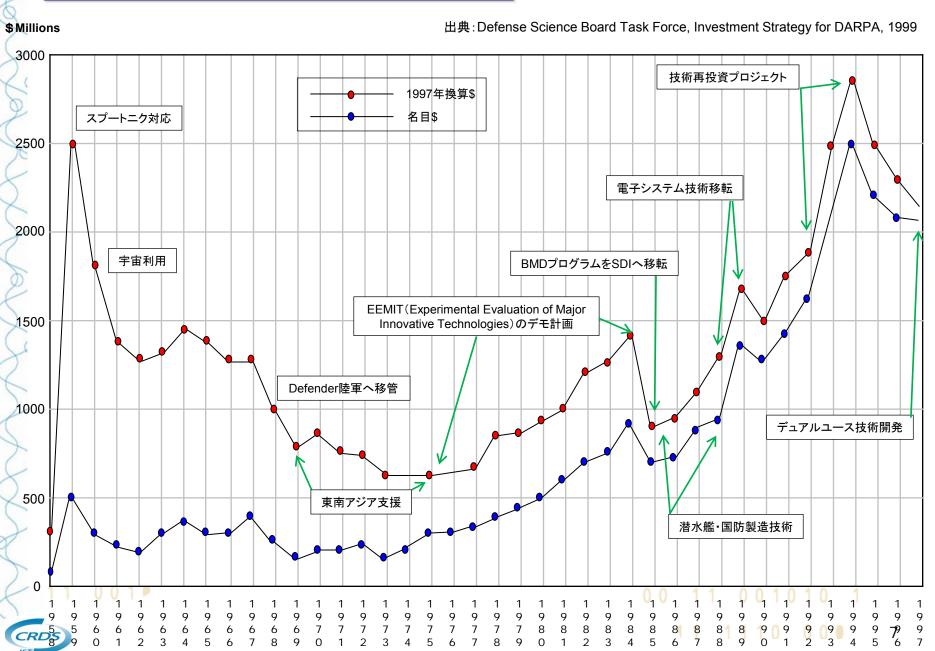
### ARPAの歴史

- DARPAは、時代の影響を受け歴史的に変化してきている。
  - 設立~60年代半ば:スプートニクショックを受けて、当初は宇宙関連技術のみに焦点。 宇宙事業がNASAに移管された後は、弾道ミサイル防衛(DEFENDER)、核実験検知 (VELA)、対ゲリラ戦(AGILE)の3つの大統領特命事項に注力。
  - 60年代半ば~70年代半ば:72年DARPAに改称。ベトナム戦争支援からコンピュータ 開発まで多様な研究課題をカバー。一方、ベトナム戦争の厭戦ムードから軍事技術開 発には世論も批判的で予算も伸び悩んだ。
  - □ 75年~80年代:ハイルマイヤー局長の下で、DARPAの役割を再定義。「主要革新技 術実験評価(EEMIT)」を開始し、ステルス技術、集積回路研究などに投資。
  - 80年代半ば~後半:情報処理技術とGPS開発に重点。SDI計画への関連技術移転を 実現。日独との経済競争の高まりもあり、国防関連製造技術などにも支援を拡大。
- 90年代:93年ARPAに、96年DARPAに改称。湾岸戦争における砂漠の嵐作戦の教訓 で $C^4$ ISR(指揮・統制・通信・コンピュータ・情報・監視・偵察)が重点課題に。

- DARPA(及びPM)が現在の地位を確立したのは、80年代後半から90年代と思われる。
- 初期のDARPAは、軍事技術偏重であったり宇宙に特化していたため、成果が一般に 見えにくかった。
  - DARPAには閉鎖的なイメージがあり、PMも変わり者の集団と認識されがちであった。
  - ITや材料開発等における成果が一般にも目に見えるようになるには、90年代まで待た なければならなかった。



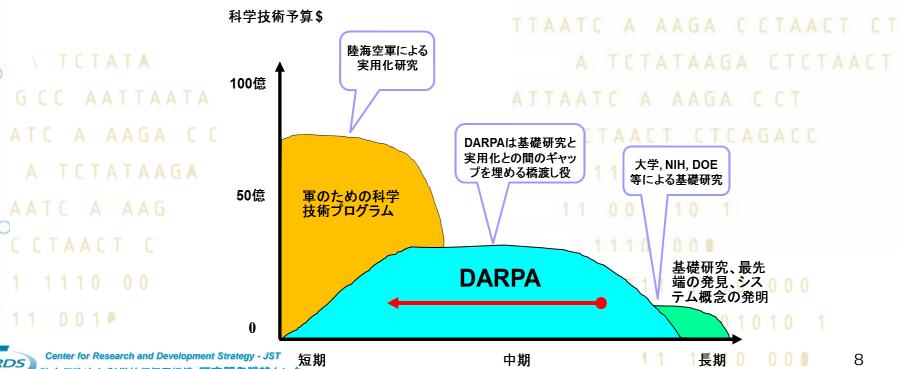
# DARPA予算 1958年~97年



# DARPAの役割

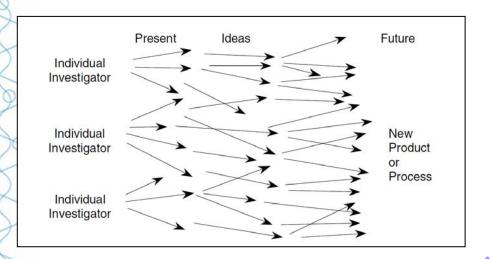
- 米軍が今直面しているニーズに対応するのではなく、将来のニーズに対応するための 革新的研究を支援し実用化を加速
- ▶ 以下の技術に先行投資
  - □ ハイリスクすぎたりミッションと一致しない等、他の軍所属研究所では扱わない技術
  - □ 既存のシステム・概念を壊すような技術
  - □ 軍司令部は現時点では必要と認識していないが、将来的に必要になるとDARPA が考える技術

国防総省の科学技術研究におけるDARPAの役割





# "End-Game" アプローチ



LC AAAA GGCCI

伝統的な技術開発モデル

A TCTATAAGA CTCT/
CTC G CC AATTAATA
ATTAATC A AAGA C CTAACT
A TCTATAAGA CTCTAACT

CTCGCC AATTAATA

出典∶Dubois, Lawrence H. (2003) DARPA's ▼ ↑ ▲ Approach to Innovation and Its Reflection in Industry.

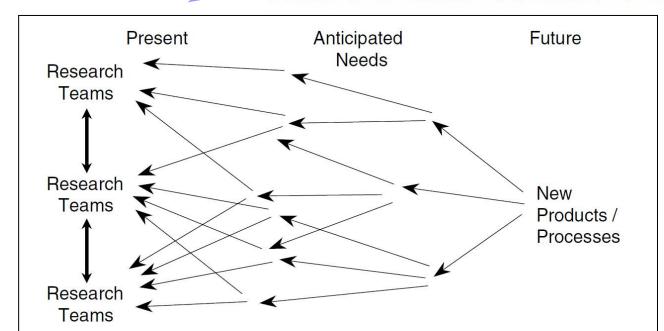
\ TCTATA. G CC AATTAATA

エンド・ゲーム・アプローチ

AATC A AAG

CCTAACT

\*「エンド・ゲーム」はチェス でいう終盤戦、大詰めの意





### 「パスツール象限」の研究支援に焦点

AAAA GGCC

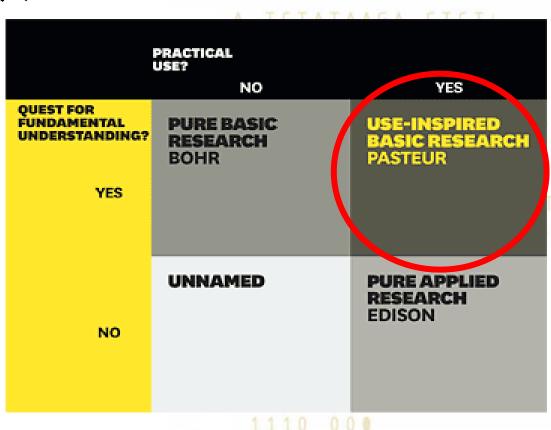
■ ストークスの4象限モデル

AA TAATC

- 純粋基礎研究 「ボーアの象限」
- 純粋応用研究 「エジソンの象限」

ATC A AAGA CC

■ 目的基礎研究 ハスツールの象限」



出典: Donald E. Stokes, *Pasteur's Quadrant: Basic Science and Technological Innovation*, Brookings Institution Press, 1997

Center for Research and Development Strategy - JST 独立行政法人 科学技術振興機構 研究開発戦略センター

11 001

# 国防総省における研究開発予算の内訳(2015年度要求)

■ DOD全体予算: 4956億ドル



- R&D予算:635億ドル
  - 6.1(基礎研究)
  - 6.2(応用研究)
  - 6.3(先端技術開発)
  - 6.4(先端コンポーネント開発)
  - 6.5(システム開発・デモ)
  - 6.6(管理支援)
  - 6.7(運用システム開発)

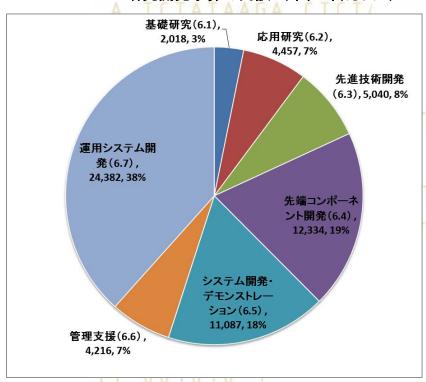
### ATC A AAG

- 科学技術研究予算:115億ドル ▲6.1+6.2+6.3
  - C CTAACT
- 1 DARPA 予算: 29億ドル(+5%)

な立行政法人 科学技術振興機構 研究開発戦略センター

□ ブレイン・イニシアティブに8000万ドル:病気・怪我の負担軽減のために新技術に基づく可能性を追求。データ処理や画像・先端分析を支援。

DOD研究開発予算の内訳 (単位:百万ドル)



出典:: DOD, FY2015 Budget Request Overview; DOD, "RDT&E Programs" (R-1).

# DARPAの予算内訳(2015年度要求)

AAAA GGCCI

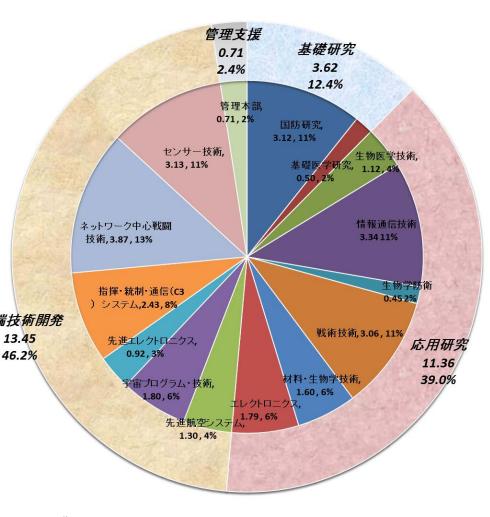
- ▶ 年間予算は 約28億ドル
  - □ DARPA 予算は慣例的にDOD 科技予算の約25%
  - □ 製品改良の研究開発に75%、 新製品開発に25%投資するという産業界の慣行にならう
- 戦略計画における重点分野
  - □【戦略目標】

グローバル情報・監視・偵察 (ISR)、適応型製造、適応型イン ターフェース、医療・人的システム<sub>先端技術開発</sub> サイバーと動力学、新しい軍隊 <sup>13.45</sup>

□【中核技術】

材料、マイクロシステム、エレクト ロニクスとフォトニクス、量子、宇 宙、エネルギー、位置調整・ナビ ゲーション・同期

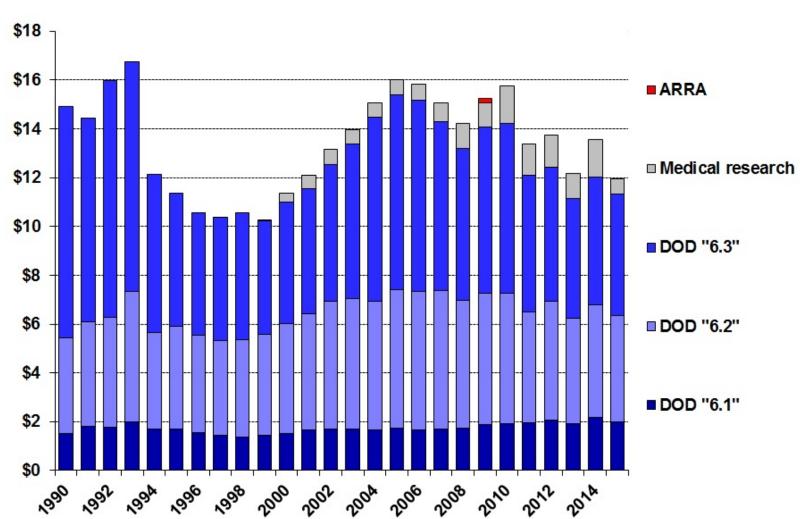




### 国防総省の科学技術予算推移

Trends in DOD Science & Technology





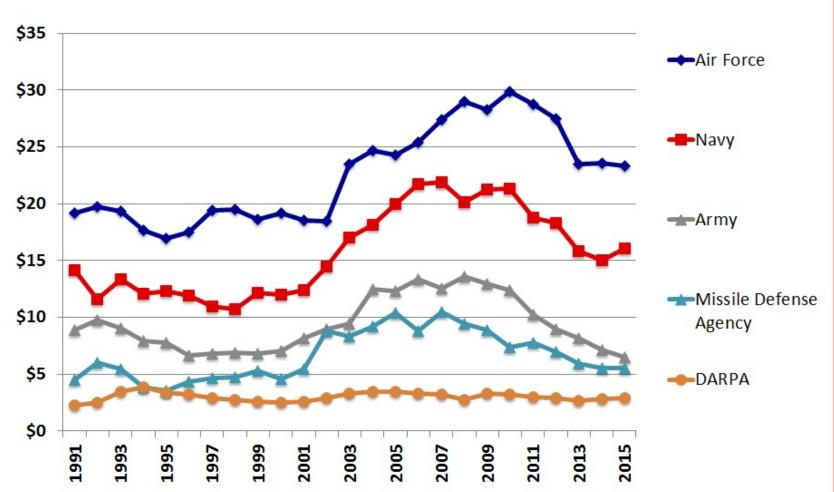
Source: AAAS R&D reports, agency budget documents, and appropriations reports. FY 2014 figures are estimates, FY 2015 is the request. Medical Research is appropriated outside RDT&E; appropriated as applied research pre-1999. © 2014 AAAS

# 国防総省内の研究開発予算推移とDARPA

# A CCCC

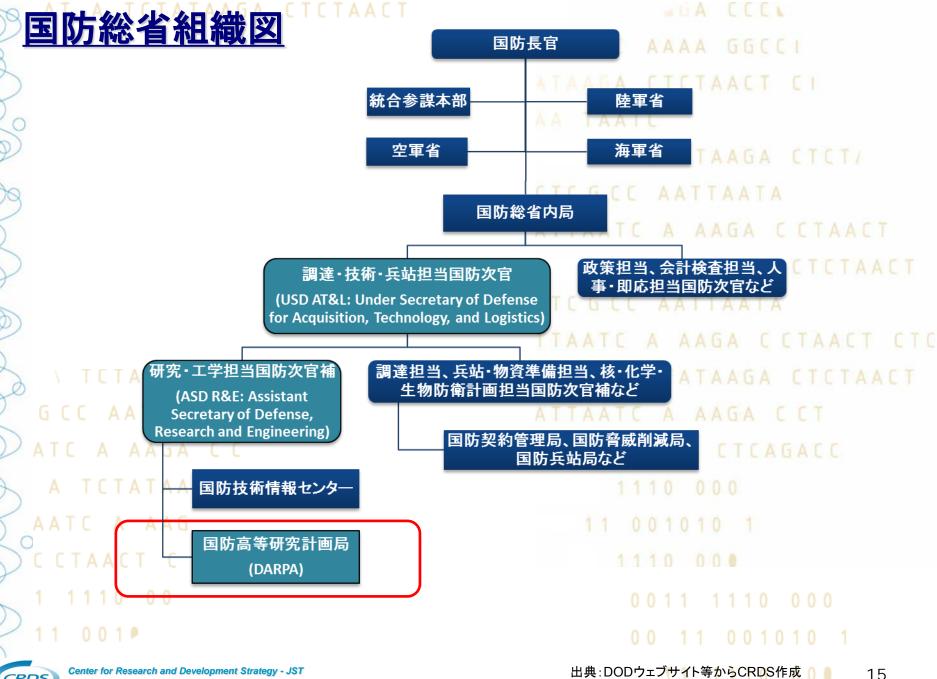
#### Trends in DOD R&D By Department, FY 1991-2015

in billions of constant FY 2014 dollars

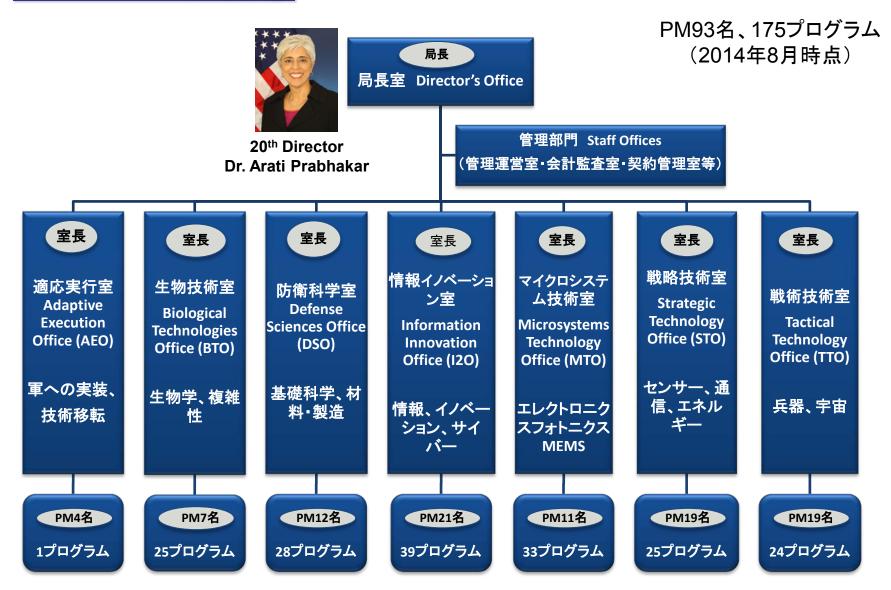


Source: AAAS report series, and OMB and DOD budget documents. FY 2014 figures are estimates, FY 2015 is the President's budget request. © 2014 AAAS

AACT T CTC



# DARPAの組織①



# DARPAの組織②

### 小規模

- □ 研究所や施設を持たず研究開発支援に特化 AATC
- □ 6つの技術研究室と技術移転に特化した適応実行室で構成 ▲ 「 「 「 」
- □ 上級技術職20人、プログラム・マネジャー(PM)約100人など約220人

### フラットで柔軟

- □ 局長(Director)、室長(Office Director)、PMの三層構造 A G A G G
- □ ニーズに合わせて組織を頻繁に改変。2014年4月、生物技術室を新設。
- □ 採用や調達における柔軟な運用

### ■ 技術マネジメントスタッフ全員が期限付き契約

- □ ずっと同じスタッフでは、組織が柔軟性を失いアイデアや技術革新の速度 が鈍るという考え方
- □ 政府間人員法(IPA)の活用による外部スタッフの受け入れ
- ↑ サポート要員の外注化
- ◆ 失敗を肯定する文化:リスクの高いアイデアを追求することを奨励
- スピードを重視:Sense of Urgency



# DARPAの組織③

#### LC AAAA GGCCI

元DARPA局長Tony Tether は、議会証言でDARPA の組織的特徴として以下の12 項目を挙げている。

- 4. 小規模で柔軟であること
- 2. フラットな組織
- 3. 官僚主義的弊害を被らない自立性の高い組織 A TCTATAAGA CTCTAAC
- 4. 世界有数の技術スタッフ
- 5. 研究者のチームとネットワーク
- 6. 職員の回転率が高い組織
- 7. 6 プロジェクトベースの任務構成
- 8. A 「外注サポートスタッフ
- 9. 傑出したプログラム・マネージャー
- 10. 失敗を許容する文化
- 11. 画期的なブレイクスルーを志向
- 12. 様々な協力者を結集し連携を促す

A TETATAAGA ETET/

CTCGCC AATTAATA

ATTAATE A AAGA ECTAACT

A TETATANDA ETETANE

LILULL AATTAATA

TTAATC A AAGA CCTAACT CT

A TCTATAAGA CTCTAACT

ATTAATC A AAGA CCT

GA CCTAACT CTCAGACC

1110 000

11 001010 1

1110 000

0011 1110 000

(出典元は W. B. Bonvillian, Power play. The American Interest, II (2), 39-49.2006年)

#### JUA CCCI

# DARPA指導部の構成

出典:DARPAウェブサイト(2014年8月18日閲覧)からCRDS作成

Mr. Dale C. Waters Mr. Charles Wolf Mr. David Busigo, Director for Business and Finance Dr. Geoffrey Ling Dr. Alicia Jackson Mr. Jason Lamp Ms. Lisa A. Mattocks 7 25 以 Mr. Daniel Kaufman Dr. Stefanie Tompkins 空席 Ms. Kristen Fuller Ms. Karen McMullen 12 28 で (DSO) Mr. Daniel Kaufman Dr. Brian M. Pierce Ms. Tanya Tanner Mr. Gregory Woosley, Security 21 39 で (ADO) Dr. William Chappell 空席 Ms. Barbara Pica Ms. Kelly Maurer Program Support Assistant Dr. Dr. Nils Sandell Jr. Ms. Khine Latt Mr. Patrick Bailey Mr. Scott Wenzel Dr. Dr. David Shaver, Chief Scientist for Air Dominance Ms. Pamela Melroy Mr. Jeffrey Smith Ms. Miriam Prantner Greenbaum, Program Security Officer 19 24 Security	6					шу(:2/:::///	711,2011,107,101	192710 30.	12011720
日本		Office Leadership			Additional Staff				
Mr. Dale C. Waters Mr. Charles Wolf Director for Business and Finance Dr. Geoffrey Ling Dr. Alicia Jackson Mr. Jason Lamp Ms. Lisa A. Mattocks 7 25 防衛科学室 (DSO) Dr. Stefanie Tompkins 空席 Ms. Kristen Fuller Ms. Karen McMullen 12 28 情報イ/ベーショ Mr. Daniel Kaufman Dr. Brian M. Pierce Ms. Tanya Tanner Mr. Gregory Woosley, Security 21 39 マイクロシステム Dr. William Chappell 空席 Ms. Barbara Pica Ms. Kelly Maurer Program Support Assistant Dr. Nils Sandell Jr. Ms. Khine Latt Mr. Patrick Bailey Mr. Scott Wenzel Dr. David Shaver, Chief Scientist for Air Dominance Dr. Bradford Tousley Ms. Pamela Melroy Mr. Jeffrey Smith Ms. Miriam Prantner Greenbaum, Program Security Officer 19 24					Director, Program	Program Analyst		PMs	Programs
防衛科学室 (DSO) Dr. Stefanie Tompkins 空席 Ms. Kristen Fuller Ms. Karen McMullen 12 28 情報イノベーショ Mr. Daniel Kaufman Dr. Brian M. Pierce Ms. Tanya Tanner Mr. Gregory Woosley, Security 21 39 フィクロシステム 技術室 (MTO) Dr. William Chappell 空席 Ms. Barbara Pica Ms. Kelly Maurer Program Support Assistant 11 33 33 以下 Stefanie Tompkins では、 Mr. Steven Larsen、 Program Support Assistant 11 33 35 以下 Nils Sandell Jr. Ms. Khine Latt Mr. Patrick Bailey Mr. Scott Wenzel Dr. David Shaver、 Chief Scientist for Air Dominance Mr. Daniel Greenbaum、 Program Security Officer 19 24 36 37 38 39 39 39 39 39 39 39 39 39 39 39 39 39	適応実行室 (AEO)	Mr.	Dale C. Waters	Mr. Charles Wolf	Director for Business			4	1
情報イバーション室 (IZO) Mr. Daniel Kaufman Dr. Brian M. Pierce Ms. Tanya Tanner Mr. Gregory Woosley, Security 21 39 マイクロシステム 技術室 (MTO) Dr. William Chappell 空席 Ms. Barbara Pica Ms. Kelly Maurer Program Support Assistant Dr. Nils Sandell Jr. Ms. Khine Latt Mr. Patrick Bailey Mr. Scott Wenzel Dr. David Shaver, Chief Scientist for Air Dominance Dr. Bradford Tousley Ms. Pamela Melroy Mr. Jeffrey Smith Ms. Miriam Prantner Greenbaum, Program Security Officer 19 24	生物技術室 (BTO)	Dr.	Geoffrey Ling	Dr. Alicia Jackson	Mr. Jason Lamp	Ms. Lisa A. Mattocks		7	25
フィクロシステム 技術室 (MTO) Dr. William Chappell 空席 Ms. Barbara Pica Ms. Kelly Maurer Program Support Assistant 11 33 戦略技術室 (STO) Dr. Nils Sandell Jr. Ms. Khine Latt Mr. Patrick Bailey Mr. Scott Wenzel Dr. David Shaver, Chief Scientist for Air Dominance 19 25 (STO) Dr. Bradford Tousley Ms. Pamela Melroy Mr. Jeffrey Smith Ms. Miriam Prantner Greenbaum, Program Security 21 39 24 39 39 39 39 39 39 39 39 39 39 39 39 39	防衛科学室 (DSO)	Dr.	Stefanie Tompkins	空席	Ms. Kristen Fuller	Ms. Karen McMullen		12	28
対称室 (MTO) Dr. William Chappell 空席 Ms. Barbara Pica Ms. Kelly Maurer Program Support Assistant 11 33 数据格技術室 (STO) Dr. Nils Sandell Jr. Ms. Khine Latt Mr. Patrick Bailey Mr. Scott Wenzel Dr. David Shaver, Chief Scientist for Air Dominance 19 25 の Ms. Famela Melroy Mr. Jeffrey Smith Ms. Miriam Prantner Greenbaum, Program Security Officer 19 24 Security Officer 19 24	情報イノベーショ ン室 (I2O)	Mr.	Daniel Kaufman	Dr. Brian M. Pierce	Ms. Tanya Tanner			21	39
Dr. Nils Sandell Jr. Ms. Khine Latt Mr. Patrick Bailey Mr. Scott Wenzel Chief Scientist for Air Dominance 19 25 Dr. Bradford Tousley Ms. Pamela Melroy Mr. Jeffrey Smith Ms. Miriam Prantner Greenbaum, Program Security Officer 19 25 Dr. Bradford Tousley Ms. Pamela Melroy Mr. Jeffrey Smith Ms. Miriam Prantner Security Officer 19 24 Dr. Bradford Tousley Ms. Pamela Melroy Mr. Jeffrey Smith Ms. Miriam Prantner Security Officer 19 25 Dr. Bradford Tousley Ms. Pamela Melroy Mr. Jeffrey Smith Ms. Miriam Prantner Greenbaum, Program Security Officer 19 25 Dr. Bradford Tousley Ms. Pamela Melroy Mr. Jeffrey Smith Ms. Miriam Prantner Greenbaum, Program Security Officer 19 24 Dr. Bradford Tousley Ms. Pamela Melroy Mr. Jeffrey Smith Ms. Miriam Prantner Mr. Daniel Greenbaum, Program Security Officer 19 24 Dr. Bradford Tousley Ms. Pamela Melroy Mr. Jeffrey Smith Ms. Miriam Prantner Mr. Daniel Greenbaum, Program Security Officer 19 24 Dr. Bradford Tousley Ms. Pamela Melroy Mr. Daniel Greenbaum, Program Security Officer 19 24 Dr. Bradford Tousley Ms. Pamela Melroy Mr. Daniel Greenbaum, Program Security Officer 19 24 Dr. Bradford Tousley Ms. Pamela Melroy Mr. Daniel Greenbaum, Program Security Officer 19 24 Dr. Bradford Tousley Ms. Daniel Greenbaum, Program Security Officer 19 24 Dr. Bradford Tousley Ms. Daniel Greenbaum, Program Security Officer 19 24 Dr. Bradford Tousley Ms. Daniel Greenbaum, Program Security Officer 19 24 Dr. Bradford Tousley Ms. Daniel Greenbaum, Program Security Officer 19 24 Dr. Bradford Tousley Ms. Daniel Greenbaum, Program Security Officer 19 24 Dr. Bradford Tousley Ms. Daniel Greenbaum, Program Security Officer 19 24 Dr. Bradford Tousley Ms. Daniel Greenbaum, Program Security Officer 19 24 Dr. Bradford Tousley Ms. Daniel Greenbaum, Program Security Officer 19 24 Dr. Bradford Tousley Ms. Daniel Greenbaum, Program Security Officer 19 24 Dr. Bradford Tousley Ms. Daniel Greenbaum, Program Security Officer 19 24 Dr. Bradford Tousley Ms. Daniel Greenbaum, Program Security Officer 19 24 Dr. Bradford Tousley Ms. D	マイクロシステム 技術室 (MTO)	Dr.	William Chappell	空席	Ms. Barbara Pica		Program Support	11	33
取術技術至 (TTO) Dr. Bradford Tousley Ms. Pamela Melroy Mr. Jeffrey Smith Ms. Miriam Prantner Greenbaum, Program 19 24 Security Officer	戦略技術室 (STO)	Dr.	Nils Sandell Jr.	Ms. Khine Latt	Mr. Patrick Bailey		Chief Scientist for Air	19	25
7 5 7 5 4 <b>93 175</b>	戦術技術室 (TTO)	Dr.	Bradford Tousley	Ms. Pamela Melroy	Mr. Jeffrey Smith	Ms. Miriam Prantner	Greenbaum, Program	19	24
121			7	5	7	5	4		175

出典:DARPAウェブサイト(2014年8月18日閲覧)からCRDS作成

K	6				AAAA UULLI				
1		<b>役職</b> 氏名		DARPA加入前の経歴		DARPA		博士号	軍歴
		X 496	Д-1	民間企業等	大学	政府•軍	との関連	日土 つ	<b>平</b> 框
		局長	Dr. Arati Prabhakar	Raychem CTO、 Interval Research社長、U.S. Venture Partnersパートナー				CALTECH (応用物理学)	
		次長	Dr. Steven H. Walker			空軍研究所、DOD特別 補佐官、空軍科学技術 工学次官補代理		ノートルダム大学 (航空工学)	
	AEO		Mr. Dale C. Waters						元空軍 准将
	ALU		Mr. Charles Wolf						元海軍 大佐
	вто	室長	Dr. Geoffrey Ling		米軍衛生保健大学教授、 ジョンズホプキンス病院	陸軍医療部隊	DSU CPINI、副至长、	コーネル大学(薬理学)、ジョージタウン 大学MD	元陸軍 大佐
		副室長	Dr. Alicia Jackson			上院エネルギー・天然資 源委員会スタッフ		MIT(材料工学)	
	DSO		Dr. Stefanie Tompkins	産業界で10年研究経験 (分光学、データ分析)		陸軍情報官	STOでPM、副室長	MIT(物理学)	
			空席						
	120	室長		弁護士、Dreamworks Interactive COO、Kalisto Entertainment、 Auratio Consulting			DSOでPM		
		副室長		レイセオン、ロックウェル、ヒューズ エアクラフト				UCリバーサイド (化学)	
	мто		Dr. William Chappell		パーデュー大学教授		11-14年MTOでPM、14 年副室長	ミシガン大学 (物理学)	
	NITO		空席						
2	STO	室長	Dr. Nils Sandell Jr.	ALPHATECH 社長、BAEシステム ズAIT副社長	74-79年MIT准教授		DARPAコンサルタント	MIT(OR)	
ξ .		副室長	Ms. Khine Latt		ペンシルベニア州立大応 用研究所	DOD戦略能力室技術 ディレクター、ONR	03-11年ATO/STOでPM		
		室長	Dr. Bradford Tousley	Logos Technologies		陸軍士官学校准教授、 武装騎兵隊	4/-06年PM	ロチェスター大学 (電子工学)	陸軍士官
	тто	副室長	Ms. Pamela Melroy	ロッキード・マーティン		連邦航空局、NASA(宇宙飛行士)			空軍テスト パイロット
	J31 -								

# プログラム・マネジャー(PM)①

LE AAAA GGCC

- DARPAの心臓部はPM。PMはアイデアの探索、プログラムの企画立案、マイルストーンによる進捗状況の評価管理、顧客・ユーザー・同分野の研究者との調整、資金提供、研究活動の指導など多岐にわたる業務を実施

NIH

DOE

DARPA

DARPA **NSF/NIH** (プログラム・マネジャー) (プログラム・オフィサー) 人数 約100人 NSF: 約400人 NIH: 約1000人 プロジェクトの企画・立案・推進者、強力な裁 ピアレビューの調整者 役割 量を持った審査員 |科学技術的価値、DARPAミッションへの貢 基本的な審査基準 科学的価値、教育的効果 献度 審査においてウエイト 技術課題解決への貢献可能性をPMが判断 ピアレビューにおける合議結果 を占める要素 ファンディング対象 制限無し 学術機関(大学)がメイン

# プログラム・マネジャー(PM)②

C AAAA GGCCI

- PMは3~5年の期限付き契約(通常4年)
  - □ 新しいアイデアと新しいスタッフのエネルギーをコンスタントに取り入れることが利益となるという考え方。 A TCTATAAGA CTCT/
  - □ PMは毎年25%程度が交代することを目標としている TAATA

ATTAATC A AAGA CCTAACT

- PMの採用
  - □ 企業や政府・大学等で経験を積んでいるトップレベル人材を通年採用
  - □ DARPA関係者の口コミからの採用が多い
- ATC□APMに必要とされる能力
  - A TCT■ 特定技術分野に関する専門知識・人脈、予算管理能力、説明能力
- AATC A■ /特に様々なステークホールダーとのコミュニケーション能力を重視
  - - □、室長が実質的な採用権限を持っている
    - □ IPA(政府間人員法)による期限付き出向の活用

# プログラム・マネジャー(PM)③

# LC AAAA GGCC

- プログラムの評価にはHeilmeier Catechism(ハイルマイヤーの質問)が用いられる。Dr. George H.Heilmeierは元DARPA局長(1975-77年)。

#### **Heilmeier Catechism**

- 1. What are you trying to do? Articulate your objectives using absolutely no jargon. What is the problem? Why is it hard?
- 2. How is it done today, and what are the limits of current practice?
- 3. What is new in your approach and why do you think it will be successful?
- 4. Who cares?
- 5. If you are successful, what difference will it make? What impact will success have? How will it be measured?
- 6. What are the risks and the payoffs?
- 7. How much will it cost?
- 8. How long will it take?
- 9. What are the midterm and final "exams" to check for success? How will progress be measured?



# ハイルマイヤーの質問集



- 1. 【明確な目的】何をしようとしているのか?専門用語を一切使わずに説明せよ。何が課題で何が難しいのか。
- 2. 【現在の方法と限界】現在はそれをどのように実現していて、現行の方法の限界はどこに あるのか?
- 3. 【新しさと成功理由】提案している方法の何が新しく、なぜそれが成功すると思うのか?
- 4. 【受益者】誰のためになるか?
- 5. 【インパクト】成功した場合、どのような違いを生み出せるのか?どのようなインパクトがあるか?インパクトをどうやって測定するか?
- 6. 【リスクとリターン】リスクとリターンは何か?
- 7. 【コスト】その方法にかかるコストはどれくらいか?
- 8. 【時間】実現するのにどれくらいの時間がかかるのか?
- 9. 【評価方法】中間評価と最終評価はどのように行うのか?何をもって成功とみなすのか?



# PMの経歴(防衛科学室)

3						
(	氏名		博士号	軍歴		
7	<b>10.11</b>	民間企業等	大学	政府•軍	日本 ク	<del>+</del> Æ
8	Dr. Fariba Fahroo		海軍大学院教授	空軍科学研究局(AFOSR)	ブラウン大学 (応用数学)	
(	iir Raza (=nananan	ボーイング、BAEシステムズ、 ベル研究所			メリーランド大学 (電気工学)	
2	Dr. Jim Gimlett	Alternative Power Generation, Network Elements, Bellcore/Telcordia	CALTECH、スイス核研 究所		CALTECH(物理学)	
2	Dr. Judah Goldwasser				ウォータールー大学 (ポリマー科学)	
0	Dr. Prem Kumar		ノースウェスタン大学教 員から出向		ニューヨーク州立大学 (物理学)	
7	N/IT N/II/CD3AI N/I3DAT	Martin Marietta、AAI、デュポン		陸軍研究所(ARL)		
3	Dr. John Main	Precision Systems and Instrumentation LLC創設、 Intific Inc.でCOO	メーン大学、ケンタッキー 大学で准教授	DARPAでPM(02年)	バンダービルト大学 (機械工学)	
5	Dr. Tyler McQuade	マックス・プランク	フロリダ州立大学教員、 MITポスドク		ウィスコンシン大学 (有機化学)	
	Mr. Doran Michels					
2	Dr. Mark Micire			NASAエイムズ研究所、連邦 緊急事態管理庁(FEMA)	マサチューセッツ大学ロー ウェル校(コンピュータ科学)	
C	Dr. Gill Pratt		MIT准教授、オリンエ科 大学教授		MIT(電気工学)	
2	Dr. Vincent Tang			ローレンスリバモア研究所	MIT(応用プラズマ物理学)	



# PMの経歴(情報イノベーション室)

出典:DARPAウェブサイト(2014年9月2日閲覧)からCRDS作成

0		ULLI				
5			DARPA加入前の経歴	博士号	軍歴	
(		民間企業等	大学	政府•軍	.,, ,	
	Mr. Timothy Booher			空軍高速能力開発室、国 防総省内局、空軍研究所		
1	Dr. Paul Cohen		アリゾナ大学コンピュータ科学部長、南 カリフォルニア大学教授、MIT教授		スタンフォード大学 (コンピュータ科学)	
	Dr. David Doermann	Applied Media Analysis, Inc.創立者・社長	メリーランド大学言語メディア処理研究 所長		メリーランド大学 (コンピュータ科学)	
(	Dr. John Everett	産業界で16年の経験			ノースウエスタン大学 (人工知能)	
Y	Mr. Timothy Fraser	マイクロソフト、Trusted Information Systems	メリーランド大学先端コンピュータ研究所			
/	Dr. Randy Garrett				フロリダアトランティック大学 (コンピュータ科学)	
1	Mr. Mike Geertsen	マイクロソフト、ソフトウェア会社社長				
2	Mr. Richard Guidorizzi	ITエンジニアとして22年の経験		DARPAの情報管理部門		
1	Dr. Michael Hsieh	SAIC, Booz Allen Hamilton	HRL Laboratoriesでポスドク		プリンストン大学(化学)	-
(	Dr. Suresh Jagannathan	NEC研究所	パーデュー大学教授		MIT(コンピュータ科学)	
1	Dr. Angelos Keromytis	Allure Security Technology Inc.	コロンビア大学准教授から出向	NSF	ペンシルバニア大学 (コンピュータ科学)	
1	Dr. Robert Laddaga	Dynamic Object Language Labs、 Raytheon BBN Technologies	バンダービルト大学教授、MIT人工知能 研究所	96-99年ITOでPM	スタンフォード大学 (コンピュータ科学)	
1	Dr. John Launchbury	Galois, Inc.創設者·主任科学者	オレゴン健康科学大学教授		グラスゴー大学 (コンピュータ科学)	
(	Dr. Boyan Onyshkevych				カーネギーメロン大学 (言語情報技術)	
X	Mr. Frank Pound	Raytheon SI, Invicta Networks				海兵隊
1	Dr. Daniel Ragsdale			陸軍士官学校副校長	(コンピュータ科学)	元陸軍 大佐
1	Lt Col George Roelke, Ph.D.					空軍 中佐
1	Mr. Michael Walker	セキュリティソフト開発者				
K	Dr. Rand Waltzman		スウェーデン王立工科大学准教授		メリーランド大学 (コンピュータ科学)	
	Dr. Christopher White		ハーバード大学、ジョンズ・ホプキンス大 学で研究員	I2O研究者	ジョンズ・ホプキンス大学 (電気工学)	

# PM採用のための特例措置

- 優秀なPMを採用するために以下の特例が適用されている。
- ■「実験人材採用権限(Experimental Personnel Hiring Authority)」:技術スタッフに対して通常の連邦公務員規則に定められた規定以上の給与を支払うことができる。連邦議会が90年代に導入。▼★★▼ ★ ★★★ ★ ★★★

  - □ しかし、DARPAは40名を上限として定員枠外で、特に優秀と認められる 「科学技術人材を採用できる。
- □ この枠外職員については、通常の格付けに因らず、上級職相当基本給▲ 額で処遇できる。
  - ▲ □ さらに必要と認められる場合、基本給に加え追加給与を支給できる。

AATC A AAG

CTAACT C

1110 00

11 001

11 001010 1

1110 000

0011 1110 000

00 11 001010

# DARPA内のPM支援制度

- PMは、リーダーとして研究グループ同士のコラボレーションを強化することに専念するため、管理業務をアウトソースする TAATC
- - □ DARPAの管理部門が、IT・契約・法務・予算など管理業務全般においてPMをサポート A TCTATAAGA CTCTAAC
- ATC A DARPAと長年取引がある防衛関連コントラクターの中からPMが選 A TCTAT出。GA
- ▲▲▼□ 技術支援専門家による支援
- 【 【 TAA 【 DODの付属研究所等から、博士号レベルの研究者がPMを支援。 1 1110 技術的進捗状況のチェックやスケジュール、研究チームメンバーの 評価を行う。

# DARPAのファンディングの流れ

a LA CCCI

出典: DARPA資料等からCRDS作成

#### Step1:解決すべき技術課題の特定

軍・DOD部局のニーズを調査しながら、DARPAが自立的に課題を特定【トップダウン】

Step2:アイデアの生成

PMが課題解決のための具体的なアイデアを研究者・技術者コミュニティから見つけ出す 【ボトムアップ】

Step3: プログラムの立ち上げ

室長の助力を得ながらPMがファンディング・プログラムを企画・立案

TCTATA.

Step4:公募

DARPA 局長の研究プロジェクト承認後、BAA(Broad Agency Announcement)による公募

A TCTATAAGA

Step5:審查·契約

PMの裁量で採択案件を選定

Step6:助成

資金提供形態(助成金・共同契約・契約・その他の取引)を選択して助成

# Step 1: 課題の設定

# C AAAA GGCCI

### 管理職とPMが、軍およびDOD部局のニーズを調査しながら、 DARPAとして自立的に課題を特定【トップダウン型課題設定】

■ DARPAは、直近の軍部のニーズと、長期的な戦略の分析によって2年毎に 戦略計画を策定。DARPAの主要課題は、DODの4年ごとの国防計画見直 し(QDR)や国防科学委員会(DSB)等で掲げられた優先事項に対応

#### CTCGCC AATTAATA

- DARPAの上級マネジャーとPMは、各軍の次官や司令官など軍関係者と頻繁に会合を重ねてDODの技術ニーズの把握につとめる
- ▲▼□□▲陸•海•空軍、DODの他の内部部局からの要請•意見交換 ▲ □▲ □□
  - ▲ □c政府情報機関(CIA、NSA)からの要請・意見交換。。
- AAT□ NASA、NSF、FAA等や政府以外の機関(NAS等)との意見交換

#### C CTAACT C 1110 00

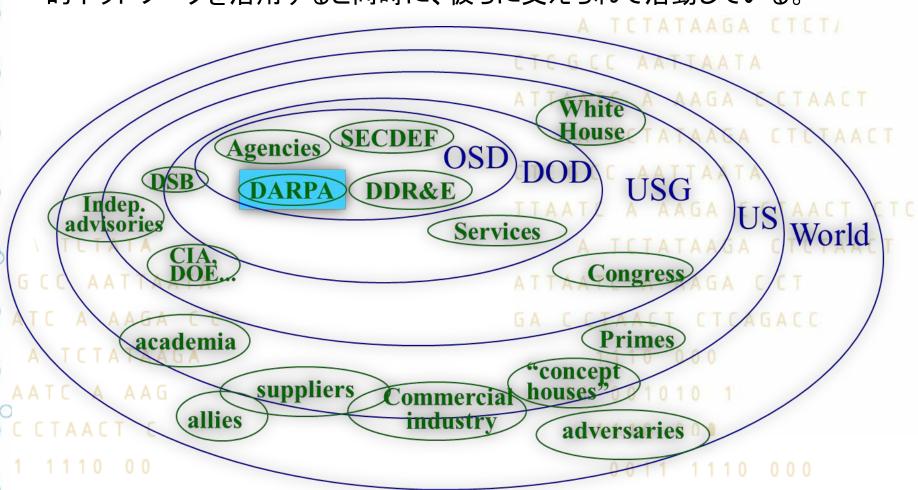
■ DARPAによる説明 "Advanced S&T, above and beyond Service Labs; not requirements driven. " "Informed by – not driven by – DOD" 1



### "DARPA コネクション"

LC AAAA GGCCI

■ DARPAは、国防長官府(OSD)・国防総省(DOD)を中心にした、多様な人的ネットワークを活用すると同時に、彼らに支えられて活動している。



出典: Richard Van Atta, Innovation and the DARPA Model in a World of Globalized Technology, 2013



# Step 2:アイデアの生成

### PMが課題解決のための具体的なアイデアを 研究者・技術者コミュニティから見つけ出す【ボトムアップ型アイデア探索】

- PMは、全米各地を回って以下のようなルートから、革新的なアイデアとそれ を持つ人を探し出す
  - 産業界、学界からの提案
  - □ PM自身の研究者人脈
  - □ 学会への参加、ワークショップの主催 ▼▼
  - □□DSB等、DODの諮問機関からの提案
- □ DARPAがスポンサーをしている研究会からの提案
- □ 海外の技術動向調査:諸外国において発生した技術ブレークスルーか らのアイデア抽出

- 「<del>ナーマがあってそれに合わせてPMを決める場合と、PMが決まってから</del>
- テーマが決まるケースの両方がある





# Step 3: プログラムの立ち上げ

### PMがファンディング・プログラムを企画・立案。 DARPA内での承認プロセスを経て公募へ移行

- PMは新しいアイデアを元にプログラムを企画・立案し、直属の上司である室 長(Office Director)に提案。 <u>ATTAATE A AAGA CETAACT</u>
- DARPA 局長に提案するだけの価値があるかどうかを室長が判断。
  - □ 室長の仕事は、PMの仕事を助け、PMと局長の間をつなぐこと
  - □ 局長・室長は様々な協力者を結集して、PMに連携を促す
- G CC AATTAATA ATTAATC A AAGA C CT
- DARPA局長、局次長、室長で構成される技術審議会(technology council) で研究プログラムが検討され、局長が最終決定。
- AATC A AAG 11 001010 1
- プログラムを始める前のアイデアの培養に半年から1年かけて検討を繰り返してニーズや方向性を明確に定める(「Homework」「Initial Study」)。他の 機関にはこれがなく、成果への大きな差になっているといわれる。



C AAAA GGCCI

### DARPA 局長による研究プログラムの承認後、 BAAもしくはRFPによる公募

■ 主に以下の2つの方法で公募を実施。主流はBAA。 AATTAATA

ATTAATC A AAGA C CTAACT

- - → 基礎・応用研究のための提案を公募 「「 AATTAATA

ATC A AAGA CC GA CCTAACT CTCAGACC

A TETATAAGA

AATC A AAG

CCTAACT C

1 1110 00

11 0010

1110 000

11 001010 1

1110 000

0011 1110 000

00 11 001010





#### **Broad Agency Announcement**

Integrated Cyber Analysis System (ICAS) DARPA-BAA-13-13 March 15, 2013



Defense Advanced Research Projects Agency 675 North Randolph Street Arlington, VA 22203-2114

AATC A AAG C CTAACT C 1 1110 00



#### Table of Contents

art I	I: Full Text of Announcement	4
I.	FUNDING OPPORTUNITY DESCRIPTION	4
II.	AWARD INFORMATION	9
III.	ELIGIBILITY	11
A.	Applicants	11
В.	Procurement Integrity, Standards of Conduct, Ethical Considerations and Organizational	
Co	onflicts of Interest	12
C.	Cost Sharing/Matching	12
D.	Other Eligibility Requirements	12
IV.	APPLICATION	14
A.	Announcement	14
В.	Proposals	14
C.	Proprietary and Classified Information	21
D.	Submission Instructions	23
E.	Funding Restrictions	25
٧.	EVALUATION	26
A.	Evaluation Criteria	26
В.	Review and Selection Process	26
VI.	AWARD ADMINISTRATION	28
A.	Selection Notices	28
В.	Administrative and National Policy Requirements	28
C.	Reporting	35
D.	Electronic Systems	35
VII.	AGENCY CONTACTS	37
VIII.	OTHER INFORMATION	38
A.	Frequently Asked Questions (FAQs)	38
В.	Proposers' Day	38
c	Submission Checklist	38

### Step 5: 審查·契約

#### (外部レビューを参考にしつつ)PMの裁量で採択案件を選定

- DARPA のPMは、専門家の意見も求めるが、最も可能性があると判断した 研究実行者(=パフォーマー)を選択する権限を持っている。
- 提案内容は、以下の基準に沿った技術審査によって評価・選定される。
- 1. 科学的・技術的なメリットがあるか (Overall Scientific and Technical Merit)
- 2. 国防上の課題を解決し、DARPAのミッションに貢献するか(Potential Contribution and Relevance to the DARPA Mission)
- 3. コストの見積もりは現実的か (Cost Realism)
- 4. 提案されたスケジュールは現実的か(Realism of Proposed Schedule)
- 5. 技術移転を実現する計画と能力があるか (Plans and Capability to Accomplish Technology Transition)
- 6. 提案者の能力と関連する経験は十分か(Proposer's Capabilities and/or Related Experience)



# C AAAA GGCCI

#### 資金提供形態 を選択して研究資金を助成

- 連邦政府の助成は通常、法律で規定された以下のいずれかの形態をとる

  - □ 契約(Contract):基礎・応用研究よりもシステム開発などに対して利用されており、大学や研究機関よりも民間企業が受給対象となることが多い。
  - □協同契約(Cooperative Agreement):助成金と契約の混合形態 □

#### G C C AATTAATA

- DARPA は上記以外の「その他の取引を行う権限(OT: Other Transaction authorities)」の活用により、企業や大学との間で、連邦調達規則(FRA)のも Aとで通常行うものよりはるかに柔軟な契約の取り決めが可能
  - □ OT:「契約、助成金、協同契約が実行可能でないか、または適切でない場合、DARPAはその使命達成のために、その他の取引を結ぶことができ、 法に反することなく、公共の利益において行われる」(10 U.S.C. § 2371)



### 進捗管理·評価

LC AAAA GGCCI

- PMによる進捗管理
  - □ PMは、研究のコンセプトや方向性について判断を下し、技術的なマイルストーンごとに方向修正を行なう。成果が芳しくない場合は、研究実行者を入れ替えたり、プログラムの再構築を行う。

  - □ Go/No Go 評価:毎年プログラムの約20%が段階的に終了し、新たな技術分野の新プログラムがスタートする。「「「「「 AATTAATA

#### ■ 局長・室長によるPM評価

- - □ 局長・室長によるプログラム・レビューやサイト訪問:室長はPMと月にーク 度進捗をチェック。局長・副局長は年に1回チェック
- - □「ハイルマイヤーの質問」が基本的な評価基準。不確実性(uncertainty)
    - ○は許容されるが、あいまいさ(ambiguity)は許されない。 ○ 1 1 1 ○



# DARPA戦略計画における重点分野

a UA LLL

	2003	2005	2007	2009	2011
戦略目標	テロ対策				グローバル情報・監視・偵察
	宇宙利用	宇宙利用	宇宙	宇宙	適応型製造
	ネットワーク化した有人無 人システム	ネットワーク化した有人無人 システム	高度有人・無人システム	高度有人・無人システム	適応型インターフェース
	強靭な自己組織型ネット ワーク	強靭・安全な自己組織型戦 術ネットワーク	強靭・安全な自己組織型 ネットワーク	強靭・安全な自己組織型 ネットワーク	医療・人的システム
	捕捉し難い地上目標の探知・識別・追跡・破壊	捕捉し難い地上目標の探知・精密識別・追跡・破壊	捕捉し難い目標の探知・精 密識別・追跡・破壊	捕捉し難い目標の探知・精 密識別・追跡・破壊	サイバーと動力学
	地下構造の割り出し	地下構造の探知・割り出し・ 評価	地下構造の探知・割り出し・ 評価	地下構造の探知・割り出 し・評価	新しい軍隊
	バイオ革命	バイオ革命	バイオ革命	バイオ革命	
	認知計算	認知計算			
		都市部の作戦	都市部の作戦	都市部の作戦	
			第一線・後方比率の増大	第一線・後方比率の増大	
	材料	材料	材料	材料	材料
	マイクロシステム	マイクロシステム	マイクロシステム	マイクロシステム	マイクロシステム
	情報技術	情報技術	情報技術	情報技術	エレクトロニクスとフォトニクス
山			量子科学技術	量子科学技術	量子
中核技術			バイオ・インフォ・マイクロ	バイオ・インフォ・マイクロ	宇宙
			電力とエネルギー	電力とエネルギー	エネルギー
			数学	数学	位置調整・ナビゲーション・同身
			製造科学技術	製造科学技術	
	Center for Research and Development Strategy - JST 独立与运动生 1 对学世练年围绕集 研究 图条路吹み5点		レーザー	レーザー	39

### 近年のプログラム事例①

- 半自律式の四脚荷物運びロボット LS3 (Legged Squad Support System)「Big Dog」



- コグニティブ技術危険通報システム CT2WS
  - □ 遠方から危険を察知して兵士に知らせる双眼鏡。兵士の脳にある潜在意識のパターンをチェックし、兵士が自覚する前に危険を察知する



- ナノエアービークル (NAV: Nano Air Vehicle)
  - □ 屋内および屋内での作戦に利用する超軽量小型飛行体。□ 翼を高速で羽ばたかせてホバリングや飛行ができるハチドリ型ロボットの試作品を開発。



- チェムボット
  - □ 米ハイテク企業アイロボットと共同で開発している柔軟性の 高い軟体ロボット





### 近年のプログラム事例②

- 極超音速試験飛翔体 Falcon HTV-2
  - □ 世界中のどこへでも1時間以内に到達できるマッパ20の極 超音速機開発 A T ( T A



- 非対称透過シールド(市街戦闘用非対称素材) ▲ T T A A T C
  - □「メタマテリアル」の活用により簡単に携行・展開できる「非 対称シールド」の開発



- バルチャー(「コンドル」)
  - □ 偵察や監視、通信などの作戦用に、滞空時間5年以上の 性能を備えた無人機の開発。



- 液体に溶ける医療用シリコンチップ





1 1

# **DARPAの資金配分先①:2013年**

TABLE 10. Preliminary federal obligations for research and development, by agency and performer: FY 2013

Extramural										
			United States and U.S. territories							
Agency	Total R&D	Intramural <sup>a</sup>	Industry	Industry- administered FFRDCs	Universities and colleges	University- administered FFRDCs	Other nonprofits	Nonprofit- administered FFRDCs	State, local governments	Foreign
All agencies	136,471.6	37,301.0	52,286.3	4,936.7	27,785.9	3,395.9	6,309.4	2,828.7	1,038.2	589.4
Departments										
Department of Agriculture	2,269.2	1,471.2	23.6	0.0	737.5	0.0	24.1	0.0	11.2	1.5
Agricultural Marketing Service	5.3	5.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Agricultural Research Service	1,102.6	1,027.2	0.0	0.0	65.2	0.0	8.8	0.0	0.2	1.2
Animal and Plant Health Inspection Service	37.0	29.0	0.0	0.0	8.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Economic Research Service	77.4	68.9	4.5	0.0	3.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0
Foreign Agricultural Service	0.6	0.2	0.0	0.0	0.3	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
Forest Service	321.0	274.2	1.3	0.0	32.8	0.0	4.2	0.0	8.2	0.3
Grain Inspection, Packers, and Stockyards Administration	6.9	6.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
National Agricultural Statistics Service	7.4	6.8	0.0	0.0	0.4	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0
National Institute of Food and Agriculture	707.8	51.8	17.9	0.0	627.7	0.0	7.6	0.0	2.8	0.0
Rural Business-Cooperative Service	3.3	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0
Department of Commerce	1,868.2	1,063.5	487.7	0.0	286.4	1.4	11.8	0.0	16.5	0.9
National Institute of Standards and Technology	1,171.0	489.1	487.1	0.0	170.6	0.0	11.4	0.0	12.3	0.6
National Oceanic and Atmospheric Administration	507.6	384.8	0.6	0.0	115.8	1.4	0.3	0.0	4.3	0.3
National Telecommunications and Information Administration	6.7	6.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
U.S. Census Bureau	182.9	182.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Department of Defense	73,724.6	24,367.1	43,102.0	1,036.4	2,374.9	436.7	462.4	971.8	694.5	278.8
Defense Advanced Research Projects Agency	2,817.0	219.4	1,826.5	17.8	611.1	36.7	74.1	6.8	0.0	24.6
Department of the Air Force	29,381.5	4,457.7	23,416.2	192.8	412.7	133.0	12.1	703.6	24.5	28.8
Department of the Army	8,712.1	4,473.3	3,847.8	10.4	284.8	23.1	29.8	40.3	0.0	2.7
Department of the Navy	16,846.3	5,670.7	9,435.1	712.6	750.6	42.4	116.3	96.3	0.9	21.2
Other defense agencies <sup>b</sup>	15,967.7	9,546.2	4,576.4	102.8	315.6	201.5	230.0	124.8	669.1	201.5

出典: Federal Funds for Research and Development: Fiscal Years 2011-13, NSF 14-312, July 2014



001

### DARPAの資金配分先②: 2011年~2013年



- FFRDC(連邦政府出資研究開発センター)は、2014年5月現在連邦政府全体で41ある。企業、大学、NPOのいずれかによって運営され、所管省庁から予算が配分される。
- 産業FFRDCの例
  - Los Alamos National Laboratory (Los Alamos National Security, LLCが運営)
  - 🖿 Sandia National Laboratories(Sandia Corporation, a subsidiary of Lockheed Martin Corpが運営)
- 大学FFRDCの例
  - Jet Propulsion Laboratory(California Institute of Technologyが運営)
  - Lawrence Berkeley National Laboratory (University of Californiaが運営)
- 非営利FFRDCの例
  - Oak Ridge National Laboratory(UT-Battelle, LLCが運営)
  - Science and Technology Policy Institute (Institute for Defense Analysesが運営)



### DARPAの資金配分先③:上位の企業と大学(2012年)

2		
	企業	金額 (USドル)
1	Lockheed Martin	70,680,654
2	HRL Laboratories, LLC	62,273,459
3	BBN Technologies	36,060,273
4	Booz, Allen & Hamilton, Inc.	29,828,820
5	International Business Machines, Inc	28,763,438
6	BAE Systems National Security Solutions Inc.	26,337,529
7	Science Application International Corporation	25,700,695
8	Boston Dynamics, Inc.	20,824,173
9	BAE Systems Information & Electronic Sy stems Integration Inc	16,922,423
10	System Planning Corporation	16,309,889

#### A TCTATAAGA

#### AATC A AAG

#### CCTAACT

- 出典:国防総省「2012-DARPA-Funding-List」
  - 2012年の配分額14.9億ドルの内訳
  - SBIR関連プログラム総計 38,442,933ドル

	大学	金額(USドル)
1	MIT Lincoln Laboratory	33,692,830
2	Massachusetts Institute of Technology	25,093,992
3	Johns Hopkins Univ / Applied Physics Laboratory	23,737,306
4	Harvard University	22,584,587
5	Stanford University	17,447,436
6	Duke University	13,431,829
7	Vanderbilt University	10,257,956
8	University of California, Los Angeles	9,011,205
9	University of California, San Diego	7,593,018
10	Pennsylvania State Univ / Applied Research Lab	7,145,306
11	Carnegie Mellon University	7,127,447
12	Columbia University	6,175,783
13	California Institute of Technology	5,822,821
14	University of California, Berkeley	5,792,227
15	University of Maryland	5,641,974
	Yale University	5,433,906
17	Georgia Institute of Technology	5,398,640
18	University of Pennsylvania	5,383,853
19	Northwestern University	4,758,661
20	University of Florida	4,737,470
21	MIT Artificial Intelligence Lab	4,646,059
	Princeton University	4,412,750
	University of California Santa Barbara	4,262,251
	University of Virginia	3,987,616
	Purdue University	3,883,791
	University of Pittsburgh	3,148,380
	University of Colorado	2,850,746
	University of Wisconsin	2,251,262
	University of Illinois	2,234,584
	University of Chicago	2,007,100
31	Rensselaer Polytechnic Institute	1,772,646
	University of California San Francisco	1,754,339
	University of Rochester	1,740,130
	University of Utah	1,714,814
	Boston University	1,558,488
	George Mason University	1,451,627
	Iowa State University	1,438,387
	Tufts University	1,308,788
	Arizona State University	1,307,236
	Drexei University	1,234,256
41	University of Massachusetts	1,205,907
	Ohio State University	1,077,914
	Michigan State University	1,077,273
44	New York University	1,012,999



# DARPAチャレンジ

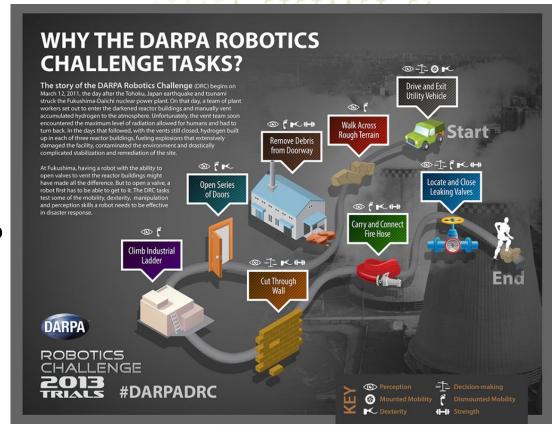
LC AAAA GGCC

■ 懸賞金方式(Prize)によるイベント形式での研究支援プログラム AALI 決められた目標を短時間でクリアするためのイノベーティブなアイデアを競わせる。これらのアイデアは、テロ対策等に使えるとともに民生への応用可能性も意識されている。低コストでアイデアを発掘する手法として注目。

名称	開催年	賞金	チャレンジ概要		
グランド・チャレンジ	2004	100万ドル	砂漠での長距離無人自動車レース。完走車なし。		
グランド・チャレンジ	2005	200万ドル	砂漠での長距離無人自動車レース。5台完走し、スタン フォード大学チームが優勝。		
アーバン・チャレンジ	2007	200万ドル	市街地での長距離無人自動車レース。6台完走し、カーネギーメロン大学チームが優勝。		
ネットワーク・チャレンジ	2009	4万ドル	全米に隠した10個の気球の正確な位置を特定する。インターネットとソーシャルネットワークの活用を競う。MITチームが優勝。		
DMACE* チャレンジ	2010	5万ドル	デジタル製造工程で作られた生成物の物性を予測するモデルの開発。UCSBチームが優勝。		
シュレッダー・チャレンジ	2011	5万ドル	シュレッダーにかけられた文書を最も早く復元しメッセージを 解読する		
ロボティクス・チャレンジ	2012-15	200万ドル	災害時に人間の代わりに現場で初期対応に当たれるロボットを開発する		
*DMACE: Digital Manufacturing Analysis, Correlation and Estimation					

### DARPA Robotics Challenge TRIALS 2013 競技種目

- Vehicle: 車を運転して規定コークラインを主破する
- 2. Terrain: コンクリートブロック が積み上げられた凸凹道を走 破する
- 3. Ladder: 9段のハシゴ (角度と 手すりの有無を選択可)を登る
- 4. **Debris**:通路上に散乱する角 材などの障害物を除去して通 過するATTAATA
- 5. ▲ **Door**:3つのドア(押す扉、引く 扉、支えないと閉じる扉)を開 けて通過する



- 6. Walla電気ドリルを用いて壁面の既定の場所を切断して穴を開ける
- 7. 1 Valve: 大きさ・形状の異なる3つのバルブハンドルを回す1 1110 000
- 8. Hose:ホースを引き出して、壁に設置された給水ノズルまで運び接続する



# **DARPA Robotics Challenge**







#### DARPA Robotics Challenge TRIALS 2013 最終結果

#### 【決勝進出8チーム】

- 27 SCHAFT (日本)
- 20 IHMC ROBOTICS (フロリダの研究所)
- 18 TARTAN RESCUE(カーネギーメロン大学)
- **16 MIT**
- 14 ROBOSIMIAN (JPL)
- 11 TRACLABS (テキサスの会社)
- 11 WRECS (WPI+CMU)
- 9 TROOPER (ロッキードマーチン)



- 8 VIGIR (バージニア、オレゴンなど)
- 8 KAIST (韓国)
- 3 HKU (香港大学)
- 3 DRC-HUBO (ドレクセル大学)
- 0 CHIRON (ユタの会社)
- 0 NASA-JSC (NASA ジョンソン宇宙センター)
- **0 MOJAVATON**

Center for Research and Development Strategy - JST

※黒字はハードとしてAtlasを利用。赤字はソフト・ハードとも自前の参加者。



Tartan Rescue



Mojavaton





Atlas



Robosimian



**KAIST** 



**DRC-Hubo** 



Chiron







## 「DARPAモデル」

- 1. ハイリスク・ハイペイオフ研究の支援に特化した独立組織 AACT
  - 研究所や施設を持たず、画期的なブレイクスルーを志向する研究支援に専念
  - プロジェクトの選定と運営を自立的に意思決定
- 2. 明確な課題設定、目標の明確なプロジェクト形成
  - 国防上の技術課題解決を目指してプロジェクトベースで任務を実施
- 3. プログラム・マネジャー(PM)主導のプログラム運営
  - 優秀なPMがDARPAの全て "100 geniuses connected by a travel agent"
- 4. 任期付き雇用のスタッフによるローテーション・システム
  - PMなど技術マネジメントスタッフは全員が期限付き契約(3~5年)
  - 新しいスタッフ=新しいアイデア。PMは毎年25%程度が交代
- 5. 小規模・フラットで柔軟な組織運営
  - ▶ 上級技術スタッフ20人、PM約100人、全体でも約220人
  - ▲ T局長 室長・PMのフラットな構造。管理業務は外注化
- 6. A A <u>失敗を許容する文化、スピードの重視</u>
  - リスクの高い技術上のアイデアを追求し、即座に判断・実行することを奨励
- 7. コンセンサスよりも個人の判断を尊重する意思決定スタイル
  - ピアレビューは部分的にしか用いない。個人の責任で迅速に判断



### DARPAモデルの他省庁への拡大①



#### インテリジェンス IARPA

- □ 設置: 1998年、高等研究開発局(ARDA: Advanced Research and Development Agency)
- □ 2007年、インテリジェンス高等研究計画活動(IARPA: Intelligence Advanced Research Projects Activity)に改称
- □ DARPAを相当模倣した運営がされている模様だが、活動の実態・成果等 は不明

#### ■ 国土安全保障 HS-ARPA

- □ 設置:2002年、国土安全保障省高等研究計画局(HS-ARPA: Homeland Security Advanced Research Projects Agency)
- □ これまでのところ、成功しているとは見られていない
- □ DHS科学技術局に従属しており独立性が欠如している
- □ 長期的・革新的成果よりも短期的成果への要求にさらされている
- □ 政治的支持も足りない



### DARPAモデルの他省庁への拡大②

# arpa.e

#### ■ エネルギー ARPA-E

- □ 2005年、全米科学アカデミーが設置を提言。2007年、議会がエネルギー 高等研究計画局(ARPA-E: Advanced Research Projects Agency -Energy)をDOEに設置することを決定。2009年から予算措置が始まる。
- □ 革新的エネルギー技術を開発するために、産業界では取り組むことが困難なハイリスク・ハイペイオフ研究への資金助成を行う。
- □ Program Director 10名を含む30数名のスタッフ、予算は毎年約3億ドル。
- □ これまでエネルギー貯蔵、バイオエネルギー、エネルギー伝送等の分野で 300以上のプロジェクトに助成中。
- □ 投資効果を検証する指標として、採択プロジェクトへの民間・公共投資や それに基づく起業事例を調査。明確な成果はまだ出ていないものの、エネ ルギー研究開発に携わるBest & Brightest を糾合しつつあると評価。

#### ■ 教育 ARPA-ED

□ オバマ大統領が2012年の予算教書で、教育省に ARPA-ED (Advanced Research Projects Agency for Education)を設置することを提案したが実現せず。今年3月、2015年度予算教書で再度設立を提案。



# DARPAモデルの民間への適用

- ゼロックスのパロアルト研究所、ロッキード社のスカンクワークス、SRIインター ・ ナショナルなど、インパクトのある研究開発を行ってきた独立組織は民間にも 多数存在
- モトローラ・モビリティ(グーグル→レノボ傘下)の先進技術プロジェクト(ATAP: Advanced Technology and Projects)
  - □ DARPAの元局長・次長が指揮するモトローラの研究開発部門
  - □ DARPAモデルの3つのエッセンスを組織運営に生かして、次世代ハードウェアなど新製品開発に取り組む
    - Ambitious technical goals (野心的な技術目標)
    - Temporary project teams (期間限定のプロジェクトチーム)
    - Agency independence (組織の独立性)
  - ┃ 3Dプリンティングによる部品を使ったモジュ
    AATラ★携帯電話プロジェクト「Project Ara」で
    「有名」
    - □ 【参考】Dugan, Regina E., and Kaigham J. Gabriel (2013), "'Special Forces' Innovation: How DARPA Attacks Problems," *Harvard Business Review*.

Center for Research and Development Strategy - JST

独立行政法人 科学技術振興機構 研究開発戦略センター



AAAA GGCCI

- 「DARPAモデル」は、優秀なPMの個人的能力を最大限に生かすユニークな研究開発マネジメント方式。科学技術コミュニティの力を引き出せるPMに予算と権限を与えつつ、自由に活動させて課題達成を目指す
- 明確な目標設定とマイルストーン管理による期間限定の「プロジェクト」
- ★軍というユーザ・現場との距離が近いため、何が課題で何を研究支援すべきかが明確で問題意識を持ちやすい環境
- 議会の政治的支持があるため、柔軟な採用制度や、調達における「その他の 取引(OT)」など、政府の中でも例外的な取り扱いの恩恵に浴している

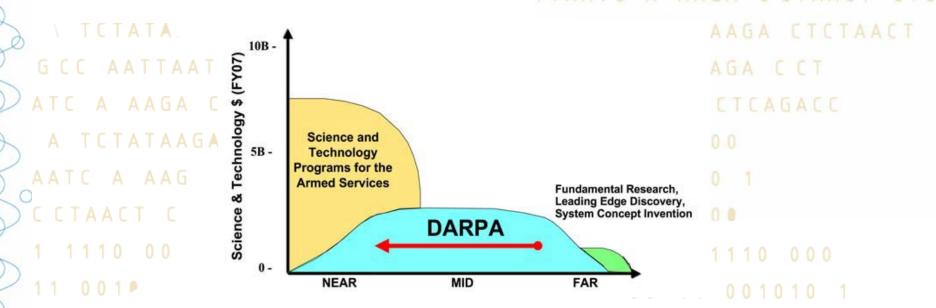
#### ■ DARPAを支える基礎的条件:

- ①顧客であり、かつ初期調達者である軍の存在
- ②国家安全保障を最優先する国民合意と国防上の技術課題解決という明確な組織目標の共有
- ③人材供給を支える研究者の流動性とキャリアパスの多様性
- ④効率的なマネジメントを可能にする人事・会計制度の柔軟な運用
- ⑤リスクテイクやチャレンジを奨励する文化・国民性
- → DARPAの成功は、国防総省と米国のイノベーションエコシステムに大きると依存している。DARPA単独では機能しない。

#### 参考①「短期」~「長期」の実際の年月の長さについて(1)

- 現実を単純化したもので、技術の"懐胎(gestation)期間"は技術分野によって異なる
  - □ マイクロエレクトロニクスやITは材料・システムに比べて短期的
  - □ 防衛科学室(DSO)はより基礎的で長期志向
  - □ 装置の試作品製作などを行うプログラムは短期的、国防関係にフォーカスした戦術技術室(TTO)や戦略技術室(STO)はよりシステム・オリエンテッドで短期志向

  - □ 一般的に、DARPA局長・室長は、漸進的で変化に乏しい短期的過ぎるプログラムも、 基礎科学志向が強すぎる長期的過ぎるプログラムも避けるよう注意している

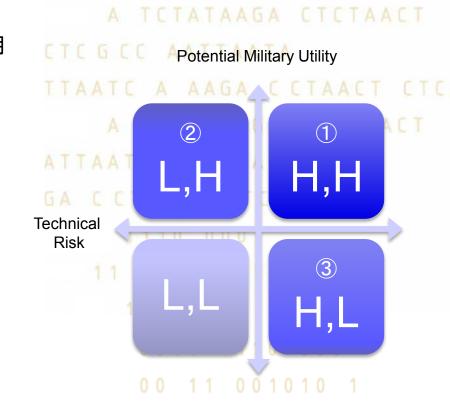




#### 参考①「短期」~「長期」の実際の年月の長さについて(2)

- 「短期:2年以内 中期:5年~7年 長期:10年~15年以上」(DSB報告書1999年)

  - □ すぐに成果の出る漸進的な短期プロジェクトと、なかなか結果の出ない野心的すぎる 長期プロジェクトに偏向しており、軍への実装効果のある中期的なプロジェクトが軽視 されていると指摘 ATTAATC A AAGA (CTAACT
- DARPAプログラムを構成する基準として、短期・中期・長期のスペクトラムではなく、<u>潜在的な</u> <u>軍事有用性と技術リスク</u>から考えるべきとして 以下の3タイプへの重点投資を勧告
- 「「□▲①ハイリスク・ハイペイオフ(H,H)
- DARPAの大半を占めるべきプロジェクト:60%
- A 1 ② □ ← リスク・ハイペイオフ(L,H)
- ▲ A T [ A 本本の実装を睨んだ短期計画:20%
  - 「 T PA ③ハイリスク・ローペイオフ(H,L)
    - より長期の研究開発:20%





### 参考② PMの成功報酬、利益相反問題等

- PMの成功報酬?
  - □ DARPAにおける成功報酬やインセンティブ支払いの存在は確認できていない。
  - □ 新株予約権やロイヤリティの供与も、連邦政府公務員には問題が生じると思われる。
- 米国における利益相反(Conflicts of Interest)問題への対応 ▲ GA
  - TⅢ 連邦政府公務員の利益相反問題に対しては、合衆国政府倫理局(U.S. TAACT AOffice of Government Ethics: OGE)がルールを作成し監視。
- 国防総省(DoD)はDoD雇用者が守るべき倫理規定等を追加で制定
- - - 1110 NIH http://www.nih.gov/about/ethics COI.htm11 1110 000

### 参考③ DARPAと利益相反問題

- DARPAŁCOI
  - □ DARPA局長とPMには、OGEとDoDの規定、及びDARPAの倫理規定が適用される
  - □ 規定文書は確認できないが、以下のような内容と推定される
    - 利益相反関係の報告義務、相反関係にある案件に関する意思決定の回避
    - 採用時研修の義務付け、離職時情報の開示
  - □ DARPAのファンドを受けた研究実施者にも利益相反関係の事前申告等の規定を周知:公募書類であるBAAには「Procurement Integrity, Standards of Conduct, Ethical Considerations, and Organizational Conflicts of Interest」の項目が毎回記載
- DoD監察官による報告書(2013年1月) <a href="http://www.dodig.mil/PUBS/documents/DODIG-2013-039.pdf">http://www.dodig.mil/PUBS/documents/DODIG-2013-039.pdf</a>
  - NPO(Project on Government Oversight: POGO)の調査申し立てに対し、「DARPA」の倫理プログラムは連邦政府基準に合致しており、適切に運用されている」と回答
  - □ 40人のDARPAスタッフを無作為調査。53件のCOI関係を確認したが、欠格通知などにより全て適切に対処したと報告
  - □ 背景に2つの問題
    - Dugan前局長の利益相反問題:2000年のPM離職後に自らが設立した企業(親族が役員)に対し、局長在任中に契約便宜を図ったとされる問題
    - BAEシステムズ社問題:情報イノベーション室に延べ8人のPMが在籍したBAEシ□ ステムズ社に契約便宜が図られたとされる問題□ 0 1 1 1 1 1 0 0 0 0
  - □□ Prabhakar現局長は2012年の局長就任後に、自主的に資産公開を実施している。

### 参考④ 2011年プログラム グローバル ISR(情報・監視・偵察)

グローバルISR:より多くの革新者・アナリストの参加を可能にする 改良高適応多重センサーの活用手法を通じて、大量データ問題へ の対処能力を開発する。

- 対潜水艦作戦 (ASW) 無人艦 (ACTUV)
- 先進目撃システム (One Shot)
- 高度戦闘員センサー情報システム・技術
- 高度暗視システム (ANVS)
- 自律的リアルタイム・ユービキタス地上監視画像システム (ARGUS-IR)
- 高度広域FOV建築画像再構築・活用 (AWARE)
- 化学偵察
- 建物内部偵察 (CIR)
- チップスケール・スペクトル分析器 (CSSA)
- Deep Learning
- 分散敏捷潜水艦ハンター (DASH)
- ダイナミック光学画像照準器 (DInGO)
- 光学極細監視
- 「 フロー型情報理論追跡 (FITT)
- 群葉透視地上移動標的表示レーダー利用計画 (FOPEN-GXP)
- TFOPEN偵察監視追跡戦闘用レーダー (FORESTER)
- 重力異常トンネル露出 (GATE)
- A 高度作戦実験 (HALOE)
  - 半球型配列検出画像システム (HARDI)
- 異種空中認識チーム (HART)
- ヘテロ構造非冷却磁気センサー (HUMS)
- 総合マイクロプライマリー原子時計技術 (IMPACT)
- Insight
- 統合危機早期警戒システム (ICEWS)
- 1 1 統合センサー構造 (ISIS)
- 知識強化圧縮測定 (KECoM)

- 追跡・従軍間広域追跡光学探索 (LACOSTE)
- 低コスト熱撮像装置 (LCTI-M)
- ■機械読み取り
- 米航空機多機能防衛エレクトロオプティックス (MEDUSA)
- マイクロ低温冷却器 (MCC) AAGA [T]
- 軍事画像監視技術
- Mind's EyeAATTAATA
- マイクロ慣性航法技術 (MINT)
- マルチパス利用レーダー AAGA 〔 〔 ̄ AA〔 丁
- ナノ航空機 (NAV)
- ネット追跡
- Nexus 7
- 非従来型アクティブソナー
- 持続監視利用・分析システム (PerSEAS)
- 光子計数アレイ (PCAR)
- 協力自動話後転写 (RATS) 🛕 🛕 🖺
- Real World
- RealNose A A G A
- River Eye
- 地震·音響振動画像 (SAVi)
- ミニマルプラニング・センサー・トポロジー (SToMP)
- Shrike
- コンピュータカメラによる戦闘員中心画像 (SCENICC)
- 宇宙監視望遠鏡 (SST)
- 3Dスタンドオフ精密ID (SPI-3D)
- 長波赤外線暗視力増加用戦術航空機 (TAILWIND)
- 都市推理地理空間利用技術 (URGENT) ↑ ↑ ↑
- ビデオ・画像検索分析ツール (VIRAT)
- Visibuilding
- RF用途向けワイドバンドギャップ半導体 (WBGS-RF)

00 11 001010

■ 広域ネットワーク検出 (WAND) 1 1 0 0

#### 参考④ 2011年プログラム 適応型製造、適応型インターフェース

**適応型製造**:適応性を高める新製造技術を開発し、より多くの従来型・非従来型革新者の参加を実現する。

- 医薬品製造の加速 (AMP)
- 適応型センサーシステム (ADAPT)
- アナログから情報へ (A-to-I)
- 抗体技術プログラム (ATP)
- 集積回路の完全性・信頼性 (IRIS)
- 破壊型製造技術
- 急速適応型次世代地上戦車両 (FANG)
- 規則的解析格子アレイとトリム露光 (GRATE)
- 自己修復混合信号集積回路 (HEALICS)
- ハイブリッド・マルチ材料ローター (HMMR)
- 断片的即時製造適合 (iFAB)
- ▶ 軽量セラミック装甲車
- b 製造可能な勾配屈折率光学素子 (M-GRIN)
- マスクレス・ナノライター
- マイクロ・エレクトロメカニカル・システム (MEMS) Exchange
- AMETA T A T A A G A
- 再生可能送受信機のためのスケーリング可能ミリ波(MMW) A P アーキテクチャ(SMART)
- 構造論理回路
- チップベースのナノファブリケーション
- 集積回路のTRUST (TRUST)

**適応型インターフェース**:指揮所にいる司令官が利用できると同じ 情報を前線の戦闘員も利用できるようにする。

- 戦闘員のための最新無線網
- ブルーレーザ潜水艦レーザ通信 (SLC)
- チップ・ツー・チップ光相互接続 (C2OI)
- 認知技術脅威警戒システム (CT2WS)
- 極限環境における通信方式 (CommEx) AA I
- コア光ネットワーク (CORONET)
- DARPA干渉多元接続 (DIMA)
- グローバル自律言語利用 (GALE)
- モバイル・アドホック無線ネットワーク情報理論 (ITMANET)
- 多元語自動文書分類・分析・翻訳システム (MADCAT)
- モバイル・アドホック相互接続ネットワーク・ゲートウェイ (MAINGATE) A A G A C C T
- モバイル・ネットワークMIMO (MNM)
- NeoVision 2
- 情報分析のための神経工学
- 光無線通信の協調 (ORCA)
- パラメトリック光学プロセス (POPS)
- Resilient C2
- 戦術的利用のための話し言葉の会話・翻訳システム (TRANSTAC)(TRANSTAC)
- ワイヤレス・ネットワーク・アフター・ネクスト (WNaN)



### 参考④ プログラム2011 医療・人的システム、新しい軍隊

医療・人的システム: 予防、治療、回復により、防止可能な戦場で の障害・死亡を10分の1に削減する。

- 7日間のバイオディフェンス
- 速習法
- 予防・治療を可能にする自律診断 (ADEPT)
- 戦場薬物治療
- ブラッド・ファーミング
- コンピュータ科学・科学・技術・工学・数学 (CS/STEM)
- 透析様治療法
- 教育優位
- 電場観測器 (E-FED)
- イネーブリング・ストレス抵抗性 (ESR)
- フィードバック調節自律分子放出 (FRAMR)
- 骨折パテ
- H1N1対策加速(ブルー・エンジェル)
- **Healing Heroes**
- 暴発的心的神経外傷の予防 (PREVENT)
- A Prophecy(病原菌打破)
- 急速高度低酸素適応 (RAHA)
- 信頼できる神経接続技術 (RE-NET)
- 負傷回復を加速する再編成と可塑性 (REPAIR)
- 修復コード化記憶統合神経装置 (REMIND)
- 補綴技術革新
- 負傷出血停止システム

新しい軍隊: 戦闘員の活力を10倍高め、補助人員の費用を10 分の1に削減し、大衆の知恵を結集し価値を引き出す。

- Engage(科学教育の推進)
- 迅速検知のためのグラフの理解・分析 一 地上配備 (Guard Dog)
- ハイブリッド昆虫マイクロ・エレクトロメカニカル・システム (HI-MEMS) A AAGA C CTAACT
- プログラム可能な物質
- 物語·神経科学·実験技術 (STORyNET)
- 戦略社会的相互作用モジュール (SSIM)
- 革新的アプリ
- アーバン・リーダー戦術応答・認識・視覚化 (ULTRA-VIS)

#### 参考④ プログラム2011 サイバーと動力学

サイバーと動力学: 任務の影響アセスメントを行い、サイバー攻撃の成功事例を10分の1に削減する、ミサイル射程で射撃手並 みの精度を可能にする志向性エネルギー、スタンドオフ距離を5倍に拡大したと同等の位置に脅威を押しとどめる動力・浸透能力。

- 航空適応型/航空光ビーム制御 (ABC)
- 複数スケールにおける異常検出 (ADAMS)
- ArcLight
- 自律型ロボット・マニピュレーション (ARM)
- 適応型電子戦争のための行動学習 (BLADE)
- カウンター・スナイパー (C-Sniper)
- レジリエントで適応性のあるセキュアなホストのクリーンスレート・デザイン(CRASH)
- 照準線
- サイバー防衛
- サイバー犯罪インサイダーの脅威
- 損傷許容制御
- 放電励起触媒酸素-ヨウ素レーザ (DECOIL)
- ディスクローター複合ヘリコプター計画
- 動的隔離
- △極限精度ライフル (EXACTO)
- Excalibur
- A A Falcon A A A G
- ファイバー・レーザ・パルス源 (FILPS)
- 編隊飛行
- GH自律空中燃料補給デモ (GHAARD)
- ヘリコプター警戒・脅威停止 音響利用 (HALTT-A)
- 高エネルギー液体レーザ広域防衛システム (HELLADS)

- HyFly: 極超音速飛行
- 多足分隊支援システム (LS3) 📗 🗛
- 長距離対艦ミサイル実証実験 (LRASM)
- 磁気流体力学爆弾 (MAHEM)
- 軍用ネットワーク・プロトコル
- ミッション適応型ローター
- モード切替 (MoTr) 実証試験 🛕 T 🛕
- ナショナル・サイバーレンジ
- WDM高度統合フォトニクス実現可能ネットワーク
- 継続近接航空支援 (PCAS)
- 精密電子戦争 (PREW)
- 反応物質構造 (RMS) AAGA [ [ ]
- RPGNets
- より安全な戦闘員コンピュータ (SAFER)
- 潜水可能な航空機 000
- TANGO BRAVO
- 戦術的拡大可能海洋プラットフォーム (TEMP)
- 船舶甲板用熱管理システム
- トランスフォーマー (TX) トランスフォーマー (TX) 車両
- ► トリプル・ターゲット・ターミネーター (T3) 0 0
- ウルトラビーム
- 水中エクスプレス
- 無人偵察機「バルチャー」

#### 参考4 2011年プログラム 中核技術(1)

- 23の数学的課題
- アーキテクチャ・アウェア・コンパイラー環境 (AACE)
- 適応ナビゲーション・システム
- 最新マイクロシステム技術
- 最新戦闘員ポータブル電源
- 最新構造ファイバー
- アナログ・ロジック (AL)
- 適応型RF技術 (ART)
- 最新X線統合 (AXIS)
- 電離層特性·効果の基礎研究
- バイオ燃料
- バイオインスパイアード・フォトニクス
- バイオミメティック・コンピュータ
- ブートストラップ学習
- / 力シミール効果促進 (CEE)
- RF用途向けカーボン・エレクトロニクス (CERA)
- チップスケール真空マイクロポンプ
- 一体型フォトニクス工学研究センター (CIPHER)
- コンパクト型中間紫外線技術
- シリコン複合半導体材料 (COSMOS)
- コンピュータ科学研究グループ (CSSG)
- 先進構造材料特性管理
- シリコン複合半導体材料マルチプロジェクトウエハ (COSMOS MPW)
  - 絶対参照用コンパクト超安定ジャイロ (COUGAR)

- 軍需物資の非軍事化
- 効率的な中波赤外線レーザ (EMIL)
- 効率的線形化オールシリコン・トランスミッターIC(ELASTx)
- 放射マイクロディスプレイ (EMD) / A
- 高速アクセス宇宙機テストベッド (FAST)
- 理論数学の重点分野 (FAThM)
- 短期実証試験を実現するフロントエンド・ロボット工学 (FREND)
- 苛酷環境向けロバスト・マイクロメカニカル技術 (HERMIT)
- 高周波統合真空エレクトロニクス (HIFIVE)
- 高生産性コンピューター・システム (HPCS)
- 水素金属合金
- 光子情報 (InPho)
- 国際宇宙ステーションSPHERES他分野研究実験 (InSPIRE)
- 瞬間消火
- 統合高エネルギー密度蓄電器 (IHEDC)
- 最先端アクセス・プログラム (LEAP)
- 低コスト軽量ポータブル太陽光発電
- 学習技術・アーキテクチャの軍事用途 (MALTA)
- 制御マイクロ構造アーキテクチャ材料 (MCMA)
- 新輸送特性材料 (MANTRA) 1 1 0 0 0 0
- 検知・活用・実行の数学 (MSEE)
- メソダイナミック・アーキテクチャ (MESO)
- マイクロ電源

### 参考4 2011年プログラム 中核技術(2)

- マイクロスケール電力変換
- 位置調整・ナビゲーション・期のマイクロ技術
- パルス熱処理
- N/MEMS S&Tファンダメンタルズ
- ナノ複合光学セラミックス (NCOC)
- ナノエレクトロメカニカル・コンピュータ (NEMS)
- コーヒーレント・ハイパー光源向けナノスケール・アーキテクチャ
- 次世代窒化物エレクトロニクス技術 (NEXT)
- 現代揮発性論理
- Oh By the Way (OBTW)
- 光格子エミュレーター
- 集積装置の光放射冷却・加熱 (ORCHID)
- 身体的知性
- フォトニック光学内蔵マイクロプロセッサ (POEM)
- 分極キーレス暗号化 POLKA
- 生物環境における量子効果 (QuBE)
- 量子情報科学 (QIS)
- ■▲ 量子軌道共鳴スペクトロスコピー (QORS)
- 量子センサー
- ┗A 量子支援検知・読み取り (QuASAR)
- 量子もつれ科学技術 (QUEST)
- 放射状ブラッグ・レーザジャイロ
- 再生可能海上電力
- 救助トランスポンダー
- RFフォトニクス
  - 半導体重点センター

表面増強ラマン散乱 (SERS) S&T基盤

- 空電ベース地下GPS
- ソフトウェア産性能
- 戦闘員保護システム
- スピントルク転移ランダムアクセス・メモリー (STT-RAM)
- 急峻サブトレショールド ー 極低電力急峻トランジスタ (STEEP)
- 超高感度RFレシーバー半導体同調HTSフィルタ (SURF)
- 電子式操縦光エミッタ—・レシーバー短距離広域視野 (SWEEPER)
- 神経形態適応型プラスチック拡張エレクトロニクスシステム (SyNAPSE)
- システム F6
- 戦術的最先端電力
- テラエルツ・エレクトロニクス
- 熱管理技術
- 熱トンネリング発電
- トポロジー制御軽量装甲車
- 転移学習
- ユビキタス高性能コンピュータ (UHPC)
- 都市フォトニクス・サンドテーブル・ディスプレイ
- 無人水中車(UUV)電力技術
- 高効率太陽電池 (VHESC)
- Vulcan
- 若手教員賞 (YFA)
- ゼノベース・オプトエレクトロニクス (ZOE) 0
- ZETA
- Z-Man 11 1110 000