

**米国における脳情報通信技術分野等の
研究開発動向等の調査**

2013年2月

独立行政法人 情報通信研究機構

米国における脳情報通信技術分野等の 研究開発動向等の調査

目次

1. 連邦政府によるICT関連研究開発の政策動向	4
1.1. 2013 年度及び 2014 年度の連邦ICT 研究開発予算と政策	11
1.2. NITRDにおける優先項目の傾向.....	13
1.3. ICT 研究開発に対する議会の影響.....	19
1.4. 総論.....	23
2. 米国における脳情報通信技術分野の研究開発の動向	29
2.1. 米国におけるBCI研究の概要と動向.....	31
2.1.1. ファタ神経科学イニシアチブ.....	32
2.1.2. DARPA.....	33
2.1.3. DOD関連組織.....	35
2.1.4. NSF	36
2.1.5. NIH	36
2.1.6. 退役軍人省 (Department of Veterans Affairs)	40
2.2. BCI分野に関する研究開発活動を行っている主要研究所	41
2.2.1. 感覚運動神経工学のためのNSF工学研究センター (NSF Engineering Research Center for Sensorimotor Neural Engineering: CSNE)	41
2.2.2. 人工神経のための制御・感覚フィードバック改善に関するNSFの共同研究プロジェクト (NSF Collaborative Research Project on Improved Control and Sensory Feedback for Neuroprosthetics)	46
2.2.3. ジョーンズ・オブキンス大学神経工学・生体計測研究所 (Johns Hopkins University Neuroengineering & Biomedical Instrumentation Laboratory)	48
2.2.4. デューク大学神経工学センター (Duke University Center for Neuroengineering)	51
2.2.5. イースト・テネシー州立大学BCI研究所 (East Tennessee State University BCI Laboratory).....	52
2.2.6. ワズワース・センターBCI研究所 (Wadsworth Center BCI Laboratory)	54
2.2.7. ワシントン大学セントルイス・神経科学・技術イノベーション・センター (Washington University in St. Louis, Center for Innovation in Neuroscience and Technology).....	56
2.3. 脳情報通信技術全般に関する運用、倫理、安全性に関する取組み概要	60

2.3.1.	ペンシルバニア大学神経科学・社会センター (Center for Neuroscience and Society)	61
2.3.2.	スタンフォード大学脳神経倫理プログラム (Stanford Program in Neuroethics)	62
2.3.3.	ブリティッシュ・コロンビア大学脳神経倫理ナショナル・コア (National Core for Neuroethics) 63	
2.3.4.	ヒト研究の倫理に関する全国評議会 (National Council on Ethics in Human Research) 64	
2.3.5.	NIH国立神経疾患・脳卒中研究所 (NINDS).....	65
2.3.6.	クリーブランド・クリニック神経倫理プログラム (NeuroEthics Program: NEP-CC)	66
2.3.7.	北米神経科学学会 (Society for Neuroscience: SfN).....	67
2.3.8.	国際神経倫理学会 (International Neuroethics Society: INS)	68
2.3.9.	倫理と先端技術研究所 (Institute for Ethics and Emerging Technologies: IEET)	69
2.3.10.	米国科学振興協会 (AAAS).....	71
2.4.	BCI研究でのfMRIの使用に関するガイドライン.....	72
3.	米国における耐災害ICT分野の研究開発の動向	75
3.1.	耐災害ICT分野における全般的な動向	75
3.2.	耐災害ICT分野の全般的動向.....	76
3.2.1.	国土安全保障省 (DHS: Department of Homeland Security)による大統領政策指令第 8 号 (Presidential Policy Directive 8)導入 とICTの役割	79
3.2.2.	既存の災害管理ICTの概要.....	85
3.2.3.	連邦ICT研究開発ポートフォリオにおける災害管理／緊急対応	88
3.3.	災害管理と緊急対応分野の主要ICT研究開発イニシアチブ	92
3.3.1.	コンピューティング・コミュニティ・コンソーシアム―「災害のためのコンピューティング」ワーク ショップ (Computing Community Consortium, Computing for Disasters Workshop)	93
3.3.2.	DHS S&Tにおける災害管理関連ICTプロジェクト	100
3.3.3.	オークリッジ国立研究所 (Oak Ridge National Lab)―米南東地域研究イニシアチブにおけ るICTプロジェクト	109
3.3.4.	カーネギーメロン大学 (Carnegie Mellon University)―災害管理イニシアチブ	116
3.3.5.	NSF―効果的災害管理支援のためのIT適用に関するグローバル研究 (Global Research on Applying IT to Support Effective Disaster Management)	126

1. 連邦政府による ICT 関連研究開発の政策動向

2012 年 10 月 1 日に連邦政府の 2013 年会計年度が始まってからというもの、ICT 研究開発関連プログラムを含め、連邦政府の全ての機能は、不確実性の中で運営されている。本来ならば、議会と裁判所を含む連邦政府内の全ての省庁機関の予算を定めた 13 本の歳出予算案が、下院、次いで上院で可決され、大統領が 9 月 30 日までにそれらに署名し、10 月 1 日から始まる新年度の連邦予算が成立するはずであった。

継続予算決議と歳出予算案：連邦R&Dへの影響

2013 年度もまた、過去 5 年間を通して見られるようになった傾向に従い、下院と上院は、歳出予算案を 2012 年 9 月 30 日の期限までに可決することができなかった。そのため、連邦政府の全活動は、2012 年 8 月に可決された継続予算決議 (CR: continuing resolution) によって運営が継続されている。歳出予算案が様々な連邦プログラム全ての予算水準を定めているのに対し、CR は単に、全ての省庁に 2012 年度と同じ水準の予算を継続して分配するものである。研究開発活動に出資する省庁は、このような状況下で、いつかの難しい選択を迫られている。

毎年、複数のプログラムが終了することから、たとえ予算が増額されなかった場合も、省庁において、新たなプログラムを助成できるだけの資金を確保できる場合もある。しかし、CR では、研究プログラムへの助成に関して、前年度の歳出予算案で定められた法的権限がそのまま適用されることになる。そのため、省庁は、本来ならば立ち上げが可能な新しい研究プログラムの種類を、制限しなくてはならないという問題が発生しかねる。全米科学財団 (National Science Foundation: NSF) や国立衛生研究所 (National Institutes of Health: NIH) などの基礎研究に集中した省庁機関は、CR から受ける制約は比較的少ない。それに対し、環境保護庁 (Environmental Protection Agency: EPA) など、ミッション指向型の省庁機関の場合、実施できる、または、実施できない研究の種類について、議会が具体的に歳出予算案で定める傾向があるため、受ける制約は大きい。CR を巡る別の問題は、複数年に渡る研究プログラムへの資金提供が中断される可能性があることである。CR は前年度の予算水準を単に継続するものだが、省庁機関の研究計画とニーズは年によって変わることがある。そのため、CR の下で予算を執行中の省庁機関が、新しい重要な研究イニシアチブを開始したい場合、進行中の研究プログラムの年間予算を削減しなければならないことが多い。その結果、その省庁機関の研究プログラムに参加している企業や大学は、研究活動の最中に研究スコープの変更を強いられる可能性がある。

もう一つの問題は、CR 下での先行き不透明な状況において、省庁機関による研究への資金提供が細分化される傾向にあることである。つまり、1 年またはそれ以上続く研究プロジェクトの場合、省庁は、その開始時にプロジェクト全体の資金提供を承認せず、代わ

りに、6 カ月ほどの短期間に限り資金提供を承認し、その期間が終わってからまた次の期間の資金提供を承認する。資金提供を継続するか否かは、通常、その研究プロジェクトが特定の中期的目標または、マイルストーンを達成した証拠をもとに判断される。

このように政府が長期的な資金提供を拒むようになると、研究者は、短期間で達成しやすい、より控えめな目標を設定し、少しずつ発展させる計画を立てることになる。言い換えれば、プロジェクト後期段階の予算承認を危険にさらす可能性のある、野心的かつ冒険的な研究目標の追求には消極的になる。研究活動全体が保守的な目標のみ追及するような環境では、ナレッジや技術面の飛躍的な進展は望めない。

現在可決されている CR の下、政府の運営は 2013 年 3 月末まで現行の水準で継続される。それ以降については、以下に挙げる 3 つのシナリオが想定される。

- 議会が、2013 年 9 月 30 日に終わる 2013 年度の年間歳出予算法を新たに可決する。その法律の条項により実際の予算水準は上下する可能性があるが、省庁機関は確実に今より大きな予算を獲得する。
- 議会が、現行水準で漸増予算をつける CR を再度可決する（おそらく 2013 年度末まで）。予算を巡る現状の不確実性が続く。
- 議会が 2013 年度の予算割当てについて合意できず、連邦政府機能が閉鎖される。国防や災害応答などの「必要不可欠な」政府機能だけが継続される。研究プログラムのほとんどを含む、その他全てのプログラムは停止され、政府のプログラム・マネジャーは勤務することすら認められない。

現在の予算を巡る状況は、最悪の場合、上記 3 つ目の政府機能の閉鎖につながる。最近では、1995 年末から 1996 年初めにかけて政府機能が閉鎖された。当時、議会で過半数を占める共和党議員が歳出予算の可決を 2 度に渡り阻止し、2 度の政府機能閉鎖に至った（1 度目は 1995 年 11 月で 5 日間、2 度目は同年 12 月 16 日から翌年 1 月 6 日まで続いた）。連邦政府は今回、議会が 2013 年度歳出予算法案を会期中に可決できなかったため、2012 年 10 月 1 日から閉鎖に追い込まれる可能性があった。しかし、同年 11 月の選挙を控えた休会前の 9 月末、議会が現在の CR を可決し、閉鎖は回避された。CR は政府予算を 2013 年 3 月 27 日まで延長するもので、年間予算額は 1 兆 470 億ドルである。1 兆 470 億ドルという数字は、2011 年 8 月に成立した 2011 年財政管理法（BCA: Budget Control Act of 2011）が定める水準に従い算出された。そして、この BAC が、現在、次に述べるような深刻な予算危機の根源となっている。

予算危機と連邦研究開発への潜在的影響

現在、連邦政府は国家財政政策の将来を巡る政治的紛争に巻き込まれており、その紛争は米国の研究開発予算に多大な影響を与える可能性がある。議会は 2013 年末まで

に、同時進行する以下の 3 つの問題の解決に向けて行動する必要に迫られている。

- 自動歳出削減措置
- 2013 年度予算
- 債務上限

<自動歳出削減措置>

自動歳出削減措置(sequestration)と呼ばれるプロセスに従い、2013 年 3 月から連邦政府の全ての裁量支出が強制的に削減される。自動歳出削減措置は、2011 年に成立した BCA によって導入された。そもそも、BCA は、連邦政府の「債務上限」(継続的支出に充てるために、政府に認められた借入金最高額)を引き上げるための妥協案として成立した法律で、BCA なしでは、連邦政府は機能し続けるための資金を借りることができず、長期国債購入者への利子支払い不履行に直ちに陥るところだった。不履行が発生した場合、世界の資本市場は深刻な混乱に陥り、大規模な世界経済のリセッションの引き金になることが広く懸念されていた。

BCA の条項の下、超党派の上院および下院議員による特別委員会「スーパーコミティー(supercommittee)」が設立され、両党が受け入れ可能な長期的財政赤字削減案で合意することが求められた。しかし、特別委員会は最終的に 2011 年 11 月の期限までに支出削減のための妥協計画で合意に至ることができず、自動歳出削減措置が発動された。

BCA は、2 つのコンポーネントによる歳出削減を目指している。ひとつは、連邦政府の裁量的経費(義務的な社会福祉プログラム(例、社会保障や高齢者向け医療ケア)、および債務に対する利子支払いなどを除く項目への支出)を 2012 年度から 2021 年まで、「上限(cap)」を設けて制限する。ここでいう上限とは、向こう 9 年間に渡り、連邦政府の支出を、通常の予算増加傾向に基づく推定支出額よりも少ない 1 兆億ドルに抑えるという意味である。そして、2 つ目のコンポーネントは、軍事および非軍事プログラムを含む、全ての連邦裁量経費の即時削減であり、自動歳出削減措置が最も影響する分野である。削減額は、軍事費が年間 550 億ドル、非軍事費が年間 380 億ドルと推定される。自動歳出削減措置による削減額は、行政予算管理局(Office of Management and Budget: OMB)が BCA をどのように解釈するかによっても変わるため、正確に算出することは難しい。

事実、自動歳出削減措置は、議会の「最終兵器(doomsday device)」として考案された。共和党議員は、保守派が軍事予算増強を望んでいることから、軍事費の強制的削減に強く反発していた。一方、民主党議員は、非軍事費の削減に強く異を唱えていた。というのも、非軍事費の削減は、リベラル派が力を入れる社会保障プログラムに最も影響を与

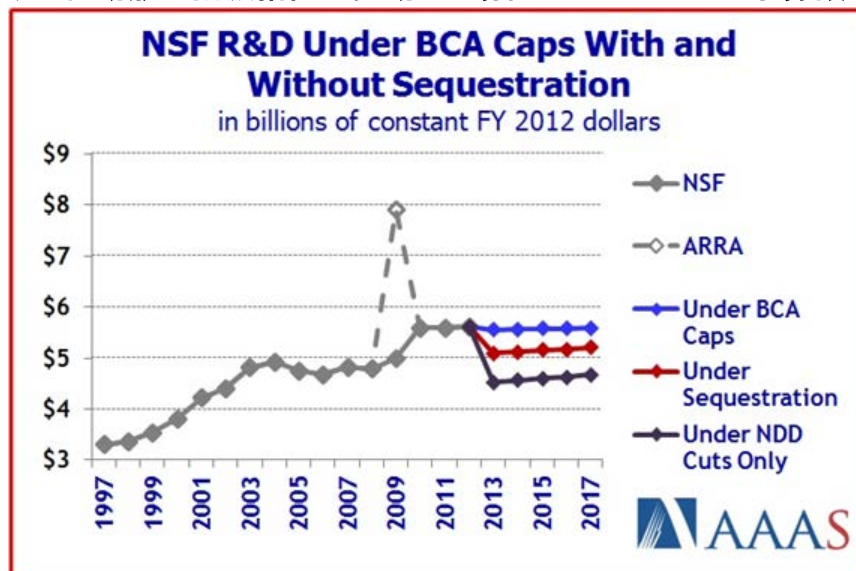
えるからである。そのため自動歳出削減措置は、両党にとってまさに“望ましくないこと”をやったのける措置といえる。こうした両党に反する結果は、特別委員会に対し、効果的な債務削減案で妥協させる十分なインセンティブになると考えられていた。しかし残念なことに、両党の政治的違いはあまりにも大きく、特別委員会もそれを乗り越えることはできなかった。研究開発支出のほぼ全額は、軍事および非軍事の裁量的プログラムから調達されていることから、自動歳出削減措置の発動は ICT 研究を含む連邦研究予算の削減につながる。

アメリカ科学振興協会 (American Association for the Advancement of Science: AAAS) は、過去の傾向に基づく連邦予算推定をもとに、自動歳出削減措置による連邦研究開発予算への包括的影響を予測した¹。それによると 2013～2017 年度の連邦研究開発支出は、2012 年度水準が維持された場合に比べ、推定 570 億ドル減少となる。その減少分の大部分(約 335 億ドル)は、軍事研究開発予算の削減によるもので、残りが非軍事研究開発プログラムからの削減である。多くの省庁の研究開発予算は 1990 年代中盤の実績とほぼ同等になり、米航空宇宙局 (National Aeronautics and Space Administration: NASA) など、一部の省庁では、1980 年度の予算水準に戻るケースもある。共和党議員は、自動歳出削減措置の非軍事費に限定した適用を提案しているが、その場合は、先の推定 570 億ドルもの削減分がすべて非軍事政府機関の負担となる。

自動歳出削減措置の発動は、連邦研究開発にとって深刻な影響を与えかねない。例えば、多くの ICT 研究を助成している NSF は、向こう 5 年間で 20 億ドル超の削減に直面することになる。NSF の 2013 年度研究開発予算は、2012 年度予算 56 億ドルの 8% 強に相当する 4 億 5,000 万ドル以上が削減される。また、少なくとも 2017 年度まで、NSF の研究開発予算は、BCA の支出上限で認められた水準を 4 億ドル以上下回って推移することが予想される。

AAAS では、その予算削減予測を下図表 1 のとおりグラフ化している。下図の青線は、BCA 支出上限のみが採用された場合に NSF に認められる研究開発予算、また、赤線は、自動歳出削減措置の現在の要件が適用された場合に予測される支出水準を示している。黒線は、議会が軍事予算に対する自動歳出削減措置を撤回し、代わりに非軍事裁量 (non-defense discretionary: NDD) 支出から削減分全額を引き出した場合の NSF 予算の推移である。しかし、上院で過半数を占める民主党が、軍事費の同時削減を伴わない非軍事プログラムの削減に反対していることから、黒線に沿った予算推移の可能性は極めて小さい。

¹ <http://www.aaas.org/spp/rd/fy2013/SeqBrief.shtml>

図表 1: 自動歳出削減措置が発動した場合のNSF のR&D予算額予測²

出典: AAAS

自動歳出削減措置の発動を回避する手段として考えられるのは、議会が BCA を代替する新しい法律を可決することである。その場合、新しい法律は、共和党(下院で過半数を占める)と民主党(上院をコントロールする)の双方を納得させる、ある程度の水準の赤字削減を達成する内容でなければならない。

しかしながら、審議に値するような法案はまだ提出されておらず、連邦政府省庁機関は、予定通り自動歳出削減措置の 2013 年 3 月 1 日の発動を見込んでいる。支出削減は 2013 年度の残り期間にかけて徐々に執行されるため、研究開発予算の削減は、緩やかながら、しかし実質的に実施される見通しである。

<2013 年度予算>

自動歳出削減措置による強制的な予算削減そのものは、2013 年度全体の実際の歳出予算を決めるわけではなく、あくまでも、議会が自らの裁量で可決することを認められた、支出全体の水準に制限を設けるに過ぎない。議会は今もなお、実際の 2013 年度歳出予算案の代わりに可決された現在の CR が、2013 年 3 月 27 日に失効するという事実と直面している。CR が延期されるか、あるいは新たな歳出予算案が提出されない限り、連邦政府は CR 失効と共に機能停止モードに入る。つまり、国防や国家安全保障を除く全ての政府機能が停止されるということである。

² <http://www.aaas.org/spp/rd/fy2013/SeqBrief.shtml>

政治アナリストの多くは、仮に議会が予算承認に失敗し政府機能の停止を許した場合、その非難の主な矛先は、共和党に向けられると見解している。共和党の中には、連邦支出削減に本気であることを示すためには、政府機能の閉鎖もやむを得ないとの立場をとる、財政面に関して極めて保守的な議員も一部いるものの、共和党は、非難回避のために、政府機能停止を避ける必要がある。

このような緊迫した状況下、議会は 2013 年 2 月、「ノー・バジェット・ノー・ペイ (No Budget No Pay)」法案を可決した。この法律は、債務上限問題(後述)に関して言及すると共に、仮に議会が 2013 年 4 月 15 日までに新しい予算を承認できない場合、議員報酬も支払いが留保されると定めている。ただし、議員報酬の留保に関しては、議会は、少なくとも新たな CR を、その支出水準が BCA が定める基準に準拠している限り、成立させることで回避することは可能であるため、施行される公算は低い。しかし、万が一、政府機能の閉鎖が起きた場合、相当数の連邦研究プロジェクトが中断される可能性がある。

<債務上限>

連邦政府は、他国と異なり、支出に独自の制約を設けている。すなわち、議会によって、政府が借り入れできる金額に、債務上限と呼ばれる制限が設けられているのである。国家の債務総額がこの上限を超えた場合、政府による借り入れは一時停止され、省庁機関は、外部コントラクターへの支払いをはじめ、社会保障受給者への支払い、政府職員への給料支給、そして国債購入者への利子の支払いなどの債務を履行できなくなる。事実上、連邦政府が債務不履行に陥ることになる。それにより、最も安全な投資対象のひとつとみなされてきた米国債の安定性が揺らぐことになる。その結果、世界の金融システム全体に対する信用は損失し、投融資が大幅に減少し、世界的不況を招く危険性がある。

債務上限の引き上げを承認する法律が不在がこのまま続けば、米国政府は 2013 年 8 月のある時点で債務不履行に陥る。共和党議員は、将来におけるさらなる歳出削減を約束しない債務上限の引き上げは承認しないという強い政治的声明を表明している。一方、民主党議員は、追加条件を一切つけない債務上限法案の提出を共和党に要求した。この債務上限問題が解決するまで、研究開発プログラムを含む全ての政府プログラムは、膨大な不確実性の中で運用されることになる。例えば、債務が上限を超える事態を避ける一つの方法として、OMB が省庁機関に対し、連邦助成研究開発実施機関への支払いを含む、外部への資金提供や既存契約への支払いの一時停止を命じることが挙げられる。そうなれば、債務上限問題は、連邦政府による研究開発助成に直接影響を与えることになる。

先述の、議会が 2013 年 2 月に可決した「ノー・バジェット・ノー・ペイ法案」³では、共和党議員が債務上限の引き上げに反対していることから、債務上限の引き上げを強制する代わりに、2013 年 5 月 19 日まで、上限自体を設定しない、という稀な手段が取られている。そのため、政府はそれまでの間、上限を気にすることなく必要に応じて借り入れを続けることができる。そして、2013 年 5 月 19 日、債務上限が、その日の時点での債務水準にリセットされる。その時点で、新しい債務上限合意が可決されていなければ、OMBと財務省は、国債を新規発行せずに、政府が機能するために必要な資金の調達に取り掛かる。この場合、連邦政府は 2013 年 8 月のある時点までは、債務不履行に陥らず機能できるとみられている⁴。

結論：R&D予算見通しは不透明

議会が 2013 年度修正予算を承認できたとしても、2014 年度の見通しは、極めて不透明なままである。政治戦略の観点から、共和・民主両党のリーダーは 2012 年 11 月の全米選挙において、民主党は下院で共和党に代わり過半数議席を獲得する、また、共和党は上院で民主党に代わり過半数議席を獲得する、また、ホワイトハウスでは、オバマ大統領からロムニー候補へ変わる、など、現状の転換が生じれば、少なくともどちらかの党に有利な状況が生まれ、停滞した状況打破につながることを期待された。しかし結果は、選挙前の状態をほぼそのまま反映したものだ。民主党は上院で過半数を維持しリードをわずかに広げたが、決定的な法律を成立させるには議席数が足りない。また、共和党は下院での優勢を保守するに留まった。オバマ大統領は再選を果たしたものの、得票数でわずかにロムニー氏に勝利したに過ぎなかった。従って、連邦政府の支配力と国家予算政策に対する見解は、今も明確に二分されたままである。

これら全ての問題が原因で、ホワイトハウスは、2014 年度の大統領予算教書 (President's Budget Request) を慣習上の期限である 2 月第 1 月曜日 (2013 年は、2 月 4 日) までに提出することができなかった。また、予算教書が提出されたとしても、予算審議と将来の予算交渉に多大に影響する懸案事項について、議会が何ら解決策を講じていないため、現状においては、あまり意味を成さない。よって、当面、連邦研究開発予算規模に関する確実な推定は不可能といえる。

³ Public Law 113-3, <http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/PLAW-113publ3/html/PLAW-113publ3.htm>

⁴ 詳細は次を参照、
<http://bipartisanpolicy.org/blog/2013/01/hr-325-debt-limit-and-extraordinary-measures-technical-note-warning-wonky>

1.1. 2013 年度及び 2014 年度の連邦 ICT 研究開発予算と政策⁵

ネットワーキングおよび情報技術研究開発 (Networking and Information Technology Research and Development: NITRD) プログラムは、そのスコープに入る全ての連邦 IT 研究開発予算の概要をまとめた年次報告を発行している。この報告は関連予算のほぼすべてを網羅しているが、国防関連の機密扱いの IT 研究は予算額が不明であり、NITRD プログラムもそれらを追跡していない。また、国土安全保障省 (Department of Homeland Security: DHS) は、同省における IT 研究開発すべてを NITRD に報告していない。それでも、NITRD 予算報告をみれば、連邦政府の ICT 研究開発予算の全てとはいわないまでも、そのほとんどを正確に、かつ一貫性のある方法で概観することができる。

2014 年度予算指針書概要

2012 年 6 月 6 日、OMB の Jeffrey Zients 局長と大統領科学技術政策室 (Office of Science and Technology Policy: OSTP) 室長の Dr. John Holdren は、2014 年度の省庁機関研究開発予算要求の優先項目に関する予算指針書⁶を発行した。両氏は、同書を通じて、省庁機関に対し、その省庁機関で最も緊急を要するミッション・ニーズ、および、より広範な国家目標に応じて研究開発プログラムを優先順位付けする必要性を例年通り強調し、かつ、研究プロジェクトの結果について、説得力のある評価基準を策定する必要性も訴えた。

研究領域については、大統領優先項目 (Presidential priority) として以下の領域を強調している。

- **先端製造技術 (Advanced manufacturing)**: 省庁機関は、製造関連の最先端技術を進歩させるプログラムに重点を置くべきであり、産官学連携、そして、先端製造国家戦略計画 (National Strategic Plan for Advanced Manufacturing) に示されるように、複数セクターに資する技術 (ロボット工学、材料開発、積層造形など) の研究に特に注力するべきである。
- **クリーン・エネルギー (Clean energy)**: 省庁機関は、クリーン・エネルギー技術を進化させる研究開発、クリーン・エネルギー技術の製造に関する課題に取り組

⁵ <留意点>2013 年 2 月末日時点で、オバマ大統領から 2014 年度予算案が発表されていないため、①NITRD のプログラムコンポーネントエリア (Program Component Area: PCA) 別の 2012 年度実績、2013 年度推定、及び 2014 年度要求予算に関する具体的な数字、②省庁機関別 2013 年度及び 2014 年度の NITRD 予算、③省庁機関別 2014 年度予算要求における優先項目の内容に関する情報の入手が不可能となっている。

⁶ <http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/m-12-15.pdf>

む研究開発、クリーン・エネルギー技術の展開をサポートする気象予報と海洋予測を進化させる研究開発、そして、産業、建物、製造のエネルギー効率を向上させる研究開発に重点を置くべきである。

- **世界気候変動 (Global climate change)**: 人間とバイオ・ジオフィジカル (bio-geophysical) システムの脆弱性、そして、それらと気候極値、しきい値、そして転換点との関係の理解を進める研究を重視するべきである。進歩が求められる具体的領域は、①極端な傾向を検出するための観察、②観察結果のモデルへの統合、③変動を人的または自然の原因へ帰すること、④地球と人的システムに関する統合研究、⑤意思決定の助けとなる空間的・時間的尺度でのシミュレーションと予測、⑥極端な現象の頻度と強度の変動への適応応答などである。
- **情報に基づく政策策定と管理のための研究開発 (R&D for informed policy-making and management)**: 省庁機関は、意思決定、特に健康、安全、そして環境への影響に関する意思決定のための科学的基盤を強化する研究開発に重点を置くべきである。
- **ナノテクノロジー (Nanotechnology)**: 省庁機関は、省庁横断型の国家ナノテクノロジー・イニシアチブ (National Nanotechnology Initiative) の枠組み内において、2011 年環境・健康・安全研究戦略 (Environmental, Health, and Safety Research Strategy) の遂行に重点を置くべきである。
- **バイオリジカル・イノベーション (Biological innovation)**: 省庁機関は、バイオリジカル・イノベーションを助長する可能性のある研究開発投資、特に、トランスレーショナル科学 (translational science) と、イノベーションと規制面での意思決定を加速するための調整を支援する科学を強化する研究開発投資を優先するべきである。
- **イノベーションと商業化 (Innovation and commercialization)**: 省庁機関は、必要に応じた賞金の授与や、初期段階の技術開発、産学提携、学生向け訓練と民間および公共セクターの労働力ニーズに一貫性をもたせる活動を支援することにより、連邦研究開発投資から生まれるイノベーションと商業化を推進するべきである。

また、同予算指針書によると、ホワイトハウスは ICT 研究の国家優先項目として、以下を挙げている。

IT 研究開発: NITRD イニシアチブの枠組み内において、省庁機関はそのミッションを前進させ、さらに科学的発見とイノベーションの一層の進展

を促すため、ビッグデータ革命 (Big Data revolution) — 急拡大している大型かつ複雑なデジタル・データの集合体 — を巡る課題に取り組むと共に、それがもたらす好機を利用する投資に重点を置くべきである。また、データ解析と管理への投資と、大規模高性能コンピューティング・システムの開発と調達のための資金提供を超える、コンピュータ科学とエンジニアリング分野の基礎研究を優先するべきである。さらに省庁機関は、現在そして将来のサイバー攻撃からシステムを守る技術の開発に取り組む、「信頼できるサイバースペース: サイバーセキュリティ研究開発プログラム 戦略計画 (Trustworthy Cyberspace: Strategic Plan for Cybersecurity R&D Programs)」によって導かれる研究を重視するべきである。

2013 年度 NITRD 予算概要

2013 年度の NITRD 予算要求額は前年度比で約 1.8% 増と、2012 年度実績 (推定) をごくわずかに上回った。しかし、その予算要求が成立することはなく、議会在が 2013 年度の連邦政府機能を継続予算決議によって運営することを決めたことから、2013 年度上期 6 カ月の ICT 研究開発プログラム予算は 2012 年度水準とほぼ同じだった。一方で、新たなプログラム開始に伴い、わずかではあるが、予算の移行もみられる。例えば、サイバーセキュリティに関する研究開発は、省庁機関から引き続き高い関心を集めており、同様に予算も、他の領域から、同分野関連へと移行している。

1.2. NITRD における優先項目の傾向

NITRD 概要

NITRD の前身は、1991 年高性能コンピューティング法 (High Performance Computing Act of 1991) によって初めて正式に設置された。NITRD は、IT 研究開発を支援する連邦省庁機関間の調整役を担っており、その目的は以下の通りである。

- 高度なネットワークング、コンピューティング・システム、ソフトウェア、および付属する情報技術において、米国が技術的リーダーシップを維持できるようにするための研究開発基盤を提供する。
- 高度なネットワークング、コンピューティング・システム、ソフトウェア、および付属する情報技術のための連邦政府のニーズを満たす研究開発基盤を提供する。
- 科学とエンジニアリングにおける世界的リーダーシップの維持、国家防衛と安全保障の強化、米国の生産性と競争力の向上と長期的経済成長の促進、米国市

民の健康の促進、環境の保護、教育・訓練・生涯学習の改善、生活の質の改善を目的とする技術の開発と展開を加速する。

NITRD 参加機関は、特定の戦略的優先項目をターゲットとした、以下の 8 つの PCA を通じ、その活動を調整している。

- ハイエンド・コンピューティング (High End Computing: HEC)
- HEC インフラ (HEC Infrastructure)
- サイバーセキュリティと情報保証 (Cybersecurity and Information Assurance: CSIA)
- ヒューマン-コンピュータ・インタラクションと情報管理 (Human-Computer Interaction and Information Management: HCI&IM)
- 大規模ネットワーキング (Large Scale Networking: LSN)
- 高信頼ソフトウェアとシステム (High Confidence Software and Systems: HCSS)
- ソフトウェア設計と生産性 (Software Design and Productivity: SDP)
- IT に関する社会・経済・労働力問題 (Social, Economic, and Workforce Implications of IT: SEW)

PCAST による NITRD プログラム・レビュー

NITRD を承認した法律の下、大統領科学技術諮問委員会 (President's Council of Advisers in Science and Technology: PCAST) は、NITRD プログラムの進捗と達成状況を最低 2 年に 1 度レビューすることが義務付けられている。

PCAST は 2012 年、科学技術政策研究所 (Science and Technology Policy Institute: STPI) の協力を得て、そのレビューを主導するための著名なコンピューティング分野の研究者による小委員会を設置した。小委員会のメンバーは、最初のコンピュータ駆動型定量的ヘッジファンド (computer-driven quantitative hedge fund) である DE ショー (D.E. Shaw) の設立者、Dr. David E. Shaw と、マイクロソフト (Microsoft) のリサーチ担当コーポレート・バイスプレジデントの Dr. Peter Lee、カリフォルニア大学バークレー校 (University of California at Berkeley) の電気工学・コンピュータ科学の退官教授、Dr. Susan Graham である。レビューは作成に約 6 カ月を要し、2013 年 1 月 17 日に発表された⁷。

このレビューは主に、「デジタル未来の設計： ネットワーキングと情報技術に関する連邦政府助成研究開発 (Designing a Digital Future: Federally Funded Research and

⁷ <http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/pcast-nitrd2013.pdf>

Development in Networking and Information Technology)」と題して 2010 年 12 月に出版された、より包括的な先のレビューのフォローアップ版である。2013 年 1 月に発表されたレビューも、タイトルは同じで、2010 年の報告に盛り込まれた提言に沿って構成され、各提言に対するその後の進捗および、新たな提言を以下のとおりまとめている。

- **連邦政府による進歩がみられた領域：** 2010 年の報告では、研究開発投資の増額が国家に多大な恩恵をもたらすと考えられる、いくつかのドメインが挙げられた。それに対し、2013 年の報告では、2010 年の報告で名指しされた 4 つのドメイン、つまり①ビッグデータ、②サイバー・フィジカル・システムとロボット高額、③医療 IT、④サイバーセキュリティについて、重要な新プログラムや、政府のリーダーシップが強化されたことを示す証拠を取り上げた。サイバーセキュリティについては、政府が追加研究に強いコミットメントを示したものの、問題に取り組むためには一層の努力が必要であることを指摘した。
- **進歩が不明な領域：** 特定のドメインにおいて、連邦政府が活動した証拠はあるものの、リーダーシップを取るには至らなかったと指摘された。指摘されたドメインは、①ソーシャル・コンピューティング（人々がデジタル技術を使っていかに協力できるか）、②プライバシー研究開発、③ソフトウェア研究である。そして、研究課題を策定し、政府規模のプログラムを企画する省庁横断型調整グループを、それら領域ごとに設置することを推奨した。ソフトウェア・エンジニアリング研究については、明らかに政府の投資が不足しているトピックとして、ソフトウェアの信頼性とディペンダビリティを挙げた。
- **進歩がニーズを満たしていない領域：** 4 つのドメインについて、連邦政府の ICT R&D 投資が、国家にとって必要な水準を明らかに下回ると判断された。4 つのドメインとは、①教育技術、②エネルギーと運輸のための IT、③拡張可能なシステムとネットワーク、そして④高性能コンピューティングである。これら領域についても省庁横断型委員会の設置を推奨し、その最初の任務は、これら領域が国家的優先課題として認識されるべき理由を示すための、主要な利害関係者の特定とデータ収集であると言及した。
- **NITRD の有効性と管理の改善 (Improving the effectiveness and management of NITRD)：** 2010 年の報告では、5 つの PCA に関する NITRD 省庁横断型作業部会の編成は非効率的であり、実際に多くの主要トピックに対する統合アプローチを阻害していると指摘していた。同報告では、PCA 委員会の廃止または抜本的再編を推奨したが、2013 年の報告では、それらは実施されなかったと言及された。一方、2013 年の報告では、シニア運営会 (Senior Steering Group: SSG) のような新しい協力体制が、ビッグデータ、ヘルス IT、そしてサイバーセキュリティなどのトピックのプログラム立ち上げにおいて、非常に効果的だった

たと言及された。同報告では、NITRD の調整作業について、従来の作業部会ではなく、SSG によって行うケースを増やすことを推奨した。

- **NITRD プログラムの透明性(Transparency in the NITRD program)**: どの機関のどのプログラムが NITRD に含まれるかについて、見極めは困難であり、そのような透明性の欠如が、効率的な管理と説明責任の妨げとなっていることを指摘した。そして、全ての NITRD プロジェクトを網羅するオンライン・データベースと、予算報告の再設計(たとえば、新コンピューティング・インフラとネットワークへの出資と、研究への出資を区別する方法を見つけるなど)の必要性を強調した。
- **教育と訓練の強化(Increased focus on education and training)**: コンピューティング教育を改善するための国家的イニシアチブを始動しなかったこと、そして、国家の IT 系人材を増やすためのプログラムについて何も対策が講じられていないことを強く批判した。そして、ICT 関連 STEM 教育のために、特別調整グループを設置することを推奨した。
- **ガイダンスとリーダーシップの改善(Better guidance and leadership)**: NITRD はその歴史の大部分において、独自の特別諮問グループである大統領情報技術諮問委員会(Information Technology Advisory Council:PITAC)による監視とガイダンスを受けていた。PITAC はジョージ・W・ブッシュ政権下で廃止され、その責任は、より一般的な PCAST に引き継がれた。2013 年の報告では、高レベルの政策策定には IT 特有の専門知識がさらに必要であるとして、PCAST に対し、ICT 関連政策の解析やリーダーシップだけに集中する特別小委員会を設置するべきであると言及された。

従来、NITRD のプログラム事務局は、このようなレビューに対して迅速な対応を行っている。しかし、NITRD は、それ自身の組織や予算に対しては限られた影響力しか持たないため、推奨事項の一部は、政府内の高次組織によって導入される必要がある。

NITRD の最近の主な動向

2012 年 7 月、NITRD のプログラム事務局は、プログラムの更新版・5 年戦略計画を発表した。この計画は、NITRD に関して、より統合された計画を求めた、NITRD の 2007 年レビューにおける推奨事項を実現するものである。NITRD には、非常に多くのステークホルダーからフィードバックが寄せられ、同計画は予想以上の時間をかけて作成された。また、その計画のレビューも、予想を上回る長時間をかけて実施された。

最も重要なことは、この計画が、米国における ICT 研究開発の主要優先領域を、以下の 3 つの概念の下に要約することを試みている点である。

- **ウイ・コンピュータ(WeCompute)**: より有能かつ入手可能な手ごろ価格のシステム、人々のためのより強力なデジタル・ツール、そして二者間の新しい形のコラボレーションを含む、ヒューマン・コンピュータ・パートナーシップの拡張
- **信頼と確信(Trust and Confidence)**: 「命を賭けることができる」水準のセキュリティ、安全性、プライバシー、信頼性、予測可能性、そして高い依存性を備えたシステムを設計し、構築する能力
- **サイバー対応(Cyber Capable)**: 現世代がサイバー機能の恩恵を完全かつ確実に受けられるようにするため、また、多様性があり準備もできている、高度に生産的な次世代労働力であるサイバー・イノベーターに刺激を与えるための、転換教育と訓練

各概念の下、5 年戦略計画では、国家としてそれら概念を具現化させる、いくつかの研究テーマを特定している。例えば、「信頼と確信」は、信頼できるコンピューティング・システム、サイバーセキュリティ、高信頼システム、情報保護と情報共有、そしてプライバシー研究などの領域の研究によってサポートされている。また同計画では、これら領域のそれぞれについて研究ニーズを特定し、それらニーズに取り組むプログラムやイニシアチブの例を挙げている。

この新しい計画によって、NITRD プログラムが、より統括され、調整されたものに変貌するかどうかは明らかでない。同計画には、米国政府内の ICT 研究開発の将来に関する多くのインプットが統合されているものの、それらは、現在の NITRD の体制とは合致しない。従って、NITRD は、その体制を、3 つの主要概念とその研究領域を中心に再編するか、または、現在の PCA をこれら概念に位置づける方法を見出さなければならない。

大規模データに関する動向

ホワイトハウスは 2013 年 3 月、大規模データ(ビッグ・データ)に関する IT プログラムの予算を増やす目的で省庁横断イニシアチブを発表した⁸。同イニシアチブは、2013 年度と 2014 年度に開始される新たな研究開発プログラムのための予算として、推定 2 億ドルを計上している。この新たな財源の出資比率が最も大きいのが国防総省(Department of Defense: DOD)で、6,000 万ドルを新しいプログラムに投資することを明らかにしている。DOD のプログラムは、「意思決定データ(Data for Decisions)」と題したテーマの下で体系化されており、以下の目的に応じて企画される。

- 大量のデータを新しい方法で役立て活用するとともに、検出(sensing)、認知、意思決定サポートを一体化させ、自ら動作し意思決定を行う本当の意味での自律システムを構築する。

⁸ http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/big_data_press_release_final_2.pdf

- 兵士やアナリストの活動を支援し、さらに作戦サポートを強化するため、状況認識を改善する。DOD は、あらゆる言語のテキストから情報を抽出するアナリストの能力と、アナリストが観察する物体や活動、イベントの数を、それぞれ 100 倍に向上および増加させることを目指している。

国防高等研究事業局(Defense Advanced Research Project Agency:DARPA)は、ビッグデータ研究に出資する DOD の主要機関であり、いくつかの既存の関連プログラムを支援している。そのひとつは、複数スケールにおける異常検出(Anomaly Detection at Multiple Scales:ADAMS)プログラムで、大規模データセットを処理、解析し、膨大な量の動的アクティビティの中から異常パターンを検出する技術の研究に出資している。ADAMS の当面のアプリケーション・ドメインは内部者の脅威検出(insider-threat detection)で、異常検出技術を使い、ネットワーク上の人物が何らかのサイバー攻撃を仕掛けようとしているサインかもしれない、ネットワーク・トラフィックの特定の変化を特定する。また、DARPA が出資する、最新の大規模データ関連プログラムのひとつは、XDARA である。このプログラムでは、破損データの除去や、データセットから欠損したデータの複製のための手法など、大量の半構造化および非構造化データを解析する計算手法とソフトウェア・ツールを開発する。その一環として、大型データセットを操作するためのヒューマン-コンピュータ・インタラクション研究に基づくユーザー・ツールにも資金を提供する。

国立公文書館(National Archives and Records Administration:NARA)は、10 億件の電子記録のためのサイバーインフラ(Cyberinfrastructure for a Billion Electronic Records:CI-BER)と題した研究プログラムの立ち上げを進めている。このプロジェクトでは、NARA が所蔵し、現在はノース・カロライナ州のルネサンス・コンピューティング研究所(Renaissance Computing Institute)で保管管理されている、デジタル記録と情報の多様な 8700 万件超のファイル・コレクションを使い、これらのデジタル加工物を整理、検索、抽出するツールを開発するためのテストベッドを構築する。

NIH もまた、複数の大規模データプロジェクトを手掛けている。そのひとつは、感染病原体研究モデル Models of Infectious Disease Agent Study:MIDAS)であり、世界の多種多様なソースの感染病情報を迅速に統合し、大型かつダイナミックなデータセットから抽出される、州および地方政府に最も関連性のある情報を特定、分析するための計算と分析手法の開発に取り組んでいる。

NSF では、データ研究チャレンジ(Digging into Data Challenge)と呼ばれるプログラムを開始した。国際機関を含む複数の省庁機関が出資する同プログラムは、人文・社会科学研究者による、非常に大型かつ多様なデータセット活用を支援する技術ソリューションに賞金を付与する。例えば、デジタル化された書籍や新聞の大規模データベースを検索

し、解析、理解するためのツールや、人間の行動パターンを追跡するための、携帯電話の通話記録を処理するツールなど、研究者が利用する技術ソリューションなどが想定されている。

他にも、DHS、エネルギー省 (Department of Energy: DOE)、米疾病予防管理センター (Centers for Disease Prevention and Control: CDC)、国家安全保障庁 (National Security Agency: NSA)、インテリジェンス先端研究プロジェクト活動 (Intelligence Advanced Research Projects Activity: IARPA)、退役軍人管理局 (Department of Veterans Affairs: VA) が、このホワイトハウス主導イニシアチブに参加している。

1.3. ICT 研究開発に対する議会の影響

2012 年における議会と ICT 研究開発の動向分析

2012 年における議会の行動は、ICT 関連法の進歩を期待させる明るい兆しと共に始まった。しかし、議会の関心の大部分が 11 月の大統領・議会選挙と、赤字と税金政策を巡る議論に集中する中、結局、同年も、研究者やその他関係者にとって、かなり期待外れに終わった。第 112 期議会が 2013 年 1 月に閉会したところであるが、議会では、可決した法律が過去 2 年間で 250 を下回り、米国史上で最も生産性の低い会期の一つとして周知されることとなった⁹。その要因は、下院の共和党議員が自党の議員を統制できなかったことである。ジョージ・W・ブッシュ大統領時代に成立した減税措置のほとんどを恒久化した米納税者救済法 (American Taxpayer Relief Act) などの最も重要な法案の一部は、共和党のジョン・ベイナー下院議長 (オハイオ州選出) が過半数の民主党議員と少数の共和党議員から成る連立を組んだ末に可決に至った。下院の多数党リーダーが、重要な法律を可決するために少数党を頼るのは極めて稀であるが、2012 年はその回数が増加した。

2012 年の幕開けに際し、議会は ICT 問題について断固たる行動を示した。4 月 23 日の週は、非公式に「サイバー・ウィーク (Cyber Week)」とされ、下院は、以下に示す 4 本の ICT 関連の法案について採決を行うことにより、サイバーセキュリティ問題に対する国民の関心を高めようとした。

- サイバー・インテリジェンス共有・保護法 (Cyber Intelligence Sharing and Protection Act: CISPA)
- デジタル説明責任と透明性確保法 (Digital Accountability and Transparency Act: DATA)

⁹ http://politicalwire.com/archives/2012/12/28/most_unproductive_congress_in_60_years.html

- サイバーセキュリティ強化法(Cybersecurity Enhancement Act:CEA)
- 米国の「ネットワーキング及び情報技術研究開発」を前進させる法律(Advancing America's Networking and Information Technology Research and Development Act:NITRD Act)

CISPA は、ICT 研究開発と直接の関連性はない。同法案の主要条項は、差し迫った潜在的サイバー攻撃の捜査に際し、インターネット接続事業者、通信事業者、その他企業に情報提供を要求できるようにするため、司法機関の能力に課せられた制約の一部を取り除くというものである。法案支持者は、起こり得る「デジタル・パール・ハーバー(Digital Pearl Harbor)」、つまり、米国の重要サイバーインフラに対する論理上の奇襲攻撃の阻止に役立つと主張し、サイバーセキュリティの重要性を国家の問題として再び取り上げた。CISPA は、下院を通過し、上院の関連委員会に送られたものの、採決に至らなかった。下院は、2013 年 1 月に開会された新会議において CISPA を再提案している。

DATA もまた、ICT 研究開発とあまり関連性はない。政府の活動の透明度を高めるため、内部または外部組織への資金拠出を含む、連邦政府の全ての支出を追跡する中央データレポジトリを構築するという内容である。しかし、この法案には、連邦省庁機関の出張と会議予算を大幅に削減する重要な条項が含まれていた。この条項は、連邦調達局(General Services Administration:GSA)が内輪の会議に必要以上の予算を使っていたというスキャンダルの発覚を受けて設けられたものである。多くの科学系組織は、連邦省庁機関の科学者は研究分野の開発に遅れずについていくために、学術的そして技術系会議に出張参加する必要があると訴えた。DATA は下院で可決され、上院に送られたが、上院はその審議を拒絶している。

CEA は、サイバーセキュリティ研究開発予算の増加を直に意図した法案だった。NSF は、2007 年度に承認が失効している 5 つのサイバーセキュリティ研究プログラムを抱えており、2007 年度以降も、一般研究予算から、それら研究プログラムへの資金を提供していた。同法案は、それらの研究プログラムに、特別な法的承認を与えることによって、プログラムの長期的実施を可能とすることを狙っていた。しかし、同法案によって承認される実際の出資水準は、NSF が 2010 年度に同じプログラムに出資した額をわずかに下回るものだった(下図表 2 参照)。

図表 2: NSF の 5 つのサイバーセキュリティ関連プログラム資金規模

プログラム	概要	2010 年度予算実績 (単位:100 万ドル)	CEA が承認する 2013 年度予算 (単位:100 万ドル)
NSF サイバーセキュリティ研究グラント (NSF Cybersecurity Research Grants)	大学と非営利組織のサイバーセキュリティ研究プロジェクトに対する資金提供	93.4	90
NSF サイバーセキュリティ研究センター (NSF Cybersecurity Research Centers)	政府と民間スポンサーのためにサイバーセキュリティ研究を実施する、大学基盤センターへの資金提供	6.1	4.5
NSF サイバーセキュリティ・キャパシティ・ビルディング・グラント (NSF Cybersecurity Capacity Building Grants)	サイバーセキュリティ学位プログラムを拡張するための大学とコミュニティ・カレッジ向け資金提供	14.87	19
NSF 科学・先端技術グラント (NSF Science and Advanced Technology Grants)	サイバーセキュリティ学位プログラムを新設するための大学とカレッジ向け資金提供	3.0	2.5
NSF サイバーセキュリティ大学院生トレイニーシップ (NSF Cybersecurity Graduate Traineeships)	サイバーセキュリティ研究への大学院生参加を支援する大学への資金提供	28.11	24

出典: THOMAS Legislative Information System and FierceGovernmentIT¹⁰

CEA を起草した Michael McCaul 下院議員(共和党、テキサス州選出)と Dan Lipinski 下院議員(民主党、イリノイ州選出)は、同法によって、プログラムが再承認されれば、たとえ予算水準が現行水準よりわずかに低くても、これらのプログラムの資金を確実に確

10

<http://www.fierceregovernmentit.com/story/house-bill-would-reauthorize-nsf-cybersecurity-grants-140m-annually/2012-05-02>

保できると考えたようである。また、同法案は、NITRD プログラムに対し、連邦サイバーセキュリティ研究開発の戦略計画を策定し、それを 3 年に一度のペースで改訂することも求めていた。さらに、国立標準規格技術院 (National Institute for Standards and Technology: NIST) の権限を強化し、他の政府省庁機関にセキュリティ標準を強制すること、また、クラウド・コンピューティング・システムのための正式な連邦セキュリティ標準を策定することも定めた。CEA は下院を通過したが、上院は同法案について採決を行わなかった。

NITRD 法は、もともと 1991 年高性能コンピューティング法によって承認された NITRD プログラムを再承認する新しい法案である。同類の法案は 2009 年と 2010 年にも提出されたが、いずれも上院で可決されなかった。2012 年 NITRD 法案は、下院科学・宇宙・技術委員会 (House Committee on Science, Space and Technology) 委員長の Ralph Hall 下院議員 (共和党、テキサス州選出) によって起草された。同法案の主要条項は、PCAST による 2007 年と 2010 年の NITRD レビューに盛り込まれた提言を成立させるため内容で、以下のような措置が含まれている。

1. NITRD の活動を監督する特別諮問委員会を設置すること。同委員会は、委員会は旧 PITAC に似ているが PCAST の傘下に入るものであり、3 年ごとに NITRD のレビュー報告を出すことが求められる。
2. NITRD プログラムは、向こう 5 年間の研究活動をカバーするネットワーキングと IT R&D の戦略計画を策定し、3 年ごとに更新すること。
3. 戦略計画は、NITRD プログラムとして以下をどのように達成するかの提案に言及すること。
 - 研究開発成果の新技术への移行を助長する。
 - 国家として重要な長期的課題に取り組む学際的 R&D を奨励する。
 - サイバー・フィジカル・システム、ヒューマン・コンピュータ・インタラクション、データ視覚化、そしてビッグデータという特殊領域への支援を体系化する。
 - リスクも高いが報酬も大きい (ハイリスク・ハイリワード) プロジェクトに重点を置く。
 - 優秀な人材を育てるためのネットワーキング及び IT 分野の訓練と教育を強化する。
 - 女性と、圧倒的に少ないマイノリティーを、ネットワーキング及び IT 分野の中等教育以降の学位に引きつける。

また、同計画には、コンピューティング研究を支援する全米規模の先端ネットワーク構築のため、州ごとに作成されるロードマップとマイルストーンも盛り込むこと。そして、NITRD プログラムは、研究用クラウド・コンピューティング・インフラを、実行可能で、かつ大学研究者が利用しやすいようにする手法について調査を行うこと。

NITRD 法は前年と同様に下院で可決されたが、上院で採決にかけられることはなかった。下院科学委員会研究小委員会は、2013 年 2 月 14 日、NITRD 法案の再提出のための準備として、NITRD の実用的な適用やメリットに関して議論、公表を行う公聴会を開催した。同公聴会は、同小委員会の委員長である Larry Buschon 議員（共和党、インディアナ州選出）によって召集された。同公聴会では、米国 IT 研究開発における NITRD および連邦資金提供の重要性が議論された。例えば、証言者の一人、テキサス大学テキサス高度コンピューティングセンター（Texas Advanced Computing Center）の可視化研究室（Visualization Lab）Kelly Gaither 所長は、NITRD がいかに同大学のスーパーコンピューティング開発に貢献したかを説明し、NITRD プログラムは、コンピュータ研究の多様なポートフォリオに資金提供し、コンピュータ科学に対する学生の関心を高めるべきであると主張した。NITRD 法案へのより多くの支援獲得のために、今後も公聴会が開かれる予定である。

サイバー・ウィーク後の数カ月は、ICT 研究開発問題に関する立法活動はほとんどなかった。特に下院は、医療ケアと国債に関する法律と、オバマ政権が提唱するさまざまなイニシアチブを阻止する試みにばかり気をとられていた。また、上院がサイバー・ウィーク法案を 1 本も可決できなかった理由は、上院が ICT 研究開発に無関心であったからという訳では決していない。上院にとっての問題は、民主・共和党間の対立である。少数派の共和党は手続き上の動議を使い、ほとんどの法案の採決を阻止してきた。ICT 研究開発関連の法案は、民主党と共和党間の政治的争いの被害者といえる。

2013 年 1 月に開会した第 113 期議会の勢力均衡は、第 112 期議会と相対的に変わらないが、民主党は、下院における共和党の優勢をなんとか抑え、一方、上院ではその過半数支配を広げることができた。しかし、これらの変化は、民主党あるいはホワイトハウスに、共和党の支持がなくても法案を可決する力を与えるほどの影響力はなかった。それでも、ワシントン DC の政治アナリストは、第 113 期議会が第 112 期議会よりも生産的であることに期待を寄せている。ただ、その理由は、議会に対する世論が極めて好ましくなく、議員は有権者に示すことができる何らかの成果を必要とするから、という単純なものである。そして、ICT 研究開発に関しては、現時点では、上述した深刻かつ先行き不透明な財政問題を巡る議論を考慮すると、連邦政府における ICT 研究開発はしばらく無視され続けるといっても過言ではないだろう。

1.4. 総論

連邦政府の一般的な研究開発予算の場合と同様に、基本的な予算問題が解決されない限り、ICT 研究開発への出資を巡る状況は極めて不確かである。連邦政府の省庁機関は 2013 年度、自動歳出削減措置とその他の予算問題を解決するために、いくつかの計画と選択肢を策定することによりかなりの時間を割かざるを得なかった。そういった骨折りの

せいで、研究プログラムのマネージャーたちは、新しい助成プログラムを作成したり、革新的なプロジェクトを推進するといったことが出来ない状況となっている。大学の研究者たちの間では、連邦政府研究機関は資金提供に前向きなプロジェクトの種類について、以前より格段に保守的になったという会話のやり取りがされている。また、2013 年度に開始が計画されていたプログラムは、無期限に延期され、省庁機関は 2013 年 3 月以降に起こるかもしれない大幅な予算削減に対処する方法として、既存プログラムの予算を削減しているという。

一方、投資額が明らかに増えている研究領域も存在している。政府機関や民間企業を狙ったセキュリティ侵害に関する報道が続く中、サイバーセキュリティ研究開発が、超党派支援を得ることは間違いない。データ保護と守秘義務に関する懸念は、サイバーセキュリティ研究開発とは異なる、プライバシー関連の研究開発の強化を求める声を高めている。また、大規模データとクラウド・コンピューティングは、連邦機関で非常に活発に議論されているテーマである。予算減額が見込まれる状況において、省庁機関が抱える課題は、これらの研究領域への投資拡大を試みれば、必然的に、他の研究領域における投資削減を伴うことである。現在の米国政府の器量では、重要性があり、革新的な研究活動を犠牲なくして支援することは期待できないかもしれない。

図表 3: ICT 研究開発に関する権限を持つ議会のシニア・メンバー

	連邦議員	所属委員会	2014 年 任期満了 に伴う改 選有無
下院	Hal Rogers (共和党、ケンタッキー州選出) 委員長 (Chairman)	歳出委員会 Appropriations	有
	Nita Lowey (民主党、ニューヨーク州選出) ランキング・メンバー (Ranking Member)	歳出委員会 Appropriations	有
	Jo Bonner (共和党、アラバマ州選出) 委員長 (Chairman)	商業・司法・科学歳出小委員会 Appropriations for Commerce, Justice, and Science	有

	連邦議員	所属委員会	2014 年 任期満了 に伴う改 選有無
	Chaka Fattah (民主党、ペンシルベニア 州選出) ランキング・メンバー (Ranking Member)	商業・司法・科学歳出小委員会 Appropriations for Commerce, Justice, and Science	有
	Alan Nunnelee (共和党、ミシシッピ州選 出) 委員長(Chairman)	エネルギー・水歳出小委員会 Appropriations for Energy & Water	有
	Marcy Kaptur (民主党、インディアナ州選 出) ランキング・メンバー (Ranking Member)	エネルギー・水歳出小委員会 Appropriations for Energy & Water	有
	Fred Upton (共和党、ミシガン州選出) 委員長(Chairman)	エネルギー・商業委員会 Energy & Commerce	有
	Henry Waxman (民主党、カリフォルニア州 選出) ランキング・メンバー (Ranking Member)	エネルギー・商業委員会 Energy & Commerce	有
	Greg Walden (共和党、オレゴン州選出) 委員長(Chairman)	コミュニケーション・技術小委員会 Communications & Technology エネルギー・商業委員会 Energy & Commerce	有
	Anna Eshoo (民主党、カリフォルニア州 選出) ランキング・メンバー (Ranking Member)	コミュニケーション・技術小委員会 Communications & Technology エネルギー・商業委員会 Energy & Commerce	有

	連邦議員	所属委員会	2014 年 任期満了 に伴う改 選有無
	Lamar Smith (共和党、テキサス州選出) 委員長(Chairman)	科学・宇宙・技術委員会 Science, Space & Technology	有
	Eddie Bernice Johnson (民主党、テキサス州選出) ランキング・メンバー (Ranking Member)	科学・宇宙・技術委員会 Science, Space & Technology	有
	Larry Buschon (共和党、テネシー州選出) 委員長(Chairman)	研究小委員会 Research 科学・宇宙・技術委員会 Science, Space & Technology	有
	Dan Lipinski (民主党、イリノイ州選出) ランキング・メンバー (Ranking Member)	研究小委員会 Subcommittee on Research 科学・宇宙・技術委員会 Science, Space & Technology	有
上院	Barbara Mikulski (民主党、メリーランド州選出) 委員長(Chairman)	歳出委員会 Appropriations 商業・司法・科学歳出小委員会 Appropriations for Commerce, Justice, and Science	無
	Richard Shelby (共和党、アラバマ州選出) 副委員長(Vice Chairman)	歳出委員会 Appropriations 商業・司法・科学歳出小委員 Appropriations for Commerce, Justice, and Science	有
	Dianne Feinstein (民主党、カリフォルニア州選出) 委員長(Chairman)	エネルギー・水歳出小委員会 Appropriations for Energy & Water	無

	連邦議員	所属委員会	2014 年 任期満了 に伴う改 選有無
	Lamar Alexander (共和党、テネシー州選出) ランキング・メンバー (Ranking Member)	エネルギー・水歳出小委員会 Appropriations for Energy & Water	有
	John D. Rockefeller (共和党、ウェスト・バージ ニア州選出) 委員長(Chairman)	商業・科学・運輸委員会 Commerce, Science & Transportation	無 (引退)
	John Thune (共和党、ノース・ダコタ州 選出) ランキング・メンバー (Ranking Member)	商業・科学・運輸委員会 Commerce, Science & Transportation	無
	Bill Nelson (民主党、フロリダ州選出) 委員長(Chairman)	科学・宇宙小委員会 Science & Space 商業・科学・運輸委員会 Commerce, Science & Transportation	無
	Ted Cruz (共和党、テキサス州選出) ランキング・メンバー (Ranking Member)	科学・宇宙小委員会 Science & Space 商業・科学・運輸委員会 Commerce, Science & Transportation	無
	Mark Pryor (民主党、アーカンソー州選 出) 委員長(Chairman)	コミュニケーション・技術・インターネット 小委員会 Communications, Technology & the Internet 商業・科学・運輸委員会 Commerce, Science & Transportation	有

	連邦議員	所属委員会	2014 年 任期満了 に伴う改 選有無
	Roger Wicker (共和党、ミシシッピ州選 出) ランキング・メンバー (Ranking Mamber)	コミュニケーション・技術・インターネット 小委員会 Communications, Technology & the Internet 商業・科学・運輸委員会 Commerce, Science & Transportation	無

2. 米国における脳情報通信技術分野の研究開発の動向

脳-コンピュータ・インターフェース (Brain-Computer Interface: BCI) 分野の研究は、2012 年 5 月に有力科学ジャーナルのネイチャー (Nature) 誌に掲載されたある記事を契機に急速に大衆に知られることとなった。その記事は、ブレインゲート 2 (BrainGate2) プロジェクトによる最近の進歩をまとめたもので、四肢まひ (脳損傷または脊椎損傷により四肢すべての運動機能を失うこと) を患う被験者が、自分たちの脳波から出る信号を使ってロボットアームを操作したという、2 件の実験について書かれたものだった。ブレインゲート 2 とは、ロードアイランド州プロビデンスの退役軍人省医療センター (Veterans Affairs Medical Center) とブラウン大学 (Brown University)、ボストンのマサチューセッツ・ゼネラル病院 (Massachusetts General Hospital)、ハーバード・メディカル・スクール (Harvard Medical School)、そして独航空宇宙センター (German Aerospace Center: DLR) による共同研究である¹¹。この実験では、被験者は 2 つの異なるロボットアームを操作することに成功している。使われたロボットアームは、その一つを DLR によって、もう一方を、著名な発明家で起業家の Dean Kamen 氏¹² が設立したエンジニアリング企業である DEKA 研究開発コーポレーション (DEKA Research and Development Corporation) によってそれぞれ開発された。ブレインゲート 2 で利用されるインターフェースは、直径 5 ミリ未満の小型デバイスで、96 個の電極を脳の運動皮質に貼り付けるものである。

同記事によると、1997 年に脳卒中でまひを起こした患者が、ブレインゲート・インプラント埋入手術を 2005 年に受けた。この女性は DEKA のロボットアームである DEKA アーム・システム (DEKA Arm System) を使い、46% の確率でスポンジボールを拾い、また 66% の確率でボトル入りコーヒーを握り、口に持っていくことができた。また、2006 年にまひ状態になり、2012 年初めにインプラント埋入手術を受けた 2 人目の患者は、DEKA アーム・システムを使い 62% の確率でスポンジボールを拾うことができた。これら 2 件の試験は、電子システムを人間の脳から直接コントロールすることを可能にする技術の開発において、重要な進歩を示すこととなった。

ブレインゲート 2 の記事の前にも、脳-コンピュータ・インターフェース技術、特に義肢を使う退役軍人の支援について、他の研究機関がその成功をいくつか発表している。2011 年 2 月にワシントン DC で開催された AAAS の年次会合では、3 つの研究機関の研究者が、この課題に対する異なるアプローチを実演した¹³。

¹¹ L. R. Hochberg et al. (2012). "Reach and grasp by people with tetraplegia using a neurally controlled robotic arm." *Nature*, **485**, pp. 372-375 (17 May 2012).

・<http://www.nature.com/news/mind-controlled-robot-arms-show-promise-1.10652>

・ブラウン大学プレスリリース <http://news.brown.edu/pressreleases/2012/05/braingate2>

¹² Kamen 氏が発明した技術は数多いが、中でも移手段の Segway の開発が知られる。

¹³ <http://danapress.typepad.com/weblog/2011/02/mind-over-machine.html>

- シカゴ・リハビリ研究所 (Rehabilitation Institute of Chicago) は、手足が切断された部位の神経末端から出される信号を増幅し、それら信号を使って基本的な粗大運動を義肢に命令するシステムを開発した。このシステムは脳-コンピュータ・コミュニケーションに直接依存するものではないが、神経システムを、機械を制御するために利用するという、神経科学の可能性を示している。
- ピッツバーグ大学 (University of Pittsburgh) のモーターラボ (MotorLab)¹⁴ は、大脳皮質表面で電極アレーを使う技術を実演した。電極アレーで脳の信号を受信し、義肢を動かす。この技術はサルで実証されており、臨床試験に向けた準備が進められている。
- スイス連邦工科大学ローザンヌ校 (École Polytechnique Fédérale de Lausanne) は、床を転がる小型のモバイル・ロボットを脳信号で制御する、ラップトップ・ベースのソフトウェア・システムを実演した。システムによってロボット車両を前進させ、確率論を使って利用者の「意図 (intention)」の変化を察知、利用者が希望する方向を予測し、それに基づいて車両の向きを変える。

脳-コンピュータ統合 (brain-computer integration) 分野の潜在的進歩が、連邦議会から 1 マイル以内という場所で実演されたことは、そういった研究に対する連邦政府の資金提供への関心を集めるきっかけになった。AAAS の政府関係オフィス (government relations office) は 2011 年 7 月、下院外交委員会 (House Armed Services Committee) の承認を得て、議会下院で公聴会を設け、リハビリ療法と人間の意識の改善に焦点を置きつつ、神経科学研究が軍人と文官の双方にもたらすであろうメリットを示した¹⁵。この公聴会では、ブラウン大学の研究者でブレインゲート 2 研究班を率いた Dr. Leigh Hochberg が、後に 2012 年 5 月のネイチャー誌記事で紹介されることになる初期の実験について説明した。また、同報告会では、神経科学の倫理的および社会的影響の一部も取り上げた。

同発表会のスピーカーの一人で、ペンシルバニア大学 (University of Pennsylvania) 生命倫理センターの Jonathan D. Moreno 教授は、DOD だけで 2011 年、神経科学研究に 3 億ドル強を投資したと推定した。その投資には以下が含まれる。

- DARPA: 2 億 4,000 万ドル
- 陸軍 (Army): 5,500 万ドル
- 海軍 (Navy): 3,400 万ドル
- 空軍 (Airforce): 2,400 万ドル¹⁶

¹⁴ <http://motorlab.neurobio.pitt.edu/index.php>

¹⁵ http://www.aaas.org/news/releases/2011/0822neuroscience_military.shtml

¹⁶ <http://www.sciencemag.org/content/333/6046/1108.full>

また、下院歳出委員会の商業・司法・科学およびその他機関小委員会 (House Subcommittee on Commerce, Justice, Science and Other Agencies) のランキングメンバーである Chaka Fattah 議員 (民主党、ペンシルバニア州選出) は、神経科学研究の潜在的メリットに対する関心を寄せる者の一人で、同分野への支援に動き出した。同議員は、全米科学財団 (NSF: National Science Foundation) など連邦省庁機関の予算取りまとめを行う主要下院議員としての地位を利用して、2011 年 11 月、科学系投資を網羅する 2012 年度歳出予算案に、ファタ神経科学イニシアチブ (Fattah Neuroscience Initiative) (本稿 2.1 章参照) を追加した¹⁷。

脳-コンピュータ・インターフェース研究に対する関心度の高さを考えると、同分野の研究への支援は将来増えることが期待される。ここでは、予算、連邦省庁機関が関心を寄せる具体的領域、さらに、研究実行者 (主に大学関係者) の取組み、そして、この種の研究によってすでに提起された倫理問題に関する活動の最近の動向を取り上げる。

2.1. 米国における BCI 研究の概要と動向

前述のように、BCI は、各方面から強い関心を集めているテーマであり、特に、理学療法とリハビリ工学分野での適用が注目されている。DOD は、特に、その先端研究機関である DARPA を通じて、同分野の研究実行者に数億ドルの資金を提供している。そのような研究の最大の焦点は、戦場から帰還した手足を切断した軍人に、より進化した人工装具を提供することである。先述の Kamen 氏によると、DARPA 局長は 2005 年、「(兵士が手足を失った場合) 南北戦争が終わったときは、我々は彼らにフック (かぎ) 付きの木製の棒を与えた。それが今は、先端にフックを付けたプラスチック管を与えている」と不満を漏らしていたという。DARPA は、失った手に取って代わる、より現実的で使用に適した技術を開発するために、革命的人工装具 (Revolutionizing Prosthetics) プログラムを開始しており¹⁸、先述の DEKA アーム・システムは、この研究プログラムから資金提供を受けて開発された。

一方、この分野で物議をかもしている研究は、「人間強化 (Human enhancement)」または「人間増強 (Human augmentation)」と呼ばれるものである。これらの研究では、戦場にいる兵士の能力を、技術で強化するいくつかの選択肢を研究することを提案している。同研究には、脳内化学物質を医薬品で変えるといったテーマも含まれており、BCI も、常にといいわけではないが、そのテーマの一部となっている。特に、DOD は、複雑かつストレスの強い環境下で、情報を吸い上げて解釈する兵士の能力を強化するための BCI の利用と、人間の体力と耐久性を向上させる「外骨格」を作るための脳制御ロボット工学利用の可能性について研究している。科学者による常設諮問委員会で、DOD のために新

¹⁷ http://articles.philly.com/2011-11-19/news/30419616_1_neuroscience-federal-funding-research-funding

¹⁸ <http://spectrum.ieee.org/robotics/medical-robots/winner-the-revolution-will-be-prosthetized/1>

興技術動向を分析する JASON グループ (JASON group) は 2008 年、「人間性能 (Human performance)」に関する報告を作成した。この中で、BCI は、潜在的な軍事応用のために留意すべき技術として紹介されている¹⁹。

国防関連のアプリケーションに加えて BCI は、特に NSF、NIH、そして NASA などの省庁機関においても、活発な研究テーマとなっている。非軍事機関では、脳が周辺環境と相互作用する方法の基本的理解や、人間工学 (Human factors engineering) 分野の潜在的アプリケーションに焦点を置く傾向がある。以下、米国連邦省庁機関における現在の BCI 関連研究の概要を示す。

2.1.1. ファタ神経科学イニシアチブ

包括的な省庁横断型組織体系であるファタ神経科学イニシアチブは、研究に関わる政府機関に対し、BCI を含む神経科学への予算増額を呼びかけると共に、その研究の省庁間調整を形式化することを目的としている。このイニシアチブ立ち上げに対する Fattah 議員の強い関心の一つが、ペンシルベニア州フィラデルフィアの同議員の地元選挙区近郊に位置する脳研究を手掛ける主要研究機関群 (ペンシルベニア大学とドレクセル大学を含む) である。同イニシアチブは、神経科学プログラムに新たな資金を直接提供することはないものの、大統領が議長を務め、主要な連邦研究開発機関の全てから最高幹部を招集する国家科学技術評議会 (National Science and Technology Council: NSTC) に対し、神経科学研究に関する小委員会の新設を要求した。同小委員会の設置に関して、2012 年度歳出予算案の付属議会報告では以下のように言及された。

省庁間作業部会は、連邦政府による以下の目的の研究に焦点を置き、強化することを支援する — ① 衝撃的かつ後天的脳損傷の次世代臨床治療の開発、② 認知と学習に関する理解の向上と、その理解を応用した教育と学習の改善、③ アルツハイマー病、小児期発達障害、その他神経学的疾患に関する理解の向上と、より効果的な治療法の開発²⁰

これに従い、NSTC の科学委員会は、神経科学省庁横断型作業部会 (Neuroscience Interagency Working Group) を 2012 年に設置した。他の NSTC 小委員会や作業部会と同様、この作業部会では、連邦政府内の関連神経科学研究プログラムの一覧を作成し、また、主要研究テーマを特定し、将来の連邦助成研究を導くロードマップを策定することになる。

¹⁹ www.fas.org/irp/agency/dod/jason/human.pdf

²⁰ http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/nstc_charter_iwgn_neuro_20121203.pdf

2.1.2. DARPA

DARPA は、BCI 開発に潜在的影響を与える複数のプログラムに資金を提供している。例えば、DARPA の基本科学プログラムでは、人間の認知、感知、そして生物学的過程を調べるための、神経科学と脳活動のより基本的な理解に関する大学ベースの研究を支援している。また、応用分野に関しては、DARPA は、外部システムの脳による制御を可能にするための神経活動の検出と神経システムの研究、そして情報認知と解釈を向上させる脳・マシンインターフェース(Brain Machine Interface: BMI)を最適化するシステム設計に関する研究を助成している。以下、関連プログラムの概要を示す。

ヒューマン・アシテッド神経デバイス(Human-Assisted Neural Devices): 人間の記憶力強化や、ケガで失われた脳機能の再建などを支援するために、情報を吸い上げて解釈する人間の脳のプロセスの理解を目指すプログラム。

【予算】1,800 万ドル(2011 年)。その後、同プログラムは、モデル開発と他の研究機関への成果移転へと活動を移行するため、それを反映し、2012 年度に 1,500 万ドル、2013 年度に 1,000 万ドルの予算を要求している。

脳経路でビットから動きへ(B3: Bits to Behavior via Brains): 人間の物理的および認知行動が、仮想現実環境でどのように反応するかを調べるプログラム。このプログラムの目的は、人間の行動と身体調整に実際に変化をもたらすような仮想訓練の設計方法を理解することである。

【予算】650 万ドル(2013 年度の予算要求額)

信頼できる神経-インターフェース技術(RE-NET: Reliable Neural-Interface Technology): このプログラムの目的は、人間の神経システムの筋肉制御信号を感知して測定できる技術を開発し、それらの測定結果を使い高度人工装具を制御することである。課題は、現在の検出技術では、信号の量と変化を捕らえ、それを処理して滑らかな動きへと変換できるだけのスピードがないことである。そのため、現在は、脳波(Electroencephalography : EEG)ベースのセンサーと、信号を解釈して義肢へコマンドとして伝えるソフトウェアの両方の開発に取り組んでいる。

【予算】2,400 万ドル(2012 年度の予算要求額)

神経科学技術(Neuroscience Technologies): 擬似ストレス下にある被験者の生物学的および神経学的フィードバックを分析するプログラム。実際のイベント時と同じストレス反応を引き起こすように訓練演習を設計し、訓練演習の質を高めることが目的である。このプログラムの成果は、兵士が戦場でストレスに耐えられるようにする方法の設計にも役立つことが期待されている。

【予算】1,200 万ドル(2012 年度の予算要求額)

革命的人工装具 (Revolutionizing Prosthetics): このプログラムは、2005 年に開始され 2009 年に更新されたプログラムの延長であり、新しい高度義肢の開発を目指している。同プログラムは 2013 年度の完了が予定されており、その最終フェーズでは、切断手術を受けた人よりも、むしろ脊椎損傷患者を支援するツールを開発し、神経インターフェース・デバイスの米国食品薬品局 (Food and Drug Administration: FDA) 製造承認の獲得を目指す。

【予算】減額されて、年間 750 万ドル

認知技術脅威警告システム (CT2WS: Cognitive Technology Threat Warning System): 神経インターフェース研究、光学、信号処理を統合し、頭部装着ディスプレイ・システムを開発するプログラム。頭部装着ディスプレイにより、最大 10 キロ離れた場所で始まった敵対行為を兵士が識別できるようにする。視野は 120 度。パターンと動き解釈を支援するため、システムには EEG センサー・アレーと暗視システムを実装する。2013 年度の製造開始が予定されている。(図表 4 参照)

神経形態学的・適応的・可塑性・拡張可能・電子工学システム (SyNAPSE: Systems of Neuromorphic Adaptive Plastic Scalable Electronics): このプログラムのビジョンは、人間の知覚および認知システムと統合され、また人間の神経回路網を模倣するオン・ボード・コンピュータを実装した、無人の遠隔操作ロボット・プラットフォームの開発である。SyNAPSE は脳-機械・インターフェースを用いた神経科学研究を活用し、戦場においてプラットフォーム操作者による自然な制御を可能にする。現在は、有害廃棄物除去や深海での作業など、環境から人間を保護する必要がある複数の状況での利用を想定して開発が進められている。

【予算】年間約 2,400 万ドル

DOD の 2014 年度予算要求はまだ発表されていないが、これらのプログラム、そして、その他の神経科学および BCI 関連のプログラムも新しい予算が投じられ、継続されると考えられる。DARPA は、将来の技術システムにおいて、BCI が軍事と民間の両分野で重要な役割を果たすことを確信している。

図表 4: CT2WS のプロトタイプ開発

出典: DARPA²¹

2.1.3. DOD 関連組織

国防医学研究の大部分は、一般的に「資金割当(earmark)」プログラムの名称で知られる議会指定医学研究プログラム(Congressional Directed Medical Research Programs)を通じて資金提供を受けている。これらプログラムの中に、BCI 関連のプログラムも含まれている。例えば、外傷性脳損傷(Traumatic Brain Injury)研究プログラムは、年間 1 億 5,000 万ドルの資金を受けている。また、整形外科的研究プログラム(Orthopaedic Research Program)は、脳制御ロボット人工装具(brain-controlled robotic prosthetics)に関する進行中の研究の一部に出資している。この研究の年間予算は、整形外科的研究投資全体の約 12%に相当する約 400 万ドルである。

21

<http://neurogadget.com/2012/09/19/darpas-threat-detection-system-combines-120-megapixel-camera-with-b-alert-eeg-headset/4813>

2.1.4. NSF

BCI は、生物学局 (Biology Directorate: BIO) とコンピュータ情報科学工学局 (Computer and Information Science and Engineering Directorate: CISE) という NSF の主要 2 局の中間に位置する学際的テーマである。基本的神経科学研究には BIO が資金を提供しており、特に、統合的生物学システム部 (Integrative Organismal Systems Division) 内の神経システム・クラスターから拠出されている。

一方、脳-コンピュータ-インターフェースに注力するプロジェクトは、CISE が、情報インテリジェント・システム部 (Information and Intelligent Systems Division) の人間中心コンピューティング (Human Centered Computing: HCC) プログラムを通じて支援する傾向がある。例えば、ヒューストン大学 (University of Houston) を拠点とする、人工神経のための改善制御・感覚フィードバック (Improved Control and Sensory Feedback for Neuroprosthetics) プロジェクトは、筋肉を動かすための神経制御アーキテクチャを分析し、将来の人工装具システムに統合することを目指した取組みで、異なる大学の 4 つの研究班に資金を提供している。筋肉を動かすための神経制御アーキテクチャを分析し、将来の人工装具システムに統合する。また、カリフォルニア大学サンディエゴ校 (University of California at San Diego) の「より自然でインタラクティブな脳-コンピュータ-インターフェースを目指して (Towards more natural and interactive brain-computer interfaces)」と題したプロジェクトは、ユーザー・フィードバックを反映した人工装具用 BCI 制御システムの設計を進めており、最終的に、利用者にとってより快適なシステムを設計することを目的としている。

HCC は、ヒューマン-コンピュータ-インタラクション分野の幅広い研究プロジェクトを資金面で支えており、BCI プロジェクトはそのほんの一部に過ぎない。BCI に対する資金援助は年間平均約 300 万ドルと推定され、年間 8~12 のプロジェクトを支援している。

2.1.5. NIH

NIH 傘下の研究所とセンターのいくつかは、何らかの BCI 開発に取り組む研究を助成している。それらの研究機関は、神経学的研究活動を調整する NIH 全体の取り組み、NIH 神経科学研究のための青写真 (NIH Blueprint for Neuroscience Research) のメンバーである²²。それらのメンバーを以下に示す。

- 国立補完代替医療センター (National Center for Complementary and Alternative Medicine: NCCAM)

²² <http://neuroscienceblueprint.nih.gov/>

- 国立歯科・頭蓋顔面研究所 (National Institute of Dental and Craniofacial Research: NIDCR)
- 国立眼病研究所 (National Eye Institute: NEI)
- 国立環境衛生科学研究所 (National Institute of Environmental Health Sciences: NIEHS)
- 国立老化研究所 (National Institute on Aging: NIA)
- 国立一般医科学研究所 (National Institute of General Medical Sciences: NIGMS)
- 国立アルコール乱用・依存症研究所 (National Institute on Alcohol Abuse and Alcoholism: NIAAA)
- 国立精神衛生研究所 (National Institute of Mental Health: NIMH)
- 国立画像生物医学・生物工学研究所 (National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering: NIBIB)
- 国立神経疾患・脳卒中研究所 (National Institute of Neurological Disorders and Stroke: NINDS)
- ユニス・ケネディ・シュライバー国立小児保健発達研究所 (Eunice Kennedy Shriver National Institute of Child Health and Human Development: NICHD)
- 国立看護研究所 (National Institute of Nursing Research: NINR)
- 国立薬物乱用研究所 (National Institute on Drug Abuse: NIDA)
- 行動社会科学研究室 (Office of Behavioral and Social Sciences Research: OBSSR)
- 国立聴覚・伝達障害研究所 (National Institute on Deafness and Other Communication Disorders: NIDCD)

このイニシアチブを通じて資金を受け取る研究のほとんどは、神経障害と神経学的疾患のための医薬品と、その他薬物療法の開発に重点を置くプロジェクトである。資金提供の優先分野としては、脳撮像とスキャンのためのツールの開発と、研究者がどこにいても使える脳撮像技術とデータ・リポジトリの構築ツールなどが挙げられる。以下、最近、資金を受けた関連プロジェクトの一部を示す。

タイトル	先見的データ管理と共有のための神経情報科学 (Neuroinformatics for Prospective Data Management and Sharing)
実施機関	高度生物医学情報科学グループ (Advanced Biomedical Informatics Group)
スポンサー	国立精神衛生研究所
予算	215,000ドル (2013 年度)
概要:	このプロジェクトでは、マインド研究ネットワーク (Mind Research Network) によって開発された神経情報科学ツールを使い、研究や評価、神経画像データの先見的管理と共有を可能にする、ユーザー・フレンドリーな神経情報科学環境を構築する。プ

ライバシーの側面を含め、先見的な、進行中の研究を処理できるようになることで、データ共有の進展が期待される。研究者は自身が収集したデータについて、共有パラメータを設定できる。全てのデータは大型インフラの中で収集、保管、管理されるため、データの共有は極めて簡単に行われる。

タイトル	機能的結合性 MRI を使った術前脳マッピング (Presurgical Brain Mapping With Functional Connectivity MRI)
実施機関	プリズム・クリニカル・イメージング (Prism Clinical Imaging Inc.)
スポンサー	国立神経疾患・脳卒中研究所
予算	277,000ドル(2013 年度)
<p>概要: 脳腫瘍やその他疾患患者の診断と治療は、襲侵的外科手術や放射線治療の影響から守るべき健康な脳組織を特定するために、機能的神経イメージング(例、機能的磁気共鳴画像 (Functional magnetic resonance imaging: fMRI)) に大きく依存することが多い。しかし、従来の fMRI による誤診率は高く(最大 30%)、また、必要な行動タスクを適切に行えない患者では、fMRI が使えないという問題がある。よって、安静状態の機能的結合性 MRI (fcMRI) は、脳マッピングにおいて、タスクベースの fMRI を代替する可能性がある。fcMRI は、ウィスコンシン医科大学 (Medical College of Wisconsin) で最初に開発された方法で、脳腫瘍手術前の脳マッピングなどの臨床において、麻酔をかけた患者や、年齢的に早すぎる、高齢すぎる、衰弱しすぎている、あるいは非協力的すぎて困難な行動タスクを実行できない患者に適用できるなど、非常に実用性が高い。このプロジェクトの全体的な目標は、fcMRI の所定の臨床利用のための一連のソフトウェア・ツールを開発することと、脳腫瘍やその他手術可能な脳疾患患者でその利用の正当性を立証することである。</p>	

タイトル	柔軟性のある神経系人工装具のための画期的高密度相互接続 (Novel High Density Interconnects for Flexible Neural Prostheses)
実施機関	プレミテック (Premitec, Inc.)
スポンサー	国立神経疾患・脳卒中研究所 (NINDS)
予算	500,000ドル(2013 年度)
<p>概要: このプロジェクトは、画期的な高密度相互接続、および高度生体適合性のあるパッケージング・スキームによって電氣的に接続された組み込み集積回路 (IC) を利用した、柔軟な多重接続神経カフ電極の開発を提案している。この技術により、研究者は運動神経や、筋肉制御に使われるその他神経を選択的に刺激することが可能になり、従来のセンサー技術に比べて、怪我や不快症状のリスクも軽減できる。同プロジェクトの研究は、最終的には、デューク大学の Warren Grill 教授との連携によって完了する予定である。同プロジェクトで開発される技術は、まひ肢を蘇生させるための末梢運動神経の刺激と、てんかん、うつ病、心不全治療のための神経刺激にも応用可能である。</p>	

タイトル	画期的な大容量微小電極 (Novel, Chronic, Volume Microelectrodes)
実施機関	モジュラー・バイオニクス (Modular Bionics, Inc.)
スポンサー	国立神経疾患・脳卒中研究所 (NINDS)
予算	260,000ドル (2013 年度)
<p>概要: 神経科学研究において脳活動を記録する微小電極デバイスは、多くの試験で重要な役割を果たしている。研究者は現在、高価なカスタム微小電極を使っているが、それらは神経組織の高密度記録に対応していない。このプロジェクトでは、特許出願中の画期的微小電極を、研究所向け技術から、より広範な神経科学コミュニティ向けの費用対効果の高い実用的な商用ソリューションとして展開することを目指す。開発を目指す微小電極は、神経組織の立法ミリメートルあたりの記録点の数が、市販の電極の8倍に増える。</p>	

タイトル	脳深部刺激装置の埋入と管理のための共通脳地図 (A Universal Brain Atlas for Implanting and Managing Deep Brain Stimulators)
実施機関	ニューロターゲティング (Neurotargeting, LLC)
スポンサー	国立精神衛生研究所 (NIMH)
予算	900,000ドル (2013 年度)
<p>概要: 脳深部刺激 (deep brain stimulation: DBS) は、パーキンソン病や強迫神経症などの神経疾患あるいは精神疾患患者にとって、最適な脳神経外科手術と考えられている。しかし、DBS セラピーは現在、標的神経回路の複雑さの理解に限度があること、また、刺激装置の脳内埋入部位を判断する技術に重大な問題があることから、その実施が制限されている。ニューロターゲティングは、クラニアルボールド (Cranial Vault) として知られる、共通データベースにリンクされる独自の一連のソフトウェア・ツールを利用して、DBS インプラントの手術と管理戦略を根本的に変える高度ツールの開発および試験に成功した。このシステムは、ソフトウェアとツールを一式まとめた商品として、その高度に標的化された脳マッピング技術によって DBS セラピーを支援する予定である。</p>	

タイトル	ヒトにおける機能的神経画像研究 (Functional Neuroimaging Studies in Humans)
実施機関	国立聴覚・伝達障害研究所 (NIDCD)・言語部 (Language Section)、国立神経疾患・脳卒中研究所 (NINHS)、ウォーター・リード陸軍研究所 (Walter Reed Army Institute for Research)、ソーク研究所 (Salk Institute)、メリーランド大学 (University of Maryland)、ロチェスター大学 (University of Rochester)、その他
スポンサー	NIDCD

予算	NIH 内部プロジェクトのため不明
概要: このプロジェクトでは、健常者と、ヒトのコミュニケーションに影響する神経疾患を抱える個人の脳活動の特性化と、これら疾患の病態生理を理解し、治療効果を測定する手法を提供するための神経画像手法の利用を目的に、マルチモードな機能的撮像技術を開発する。	

これらのプロジェクト例から、NIHにおけるBCI研究の焦点を理解することができる。各プロジェクトの説明から判断すると、脳活動の測定とマッピング方法の改良や、治療法としての脳刺激の応用など、NIHによるBCI研究の大部分は、極めて基本的であることが分かる。これらのプロジェクトで開発されるナレッジやツールは、より高度なBCI研究と開発の実施に寄与することが期待される。

神経科学研究に関するNIH総予算は年間約2億ドルである。NIHの予算として、脳マッピング技術などのツール研究のために資金追加は見られるものの、NIHにおけるBCI研究開発関連研究に特化した予算を明確に示した資料は、公開文献から見受けられなかった。

2.1.6. 退役軍人省(Department of Veterans Affairs)

退役軍人省傘下の組織である医療サービス研究開発サービス(Health Services Research & Development Service:HSR&D)は、米国内に散在する同省の病院ネットワークを通じて、退役軍人の健康における重要な問題に関する研究を行っている。同省の脳・脊椎損傷と疾患(Brain and Spinal Cord Injuries and Disorders)プログラムは、BCI研究に寄与するいくつかの神経科学研究に資金を提供している。また、別の同省組織である退役軍人省リハビリ研究開発サービス(VA Rehabilitation Research and Development Service)と協力し、人工装具に関する研究も行っている。同省では、外傷性脳損傷と神経科学研究に年間約2,500万ドル、また、人工装具研究に年間1,700万ドルを投じている。

2.2. BCI 分野に関する研究開発活動を行っている主要研究所

脳科学は従来、生物医学分野の科学者だけが取り組むテーマであった。しかし、BCI に対する関心と投資は上昇する兆しが見られ、BCI 関連の研究において必要となるツールに係るコストも下がり、より入手しやすくなってきた今日では、コンピュータ科学者やエンジニアが多くの BCI 分野の研究活動に携わっている。本章では、BCI 研究に重点を置く主要研究所の概要を紹介する。

2.2.1. 感覚運動神経工学のための NSF 工学研究センター(NSF Engineering Research Center for Sensorimotor Neural Engineering:CSNE)

受入機関	ワシントン大学(University of Washington)
ウェブサイト	http://www.csne-erc.org/
参加組織	マサチューセッツ工科大学(Massachusetts Institute of Technology:MIT)(中核アカデミック・パートナー) サンディエゴ州立大学(San Diego State University)(中核アカデミック・パートナー:SDSU) インテル(中核産業界パートナー) マイクロソフト(中核産業界パートナー) ロッキード・マーチン(Lockheed Martin)(中核産業界パートナー)
スポンサー	NSF エンジニアリング局(Directorate for Engineering)
主要研究者	Tom Daniel 教授、暫定センター所長(Interim Center Director) Kee Moon 教授(SDSU)、副所長(Deputy Director) Joel Voldman 教授(MIT)、副所長(Deputy Director)
研究分野	同センターは、運動障害者を支援する、神経システムとシームレスにやりとりするデバイスに対するニーズに取り組むために設立された。体に装着または埋入するか、あるいは遠隔地から制御できる次世代の統合神経インタラクティブ・神経刺激システム(integrated neural interactive and neural inspired systems)を開発している。

<背景>

1983年に発足したNSFの工学研究センター(Engineering Research Centers:ERC)プログラムは、民間セクタからの資金調達も可能な、大学主体の研究センターに対し、複数年に渡る大型の資金提供を行っている。このプログラムは、米国主要産業の国際競争力向上を目的として、全米工学アカデミー(National Academy of Engineering)が推奨し

たアプローチを基に開始されたものであり、NSF は、ERC の目的を以下のように説明している。

- 学術界の研究者、学生、大学教員陣と、産業界のエンジニアや科学者との間に継続的な交流機会を与えることにより、技術の担い手のニーズに即した研究プログラムを実施し、それにより学術界と産業界の間での知識(ナレッジ)の往来を支援する。
- 技術の担い手にとって重要な問題を解決できるように、研究プロジェクトにおいて、異なる学問領域の統合し、必要な知識、方法論、ツールを一体化することを推進する。
- あらゆる水準の工学教育の有効性向上に貢献する。

ERC プログラムの下、①説得力のある技術に焦点を置いていること、②公共機関や州・地方政府から支援を得ていること、そして③産業界からも資金を調達可能なことを示すことができる大学は、ERC の設置を申請できる。ERC に対する提供資金額は、ERC あたり 11 年間で 1,500 万から 2,000 万ドルである。初年度の資金額は、400 万~600 万ドルで、その後は毎年減額される。この減額システムは、ERC に対し、産業界からの資金調達の増加を促すためであり、産業界から支援を得られないセンターは、11 年後の終了を待たずに閉鎖されることになる。

感覚運動神経工学のための工学研究センター(CSNE)は、ワシントン大学のコンピュータ科学・工学担当准教授で、マサチューセッツ工科大学で博士号を取得したDr. Yoky Matsuoka の研究から生まれた。Dr. Matsuoka は、筋肉の動きを支配する神経ネットワークに関して研究し、そのキャリアの初期に、本物の手に非常に近い腱を備えた人間の手のロボット・レプリカ(模造品)を作成した。その後、研究が評価され、マッカーサー財団から「天才(ジーニアス)」助成金(MacArthur “Genius” grant)²³を 2007 年に獲得した。Dr. Matsuokaは、インターネット対応ホーム・オートメーション・システム開発企業であるネスト(Nest)の技術担当バイス・プレジデントに就任するため、最近、ワシントン大学を退職した。

CSNE のミッションは、「生体系が情報を取得し処理する方法に関する深い数学的理解を、人間とシームレスに相互作用する効果的デバイスの設計と結びつける画期的な方法を開発する」ことである。そこで、CSNE では、外部刺激と脳から出される指令を、神経システムが処理する方法を理解するために工学的アプローチを採用し、脳内信号を、神経

²³ この助成金は、「独創的探求において非凡な独創性と献身、そして際立つ自己主導性能力」を示した科学者やアーティストを対象に、マッカーサー財団(MacArthur Foundation)が授与するものである。<http://www.macfound.org/fellows/832/>

構造と統合したロボットの機能に転換するモデル、すなわち、人間のシステムとロボット・システムとの関係を理解する「クローズド・ループ・モデル」を開発し、脳機能とより自然に統合された人工装具やその他システムを開発することを目指す。

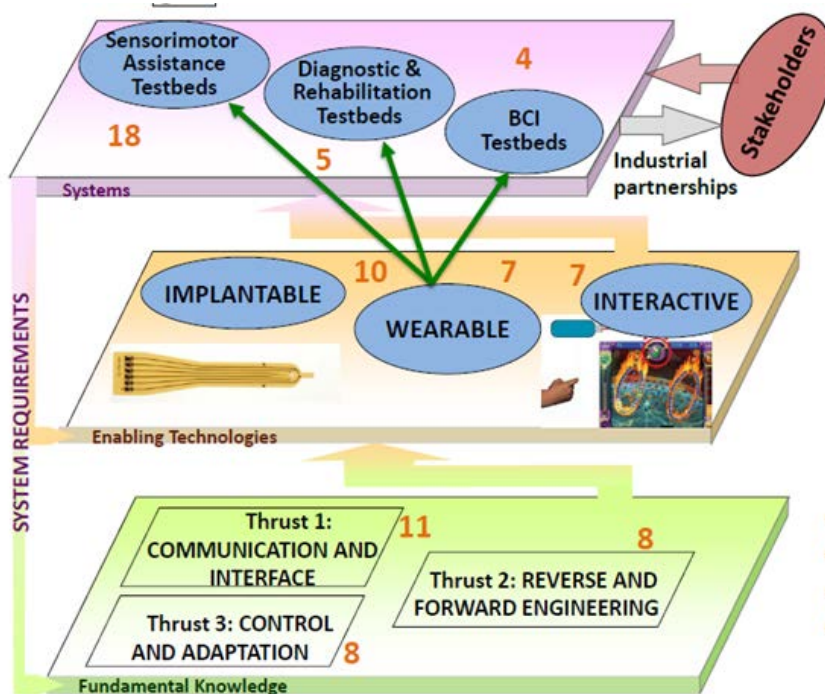
<研究分野とプロジェクト>

CSNE は、3 つの研究「目的(thrust)」を中心に組織されている。

- コミュニケーションとインターフェース(Communication and Interface)：神経信号の抽出と解釈のためのデバイスとデータ/学習アルゴリズムを開発し、外部センサーの信号を神経システムへフィードバックする。
- リバース・フォワード・エンジニアリング(Reverse and Forward Engineering)：複雑な生体系と計算を定義し、神経インターフェースと制御デバイスの設計に役立てると共に、神経モデリングを強化する。
- 制御と適応(Control and Adaptation)：個人の感覚運動機能を表現するデバイスを開発し、人間とデバイス間のクローズド・ループ制御と適応のためのアルゴリズムを設計する。最終的には、これら技術をプロトタイプにシステム統合する。

CSNE の戦略計画によると、これら 3 つの目的は、人間の神経システムがいかに機能し、またシステムのモデルをどのように構築するかについて、現在では存在しない基本的知識を提供する。得られた基本的知識は、実現技術と一体化され、実際のデバイスやシステムで利用されることになる。そして、CSNE はそれらのデバイスやシステムのプロトタイプを試験するために、複数の「テストベッド」を稼働させる予定である。(下図表 5 参照)

図表 5: CSNE の戦略的技術計画



出典: NICT フォーラムでの Dr. Roper によるプレゼンテーション資料

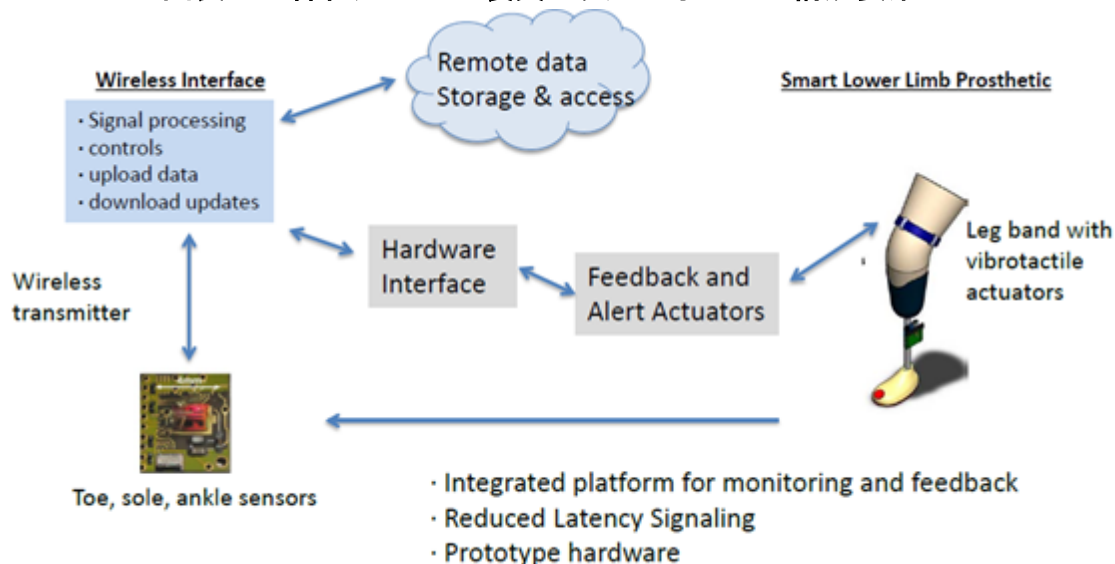
CSNE では、約 10~20 のプロジェクトを同時進行している。プロジェクトの一部を以下に示す。

神経ゲーム・ホーム・セラピー (NeuroGame Home Therapy): このプロジェクトでは、家庭のコンピュータに接続された筋肉センサーを、脳損傷患者が装着し、患者が特定の体の動きを要求するゲームにアクセスすると、センサーが動きが上手くできているかどうかを検出し、そのデータをゲームサーバーへ送信する。セラピストはそれらのデータを精査し、患者の筋機能が計画通りに回復しているか、あるいは他の医療介入が必要かどうかを判断する。

神経適応人工装具プラットフォーム (Neuroadaptive prosthetic platform): 義肢をつけていると十分な感覚フィードバックが得られないため、その利用者はバランスと安定をとることが難しく、つまずいて転びやすくなる。このプロジェクトでは、転倒パターンと、人工装具利用者がつまずきやすい状況を分析し、その結果を利用して、人工装具の無線プラットフォームをプログラムする。このプラットフォームでは、バランスと力を検出することができるセンサーを、人工装具に内蔵し、そのセンサーからの信号を基に、人工装具利用者の転倒リスクを特定する。具体的には、振動作動装置を内蔵したバンドを利用者の足(切断部位の上あたり)に巻いておき、バランスに注意が必要になるとバンドが振動

して警告するといったものである。このシステムの画期的な点は、無線送信機経由でセンサー・データをサーバーに絶え間なくアップロードすることである。それにより、転倒につながる状況を、ソフトウェアが正確かつ継続的に「学習する」ことができる。(下図表 6 参照)

図表 6: 神経適応人工装具プラットフォームの構成要素



出典: NICT フォーラムでの Dr. Roper によるプレゼンテーション資料

<資金源>

CSNE は 2011 年 8 月、1,850 万ドルの NSF 資金を獲得しており、そのうち 670 万ドルを 2012 年 8 月までに費やした。別途、CSNE の「産業界関係者 (industry affiliates)」は、年間会員費という形で研究費を提供し、さらに、関心のある特定のプロジェクトに対して個別に資金提供している。中核大学 3 校のワシントン大学、MIT、SDSU は、CSNE に関心を持つ企業との間で、共通の参加プラン、知的所有権 (IP) に関する合意、そして会員契約を交わしている。CSNE は、他の資金源からの外部資金調達も模索している。例えば、ワシントン大学の CSNE 活動で実施されるプロジェクトのひとつは、ワシントン州が州内の生物医学研究を支援する目的で設立した生命科学発見基金 (Life Sciences Discovery Fund) から 25 万ドルを調達することに成功した。

<組織構成と参加機関>

上記 3 つの中核大学以外にも、CSNE にはいくつかのアカデミック・パートナーが参加している。

- 東京大学 — ロボット設計と開発の専門知識を CSNE に提供している。
- カナダ・バンクーバーのブリティッシュ・コロンビア大学 (University of British Columbia) — 無線シグナリングとセキュリティの専門知識、および、生命倫理と社会的価値分野の専門知識を CSNE に提供している。
- アトランタのスペルマン・カレッジ (Spellman College) とモアハウス・カレッジ (Morehouse College) — いずれもアフリカ系アメリカ人の学生が中心の大学で、アウトリーチ・パートナーとして、さまざまなプロジェクトに工学科の学生を出している。
- カリフォルニア州チューラビスタのコミュニティ・カレッジ、サウスウェスタン・カレッジ (Southwestern College) — CSNE が作成する教材と教科課程を、技術系コースの一部で採用する予定である。

また、多数の高校も CSNE の教材を試験的に採用している。

CSNE の産業提携プログラム (アフィリエイト・プログラム) には、約 30 社が参加している。全面協力パートナー (full partner) は、信号処理に注力するインテルの研究グループ (アリゾナ州)、ヒューマン-コンピュータ・インタラクションに注力するマイクロソフト・リサーチ (Microsoft Research) (ワシントン州レッドモンド)、ロボット研究を手掛けるロッキード・マーチンの研究グループ (ワシントン州ボセル) である。他にもいくつかの非営利研究機関や新興企業と、低料金の提携メンバーシップ契約を結んでいる。また、ベンチャー・キャピタル企業数社が、CSNE の発明の商業化を早期から支援する目的で資金を投じている。

2.2.2. 人工神経のための制御・感覚フィードバック改善に関する NSF の共同研究プロジェクト (NSF Collaborative Research Project on Improved Control and Sensory Feedback for Neuroprosthetics)

受入機関	ライス大学 (Rice University、テキサス州)
ウェブサイト	なし
参加機関	メリーランド大学 (University of Maryland)、ドレクセル大学 (Drexel University、ペンシルベニア州)、ミシガン大学 (University of Michigan)
スポンサー	NSF コンピュータ情報科学工学局 (Directorate for Computer & Information Science & Engineering)、情報インテリジェント・システム部 (Information & Intelligent Systems Division)
主要研究者	Marcia O'Malley 教授、研究責任者 (Principal Investigator: PI) (ライス大学) Richard Gillespie 教授、共同 PI (ミシガン大学) Jose Contreras-Vidal 教授、共同 PI (メリーランド大学) Patricia Shewokis 教授、共同 PI (ドレクセル大学)

研究分野

人工装具とコンピュータの脳による直接制御

<背景>

2011 年、NSF内のコンピュータ情報科学工学局の情報インテリジェント・システム部は、人工神経のためのBCI研究に従事する 4 大学に共同連携グラント(joint collaborative grant)を提供した。4 大学のうち、ライス大学は、筋肉制御と感覚運動タスクの能力を人間が習得する様子をモデル化する、長期的プロジェクトの拠点であった²⁴。また、メリーランド大学では、キネジオロジー学部のContreras-Vidal 教授が、患者の頭部に装着する、筋肉の動きに関連する脳活動を検出するEEGセンサーの外部アレーを開発した。そして、ミシガン大学では、Dr. Gillespie が、コンピュータのための触覚学とカフィードバック制御に関する研究を実施し、また、生物医学工学部のDr. Shewokis が脳信号を検出する近赤外線分光法技術を開発した。これら4人の研究者は、それぞれの研究を統合するための資金を調達するため、NSFの「人間中心コンピューティング(Human Centered Computing)」プログラムへ共同提案を提出することにした。

<研究分野とプロジェクト>

共同研究班は、義手を制御する新しいシステムの開発に取り組んでいる。これまでに、EEG 信号を使うアルゴリズム(デコーダー)の構築により、EEG 電極アレーを実装した頭蓋冠を使い、筋肉の動きを予測する手法を開発しており、現在は、EEG 基盤検出システムと、機能的近赤外線分光(fNIR: functional near infrared spectroscopy)スキャナーから収集される追加データの統合に取り組んでいる。これらのコンポーネントは、患者の意図を読み取り、義手を操作するために利用される。具体的には、アーム・システムが、患者の脳信号を実際の腕の動きに変えると同時に、一連の感覚フィードバック・メカニズムと振動デバイスによって患者にフィードバックを与え、それを受け取った患者がこれらのメカニズムを使い、自分の思う通りに腕の動きを修正することになる。

<資金源>

2011 から 2015 年にかけて、120 万ドルの NSF 資金の獲得を予定しており、これまでにその半分が費やされた。同プロジェクトでは今後、同プロジェクトの研究者が着手している関連研究向けに他の機関が提供している資金も活用する予定である。

<組織構成と参加機関>

同プロジェクトは、ライス大学、メリーランド大学、ドレクセル大学、ミシガン大学の 4 大学

²⁴ http://www.nsf.gov/discoveries/disc_summ.jsp?cntn_id=121203

のみで実施されている。4 大学は個々のキャンパスで独自に研究を行い、電子メールや電話会議、また時には会合を設けることで、その成果を頻繁に連絡させている。

図表 7: EEG 基盤人工装具センサー・システムの試作品



出典: ドレクセル大学²⁵

2.2.3. ジョンズ・オプキンス大学神経工学・生体計測研究所 (Johns Hopkins University Neuroengineering & Biomedical Instrumentation Laboratory)

受入機関	ジョンズ・ホプキンス大学 (Johns Hopkins University: JHU)
ウェブサイト	http://web1.johnshopkins.edu/nthakor/bci_neuroprostheses.htm
参加機関	ジョンズ・ホプキンス大学応用物理研究所 (Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory: JHU APL) HDT エンジニアド・テクノロジーズ (HDT Engineered Technologies)
スポンサー	DARPA、NIH (NINDS)
主要研究者	Nitish V. Thakor 教授、JHU Dr. Michael McLoughlin、JHU APL Matthew Johannes、JHU APL

²⁵

<http://drexel.edu/now/news-media/releases/archive/2011/July/Researchers-Aim-for-Direct-Brain-Control-of-Prosthetic-Arms/>

研究分野	義肢を制御するための信号処理技術と、画期的な皮質・筋電気制御戦略の開発に重点を置く。また、JHU APL の協力を得て、脳信号検出と脳-コンピュータ制御技術を、高度義手であるモジュラー型義肢 (Modular Prosthetic Limb: MPL) へ応用する。
------	---

<背景>

2010 年、JHU APL は、2009 年度革新的人工装具 (Revolutionizing Prosthetics) プログラムにおいて、新しい MPL を開発する契約を DARPA と締結した²⁶。その研究の一環として JHU の神経工学・生体計測研究所は、運動機能を示す脳信号を検出し、MPL の動きに変換するシステムの開発を進めている。

このシステムでは、状況に応じて、非襲侵的および襲侵的技術の両方を利用する。例えば、まひ患者の場合、運動制御の脳波パターンを検出するため、制御システムを体に埋入する手術が必要になる可能性がある。一方、四肢切断患者では、脊髄と上腕の神経活動を検出する非襲侵システムの利用が可能である。同研究所では、人工装具への応用を視野に入れ、皮質電気 (electrocortical) をテーマに複数の研究を並行して行っている。

<研究分野とプロジェクト>

同研究所の BCI 及び人工神経グループは、以下のような複数の制御技術の研究に取り組んでいる。

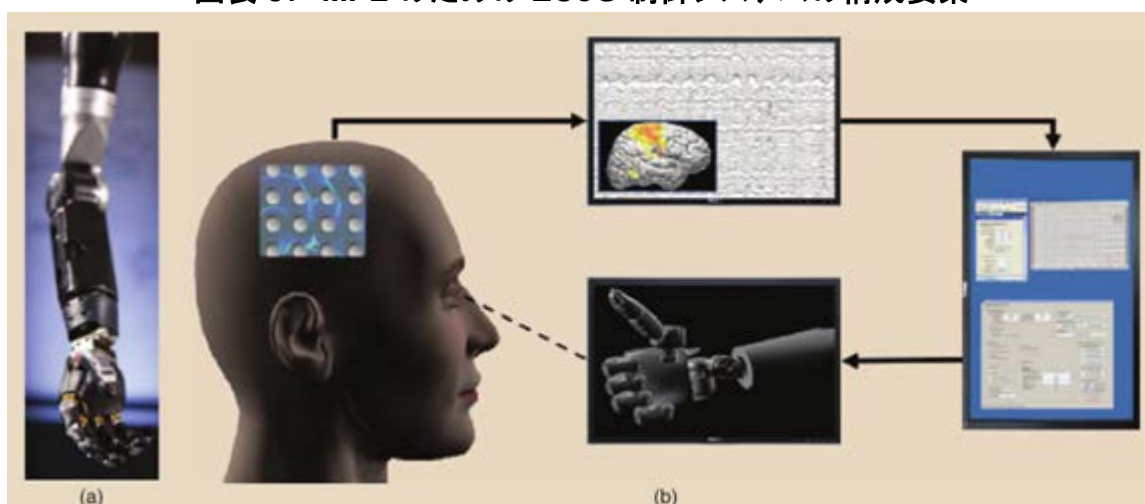
- 皮質脳波検査 (electrocorticography: ECoG)
- 非襲侵的 EEG (Noninvasive EEG)
- 局所電場電位 (Local field potentials: LFP)
- 単一・複数ユニット活動 (Single and multi-unit activity)
- 表面筋電図 (Surface EMG)

同グループは、NIH から資金提供を受けて、皮質電気活動のパターンが、物体認識や運動制御などの異なる種類の機能的相互作用を示唆するタイミングを測定するモデルを開発した。また、MPL のための ECoG 制御システムを開発し、2012 年に実演した²⁷。このシステムでは、①腕の動きの視覚認識、②運動制御機能の ECoG 信号、そして③MPL を動かす指令としての信号解釈というフィードバック・ループを生成する (下図表 8 参照)。

²⁶ <http://www.jhuapl.edu/newscenter/pressreleases/2010/100714.asp>

²⁷ <http://lifesciences.ieee.org/publications/newsletter/april-2012/96-building-brain-machine-interfaces-neuroprosthetic-control-with-electrocorticographic-signals>

図表 8: MPL のための ECoG 制御システムの構成要素



出典: IEEE Life Sciences²⁸

<予算>

JHU APL が 2010 年に DAPRA と締結した契約規模は、最大 3,550 万ドルである。また、JHU の神経工学・生体計測研究所の BCI 及び人工神経グループは、ECoG を使う制御システムの研究を目的に、NIH の国立神経疾患・脳卒中研究所(NINDS)から追加支援を受け取っている。NINDS からの資金は、2010 年 5 月から 2013 年 4 月までに、87 万 3,000 ドルであり、それに加え、追加研究用資金として 2012 年 5 月から 2013 年 4 月までに 35 万 1,000 ドル提供されている。同プロジェクトは 2015 年 5 月の完了が予定されている。

<組織構成と参加機関>

MPL のための BCI とフィードバック・メカニズムに関する追加研究は、JHU APL の他にもピッツバーグ大学 (University of Pittsburgh)、カリフォルニア工科大学 (California Institute of Technology)、シカゴ大学 (University of Chicago) で実施されている。また脳信号計測に関する追加研究は、ユタ大学 (University of Utah) とユタ州のブラックロック・マイクロシステムズ (Blackrock Microsystems) によって進行中である。そして、MPL の開発と商用化は、オハイオ州の HDT エンジニアド・テクノロジーズが主導している。

28

<http://lifesciences.ieee.org/articles/82-toward-electrocorticographic-control-of-a-dexterous-upper-limb-prostheses>

2.2.4. デューク大学神経工学センター (Duke University Center for Neuroengineering)

受入機関	デューク大学(ノース・カロライナ州)
ウェブサイト	http://www.nicolelislab.net/
参加機関	デューク大学医療センター(Duke University Medical Center)
スポンサー	DARPA、NIH、マイケル・J・フォックス基金(Michael J. Fox Foundation)
主要研究者	Dr. Miguel Nicolelis
研究分野	デューク神経工学センターを含むニコレリス研究所(Nicolelis Laboratory)は、患者と人間以外の霊長類を対象に、ニューロン集団コーディング、脳・マシン・インターフェース(BMI)、人工神経に関する研究を行っている。

<背景>

デューク大学神経工学センターは、生体医学工学、心理学と神経科学、そして神経生物学の教授を務める Dr. Miguel Nicolelis の研究室である。Dr. Nicolelis は、病気やケガが原因で神経機能を失った患者を支援する目的で、動物の神経システムの分析や、神経可塑性(脳損傷後に主要機能を再建するニューロンの能力)、BMI の研究を行っている。Dr. Nicolelis は 2001 年、デューク大学医療センターにおける BCI 研究の拠点として、デューク大学神経工学センターを設立した。同年、博士は BCI に関する初期の研究で、MIT のテクノロジー・レビュー(Technology Review)誌が選ぶ「10 大新興技術(Top 10 Emerging Technologies)」の一つを支えた研究者として脚光を浴び、2002 年には DARPA から研究における持続的エクセレンス(Sustained Excellence in Research)賞を授与された。

<研究分野とプロジェクト>

デューク大学神経工学センターは、以下に示す 2 分野の研究で知られる。

- BCI: 2011 年、同センターが開発したシステムを使い、脳にインプラントを埋入したサルが、コンピュータ画面上で、コンピュータで作成した「仮想の腕」を制御する様子を実演した。霊長類を使った初期の研究では、サルがロボットの動きを制御する様子を日本で実演した。新しいプロジェクトでは、BCI システムを連動させた没入型仮想現実環境を開発し、仮想イベントに対する脳活動を研究すると共に、人間のまひ患者が仮想環境で相互作用が行えるかどうかを試験する。
- 人工神経: 脳制御外骨格を開発し、まひ患者が車椅子を使わず一人で歩けるようにすることを目指す多国間研究「再び歩くプロジェクト(Walk Again Project)」に取り組んでいる。2014 年にブラジルで開催されるサッカー・ワールド・カップで、外

骨格を実装したまひ患者がボールを蹴るところを実演する予定である。

同センターの研究の大部分は、脳波パターンから意図を読み取る技術に重点を置いている。その他、NIH とマイケル・J・フォックス基金から援助を受けて、パーキンソン病の症状を治療するための脊髄インプラントを開発するプロジェクトがある。

<資金源>

同センターは 2012 年、NIH から 200 万ドルの資金を受けた。その他、マイケル・J・フォックス基金や DOD から援助を受けている。

<組織構成と参加機関>

上記の「再び歩くプロジェクト」で、スイスのスイス連邦工科大学ローザンヌ校 (Ecole Polytechnique Federale de Lausanne)、ドイツのミュンヘン工科大学 (Technical University of Munich) と協力関係にある。

2.2.5. イースト・テネシー州立大学 BCI 研究所 (East Tennessee State University BCI Laboratory)

受入機関	イースト・テネシー州立大学 (East Tennessee State University)
ウェブサイト	http://www.etsu.edu/cas/bcilab/
参加機関	デューク大学 (Duke University) マサチューセッツ・ゼネラル・ホスピタル (Massachusetts General Hospital) ニューヨーク州厚生局ワズワース・センター (Wasdworth Center, New York State Department of Health)
スポンサー	NIH
主要研究者	Eric Sellers 教授、所長 (Laboratory Director)
研究分野	脳-コンピュータ統合における脳からのインプットを収集するための異なる方法間での相対的有効性を研究する。

<背景>

神経変性疾患患者が抱える問題を研究分野とする Eric Sellers 教授は、イースト・テネシー州立大学の教員として着任したのち、異なる利用者が異なる BCI 技術をどれだけ簡単に利用できるかに焦点を当てた、数少ない研究のひとつに着手した。同教授の研究班で

ある BCI 研究室は、同教授がニューヨークのワズワース・センター(Wadsworth Center)で実施した研究(後述)に基づき、脳信号を使うコンピュータ・カーソル制御のための「P300」と呼ばれるシステムと、その他の類似システムの比較評価に重点を置いている。

<研究分野とプロジェクト>

同 BCI 研究所は、以下のような複数のプロジェクトを実施している。

P300 基盤 BCI 性能の強化(Enhancing P300-Based BCI Performance): デューク大学の人工内耳と表面センサーに応用される統計的信号処理研究所(Statistical Signal Processing Applied to Cochlear Implants and Subsurface Sensing Laboratory)と、同じくデューク大学のコミュニケーション強化のためのリハビリテーション工学研究センター(Rehabilitation Engineering Research Center on Communication Enhancement)と協力し、このプロジェクトでは従来の 6x6 P300 スペラー(speller)の改良に取り組んでいる。スペラーとは、脳波を使ってスクリーンから文字を選び、利用者がメッセージを書き出せるようにするためのインターフェースである。筋萎縮側索硬化症(ALS、ルーゲーリック病として知られる)患者に改良版を使用してもらい、ユーザビリティ(使い勝手)が向上したかどうかを調査する。

注意操作(Attentional Manipulations): 利用者の注意力向上が EEG 基盤システムの BCI 性能を改善するかどうかを測定する。初期の研究結果によると、利用者に認知度向上のための特定のエクササイズをさせることで、EEG システムの脳活動をピックアップする性能が向上したことが示された。ワズワース・センターで実施される関連プロジェクトでは、特定の精神的刺激を与えることで、利用者による P300 6X6 スペラーを操作する速度と精度が向上するかどうかを試験する。

ソフトウェア・アクセシビリティ(Software Accessibility): ワズワース・センターの BCI 研究所と協力し、BCI 利用者とその介護人にとって BCI 技術をよりアクセシブルに、かつユーザー・フレンドリーにするための技術的アプローチを開発する。これらの改良は、BCI 利用環境を、研究所内から、利用者がデバイスを毎日長時間利用することになりえる家庭生活へと移行させるために重要である。

救急処置設定(Acute Care Setting): マサチューセッツ・ゼネラル病院(Massachusetts General Hospital)の Dr. Leigh Hochberg およびワズワース・センター研究者と協力し、救急措置が必要な場合や、救命救急施設での使用に最適化された BCI システムの開発に取り組む。

<資金源>

同 BCI 研究所は、ほぼ NIH の助成金だけで運営されている。P300 BCI スペラー改良研究には、NIH の国立聴覚・伝達障害研究所が年間約 32 万ドルを助成している。また、デューク大学、ワズワース・センターなどの研究所パートナーが、資金の一部を受け取っている。

<組織構成と参加機関>

同 BCI 研究所スタッフは、Dr. Sellers の他に大学院生と学部生が数人程度である。Dr. Sellers は、このような小世帯の研究班ながらも、デューク大学やワズワース・センターからのより規模の大きい参加機関にとって有益な研究を推進している。

2.2.6. ワズワース・センターBCI 研究所 (Wadsworth Center BCI Laboratory)

受入機関	ニューヨーク州厚生局 (New York State Department of Health)
ウェブサイト	http://www.wadsworth.org/bci/index.html
参加機関	ヘレン・ヘイズ病院 (Helen Hayes Hospital) (ニューヨーク州アルバニー ニューヨーク州厚生局 (New York State Department of Health))
スポンサー	ニューヨーク州政府 (New York State Government)
主要研究者	Dr. Jonathan Wolpaw、治験医師 (Research Physician)
研究分野	家庭と臨床現場での利用を想定した、携帯型 EEG 基盤 BCI システムの開発

<背景>

ワズワース・センターは 1901 年、ニューヨーク州住民の公衆衛生保護に関連する研究を実施するため、同州厚生局によって設立された。現在は、遺伝医学、環境衛生と科学、そして臨床治療に関連するいくつかの分野の研究を行っている。同センター内のトランスレーショナル(展開)医療部 (Division of Translational Medicine)・ニューロン損傷と修復研究所 (Laboratory on Neuronal Injury and Repair) は、州保健システム内の神経変性疾患患者の生活の質向上に重点を置く研究を行っている。この研究の一環として Dr. Wolpaw は、家庭で利用できるワズワース BCI システム (Wadsworth BCI System) を開発した。

<研究分野とプロジェクト>

ワズワース・センターにおける BCI に関する研究は、ワズワース BCI システムの臨床および運用有効性の研究に注力している。同システムのコストは、現在、患者あたり約 5,000 ドルである。イースト・テネシー州立大学、デューク大学、そしてその他研究機関の研究者が、ニューヨーク州内の ALS および類似する神経疾患の患者を対象に、ワズワース BCI システムを使った試験を実施している。

<資金源>

ワズワース・センターの運営資金は、ニューヨーク州厚生局から拠出される。また、ワズワース BCI システムを利用した研究は、その導入と、患者の訓練とサポートのための資金を、ブレイン・コミュニケーション基金 (Brain Communication Foundation) から受け取っている。

<組織構成と参加機関>

ヘレン・ヘイズ病院の臨床医学プログラムが、ワズワース BCI システムを使う臨床試験の患者登録を行っている。他の研究パートナーは、試験や実験の設計と、システムの利用促進において、ワズワース・センターと直接協業している。

図表 9: ワズワース BCI システム



出典: ブレイン・コミュニケーション基金²⁹

²⁹ <http://www.braincommunication.org>

2.2.7. ワシントン大学セントルイス・神経科学・技術イノベーション・センター (Washington University in St. Louis, Center for Innovation in Neuroscience and Technology)

受入機関	ワシントン大学セントルイス (Washington University in St. Louis)
ウェブサイト	http://cint.wustl.edu/Default.aspx
参加機関	アレン脳科学研究所 (Allen Institute for Brain Science) アセンション・ヘルス・ベンチャー (Ascension Health Venture)
スポンサー	NIH
主要研究者	Dr. Eric Leuthardt、所長 (Director)
研究分野	脳と脊髄研究の基礎技術を発展させ、患者の生活の質向上につながるソリューションを開発することに重点を置いている。これら技術を商業化するための標準プロセスを策定した。

<背景>

ワシントン大学セントルイスの神経科学・技術イノベーション・センターは、神経科学と脳の基礎研究による、新技術ソリューションへの展開と商業化を図る新モデルの開発を目的に 2010 年に設立された。同センター所長の Dr. Eric Leuthardt は、NIH から資金を受けて、商業化と開発を目指すプロジェクトを選定するための学際的な (Milti-disciplinary) 体制を形成した。

このプロセスでは、医師やエンジニア、潜在的投資家を交えた一連の「学際的セッション (cross-disciplinary sessions)」にて、デバイスやシステムに関する新しいアイデアが検討され、独立した選別メカニズムを通過した有望なアイデアには、実際に機能するプロトコルを作成するために、産業界が出資する学際的フェローシップに送られる。そして、産業界関係者と科学審査員 (レビューワー) による高次チームが、それらアイデアの潜在的市場性と技術的リスクを検討し、開発継続が実を結ぶかどうかを判断する。同センターは、発明の成功がもたらすリターンを、このプロセス参加者全てに還元するための知的財産権 (IP) ポリシーを策定している。

同センターは、その稼動開始から 3 年間で、32 人の臨床および非臨床発明者の参加を得て、47 のアイデアと 16 のフェローシップ、12 の特許をもたらした。12 の特許のうち 7 件は、企業に使用権を与えている。

<研究分野とプロジェクト>

現在の研究プロジェクトは、以下のテーマに重点を置いている。

人工神経(Neuroprosthetics): EcoG センサーを利用し、義肢をコンピュータで制御するための新メカニズムを開発する。

運動生理機能(Motor Physiology): バーンズ・ジューイッシュ病院(Barnes-Jewish Hospital)のてんかん患者を対象に、てんかん発作が始まる部位を、EcoG によってモニターし、腕と指の動きの神経相関を解読する。異なる腕の動きによって、脳波において、予期せぬシグネチャが生じる。研究班は、基本的な信号処理と機械学習技術を使い、こうした皮質反応の特徴の解読に取り組んでいる。

音声生理学(Speech Physiology): 会話中の脳活動を分析し、その活動を特性化することで、脳の言語中枢にみられるパターンを理解するための新手法を開発している。異なる会話の間の関係をより詳細にモデル化することによって、患者の思考パターンを音声化する新しい方法の開発が実現する可能性がある。

脳マッピング(Brain Mapping): 現在の脳マッピング技術は、大脳皮質の標的部位内の脳信号を受信するために、手術によってセンサーを埋入する必要がある。このプロジェクトでは、患者の脳活動を麻酔下で検出する、手術を受けられない患者にも適用できる、襲侵性の低い手法の実験を行っている。

<資金源>

同センターの全体資金は、NIH の国立研究資源センター(National Center for Research Resources)から提供されている。また、特定の研究プロジェクトは、その他の NIH センターや研究所、大学、そしてベンチャー・キャピタル・パートナーであるアセンション・ヘルス・ベンチャーからも資金を受けている。

<組織構成と参加機関>

同センターのプロジェクトには、有望なプロトタイプごとに結成された研究チームが関与している。このチームは、ワシントン大学の他の学部の人材や、地元の起業家やエンジニアなどを集めて組織される。

ブラウン大学ブラウン脳科学研究所(Brown University, Brown Institute for Brain Science)

受入機関	ブラウン大学(Brown University)
ウェブサイト	http://donoghue.neuro.brown.edu/ http://www.braingate2.org/aboutUs.asp
参加機関	マサチューセッツ・ゼネラル病院

	退役軍人局 スタンフォード大学 (Stanford University)
スポンサー	DARPA、退役軍人省、NIH、ダナ財団 (Dana Foundation)
主要研究者	John Donoghue 教授、所長 (Director) Dr. Leigh Hochberg、研究責任者 (Principal Investigator)
研究分野	画期的な多重電極記録アレーと fMRI 技術を使い、大脳皮質ニューロンの集団が、自発的な腕の動きの計画と成立に関連する情報を獲得し符号化する方法を観察する。これらプロセスをアルゴリズムとしてモデル化する方法を、数学とコンピュータ科学者が提供する。

<背景>

Dr. John Donoghue は、脳撮像とリハビリテーション医学 (rehabilitative medicine) 分野の神経パターン研究の権威として知られる。ブラウン脳科学研究所 (Brown Institute for Brain Science) の前身は、同博士が 1999 年に立ち上げたブラウン脳科学プログラム (Brown Brain Science Program) である。2002 年には、ブラウン大学からの独立 (スピンオフ) した医療デバイスの新興企業として、サイバーキネティクス (Cyberkinetics) (後に、Cyberkinetics Neurotechnology Systems に社名変更) が、第一世代神経インターフェース・システムのパイロット臨床試験の実施に向けて、規制上の承認取得や資金調達を進めるために設立された。同社の努力と相当額の資金調達の甲斐あって、ブラウン大学で実施された前臨床研究は、最初のヒューマン・デバイス (human device) であるブレインゲート神経インターフェース・システム (BrainGate Neural Interface System) として具現化された。このシステムでは、脳に埋入可能なセンサーで神経信号を検出して解読し、補助技術に制御信号を提供する。

しかし、2007 年、サイバーキネティクスの焦点が他の医療機器に向けられたことを転機に、2008 年中旬、ブラウン大学は、ブレインゲート 2 (BrainGate2) と呼ばれる新しいシステムの開発を、サイバーキネティクスの協力を得て、大学内で主導することになった。ブレインゲート 2 のパイロット臨床試験は、ハーバード・メディカル・スクール (Harvard Medical School) の教育協力病院 (teaching affiliate) であるマサチューセッツ・ゼネラル病院の神経科が管理する。また、この研究は、ブラウン大学の神経科学学部、工学部、ブラウン脳科学研究所、そしてプロビデンス退役軍人省医療センター (Providence VA Medical Center) のリハビリテーション研究開発サービス (Rehabilitation Research and Development Service) と、科学的側面で緊密に協力して実施される。2011 年末には、スタンフォード大学 (Stanford University) が、臨床サイトとして参加し、現在は、臨床試験の患者登録を行っている。

<研究分野とプロジェクト>

同研究所では、ブレインゲート 2 およびその他のイニシアティブのもと、以下のようなテーマに取り組んでいる。

- **コミュニケーション(Communication)**: 脳幹の損傷や ALS などのため、意識ははっきりしているが動いたり話したりできない閉じ込め症候群を患う人々のために、患者が自分の手の動きについて考えるだけで(例えば、あたかもコンピュータ・マウスを動かしているかのように考える)、コンピュータ・スクリーン上のカーソルを制御したり、仮想キーボードを打ち込んだりする能力を再活性化する技術を開発する。
- **人工装具(Prosthetics)**: ブレインゲート 2 システムを使い、脳波だけでロボットアームを制御する能力を試験する(本章冒頭を参照)。
- **センサー(Sensors)**: 従来の脳波検出技術の限界を克服するため、完全に埋入可能で、無線駆動・無線通信に対応した統合神経記録マイクロシステムを開発する。

図表 10: DEKA ロボットアームを使ったブレインゲート 2 インターフェースの実演



出典: ブラウン大学³⁰

<予算>

ブレインゲート 2 を含め、同研究所におけるプロジェクトは、NIH、退役軍人局リハビリテ

³⁰ <http://news.brown.edu/pressreleases/2012/05/braingate2>

ーション R&D サービス、NSF、ドリス・デューク慈善財団(Doris Duke Charitable Foundation)、心房性細動・脳卒中統合研究のための MGH-ディーン研究所(MGH-Deane Institute for Integrated Research on Atrial Fibrillation and Stroke)、ケイティ・サムソン財団(Katie Samson Foundation)、そしてクレイグ・H・ニールセン財団(Craig H. Neilsen Foundation)から資金提供を受けている。

<組織構成と参加機関>

主要研究は、ブラウン大学、ボストンのマサチューセッツ・ゼネラル病院、そしてスタンフォード大学によって実施されている。ドノヒュー研究所は、ブレインゲート 2 ためのコンソーシアムを管理する事務局であり、ブラウン大学神経科学学部と脳科学研究所とも協力関係にある。

2.3. 脳情報通信技術全般に関する運用、倫理、安全性に関する取組み概要

神経科学研究や脳とコンピューターの統合に関する研究がさらに成熟し、有為性を高めるにつれ、倫理、患者の安全性、インフォームドコンセント、およびこの知識や技術の適切な応用に関する問題について、懸念が頻繁に表明されるようになってきている。以下のような幅広い部門(政府、学術、非営利)の各種の団体がこういった討議に関与している。

- 政府部門 — 研究スポンサー(研究資金を提供する機関、または実際に研究を行う機関)が、プロジェクトの計画や実施において、研究者が従わなければならない倫理と安全の指針を発行している。また、複数の研究スポンサーにおけるこれらの事項の該当状況を調査する政策機関によって、より幅広いガイドラインが発行されている。
- 学術部門 — 倫理研究者がさまざまな研究活動や技術の哲学的、社会的、政治的意味合いを研究し、研究者が採択すべきガイドラインや視点について独自の見解を述べ、勧告を行っている。
- 非営利部門 — 各種の学会が頻繁に「行動規範」やその他の一般にインフォーマルなガイドラインを発行し、研究者が倫理と安全の問題をいかに扱うべきかを指示している。シンクタンクも、この種の研究が未来の経済や社会にもたらしうる幅広い課題について論じる報告書や論文を執筆している。

以下に、これらの 3 部門から若干の組織を挙げ、神経科学研究における倫理、安全、社会問題に関連した最近の展開や活動をまとめる。

2.3.1. ペンシルバニア大学神経科学・社会センター(Center for Neuroscience and Society)

組織名	神経科学・社会センター (Center for Neuroscience and Society: CNS)
ウェブサイト	http://www.neuroethics.upenn.edu/
部門	学術(倫理研究者)
受入機関	ペンシルバニア大学
キーパーソン	Dr. Martha J. Farah、所長(Director) Dr. Anjan Chatterjee、副所長(Deputy Director) Dr. Stephen J. Morse、副所長(Deputy Director)
研究と成果	CNS は神経科学の倫理についての短期コースを提供し、神経科学の倫理的意味合いについて討議する公的なイベントを開催し、神経科学研究の倫理問題をいかに扱うかに関する報告書や勧告を発行している。

<背景>

ペンシルバニア大学は、長年に渡り、脳神経倫理を主眼に研究を進めてきた。同大学の教授陣は、脳神経倫理および神経法規に関する初期の論文の多くを執筆しており、fMRI の嘘発見器開発の先鋒となり、神経科学が社会に及ぼす影響について、大統領の諮問委員会や議会委員会で証言してきた。その後、同大学は、ペンシルバニア大学脳神経倫理プログラム(Penn Neuroethics Program)を創設し、これらの問題について検討し、指導している。さらに 2004 年には、脳神経倫理に関する包括的な情報源として、ウェブサイト「NEUROETHICS.UPENN.EDU」を立ち上げた。2009 年 7 月には、対象範囲の拡大を反映して、ペンシルバニア大学脳神経倫理プログラムが、神経科学・社会センター(CNS)となった。CNS は、同大学の人文科学部から医学大学院、法学大学院、工学・応用科学部にわたる各部の教授や学生から構成される。

現在、CNS は、神経科学と社会(Neuroscience & Society)に関する学部レベルの講義のコースと、脳神経倫理分野で大学院コースをそれぞれ 1 つずつ提供しており、大学院コースの方は、NSF が資金を拠出する、同大学の学習プログラムである、「神経科学共同学習(Neuroethics Learning Collaborative: NLC)」を通して、学生に提供されている。さらに、CNS は神経科学ブートキャンプ(Neuroscience Boot Camp)で世界から訪れる大学院生や専門家に指導を行い、臨床神経科学と社会(Clinical Neuroscience and Society)に関する初の生涯医学教育(Continuing Medical Education: CME)認可会議を提供している。

<最近の活動>

同大学は、最近、ペンシルバニア大学神経変性疾患倫理政策プログラム (Penn Neurodegenerative Disease Ethics and Policy Program) と呼ばれる、CNS を補完するプログラムを開始した。この新しい取り組みは、神経変性疾患の診断と治療における進歩の倫理面および政策面での意味合いを特定し検討する研究、教育、および研修を支援し、これらの進歩をいかに臨床の場に取り入れるかのベストプラクティスの作成を目指している。

医学、医学倫理、および保健政策担当 Jason Karlawish 教授が、同プログラムの初代ディレクターを務める。同教授は、ペンシルバニア大学記憶センター (Penn Memory Center) のアソシエイト・ディレクターであり、老化の脳神経倫理における国際的リーダーでもある。

CNSの所長を務めるDr. Farah は先頃、慢性的貧困につながる神経科学問題について連邦議会で証言している。CNSの副所長の一人であるDr. Stephen Morseは、脳深部刺激 (Deep Brain Stimulation) 療法にまつわる倫理的懸念について論文を発表している³¹。

2.3.2. スタンフォード大学脳神経倫理プログラム (Stanford Program in Neuroethics)

組織名	バイオメディカル倫理センター (Center for Biomedical Ethics)
ウェブサイト	http://neuroethics.stanford.edu/
部門	学術 (倫理研究者)
受入機関	スタンフォード大学
キーパーソン	Hank Greeley, J.D., 所長 (Director) Dr. Mildred Cho, 副所長 (Associate Director)
研究と成果	神経機能画像法の進歩、認知機能を改善する神経技術と薬理作用の登場、医師自身が利害関係を持つ施設の医療や画像サービスの紹介、偶発的な知見、致命的 MRI などが呈する倫理的、社会的、および法的課題について研究する。

<背景>

スタンフォード大学バイオメディカル・エシックス・センター (Center for Biomedical Ethics) は、2002 年に医療用画像法と生物医学倫理の接点にある問題に焦点を当てる

³¹ http://repository.upenn.edu/neuroethics_pubs/86/

脳神経倫理プログラム(Program in Neuroethics)を創設した。これは、先述のペンシルバニア大学の CNS と共に、脳神経倫理を研究する草分け的センターの一つで、同センターの Hank Greeley 所長は、医療における検査や診断に関する法的問題の専門家である。

<最近の活動>

2012 年、Greeley 所長は、神経科学と法律に関する新書「Neuroscience and the Law」を出版し、続いて、脳刺激にまつわる倫理面および社会面の問題を取り上げた小論文を発表した。同センターは、神経画像法の倫理に関する継続的プロジェクトを実施しており、このプロジェクトでは、研究者が、感情や道徳判断のような複雑な人の行動に関する神経画像試験の新しい動向を特定し、結果の使用や解釈についてのガイドラインのほか、メディアによる責任ある報道や、複雑な人体現象に関する国民の理解や認識を促すような成果の伝達方法について勧告を発表し、さらに、健康な対照被験者における変則的な機能的脳活性の知見をまとめた症例集を発行する予定である。

2.3.3. ブリティッシュ・コロンビア大学脳神経倫理ナショナル・コア(National Core for Neuroethics)

組織名	脳神経倫理ナショナル・コア(National Core for Neuroethics)
ウェブサイト	http://neuroethics.ubc.ca/National_Core_for_Neuroethics/Home.html
部門	学術(倫理研究者)
受入機関	ブリティッシュ・コロンビア大学
キーパーソン	Dr. Judy Illes、所長(Director)
研究と成果	脳神経倫理ナショナル・コアは、神経科学における最先端の技術開発の倫理的、法的、政策的、および社会的意味合いに専門的に取り組む学際的な研究グループである。同組織は、脳科学分野の革新技術を、影響力の高い研究や教育、アウトリーチ(広報)を通じて、社会、文化および個人の価値観に適合させることを目的としている。

<背景>

ナショナル・コアは 2009 年に脳神経倫理の研究を開始した学際的センターである。同センターでの主な研究プロジェクトは、認知機能向上、神経変性疾患および再生医療研究の倫理、脳研究における国際的および異文化間の課題、民間部門の神経画像法、個別化医療(personalized medicine)の倫理などの、影響力と可視性の高い分野に焦点が置かれている。

<最近の活動>

Dr. Illes のグループは、神経画像法の倫理面を研究し、経験的アプローチを用いて、神経画像法に予想されるトランスレーショナルパスウェイ上の倫理領域をマッピングし、またステークホルダー（研究者、医療専門家、顧客、その家族）の意見を倫理学の討議に盛り込んでいる。このグループは、神経科学の専門家や専門医が倫理的ガイダンスを有することの必要性を理解することに特に重点を置いている。

2011 年 3 月、同センターは、脳啓蒙週間 (Brain Awareness Week) を開催し、脳神経倫理の専門家数名が医療の場での神経科学の利用に関する倫理の問題を論じた。その中の一つの講演は、「脳神経倫理学におけるカナダのリーダーシップと国際的未来 (Canadian Leadership and the International Future of Neuroethics)」に注目したものであった。

2.3.4. ヒト研究の倫理に関する全国評議会 (National Council on Ethics in Human Research)

組織名	ヒト研究の倫理に関する全国評議会 (National Council on Ethics in Human Research: NCEHR)
ウェブサイト	http://www.ncehr-cnerh.org/english/who_e.html
部門	政府 (政策機関)
受入機関	カナダ専門医協会 (Royal College of Physicians and Surgeons of Canada)
キーパーソン	Dr. Glenn Griener、代表 (President)
研究と成果	人を対象とするバイオメディカル・リサーチにおける適切な行動についての討議とガイドライン

<背景>

NCEHR は、MRC (Medical Research Council of Canada、現在は CIHR) の要請により、MRC とカナダ厚生省の財政援助を受けて、カナダ専門医協会によって 1989 年に創設された。その活動は現在、カナダ保健研究所 (Canadian Institutes of Health Research: CIHR)、カナダ厚生省、カナダ専門医協会、研究倫理に関する省庁間諮問パネル (Interagency Advisory Panel on Research Ethics: PRE)、および、米国保健・福祉省の被験者保護局 (Office for Human Research Protections) の援助を受けている。

NCEHR の使命は、ステークホルダーへの助言、ガイダンス、教育を通して、人を使う研究の倫理的実施について知識と実践を推進する指導的役割を担うことである。NCEHR

はボランティアベースの独立非政府機関であり、慈善機関として結成されている。そのメンバーは、多様な学術分野や医療専門分野出身のボランティアであり、その活動は主に教育的で、品質の向上を目指した自主的な教育現場訪問プログラムが含まれる。研究案件の倫理審査や研究が公正なる良き科学活動であるかの審査に関わる研究倫理委員会のメンバーや研究者に、基礎的および高度な研修を提供している。これらは社会学から人文学、原住民研究、自然科学、工学、臨床試験まで、広い範囲の研究を網羅している。

<最近の活動>

NCEHR は 2010 年以降新たな文書を発表していない。

2.3.5. NIH 国立神経疾患・脳卒中研究所(NINDS)

組織名	国立神経疾患・脳卒中研究所(NINDS)
ウェブサイト	http://www.ninds.nih.gov/index.htm
部門	政府(政府スポンサー)
受入機関	NIH
キーパーソン	Dr. Story Landis、所長(Director) Martha Diaz-Ortiz、倫理スペシャリスト(ethics specialist)
研究と成果	NINDS の使命は神経疾患による障害を軽減することにある。この目標の達成のため、NINDS は正常な神経系や疾患のある神経系の基礎研究、トランスレーショナルリサーチ、および臨床試験を助成し、実施している。NINDS は基礎および臨床の神経科学研究のための治験責任医師の研修を推進し、研究者、臨床医、および国民のための神経学関連の主要情報源となっている。

<背景>

NINDS は、1950 年に NIH の一部として創設され、脳と神経系の障害に関する研究の実施と助成を行っている。NINDS の基礎研究の重要分野として、脳と神経系の発達、脳の遺伝学、認知と行動、神経変性、脳の可塑性と修復、神経信号、学習と記憶、運動制御と統合、感覚機能、神経経路、シナプス、回路などがある。

NINDS が資金を提供する研究のほとんどは、大学、メディカルスクール、病院などの公的機関や民間施設で働く NINDS 外の研究者が行っている。NINDS 内の研究者は NINDS の検査施設、支部、診療所などに勤務し、神経科学の主要分野のほとんどにつ

いて研究を行っている。

NINDS は他の NIH 組織を始め、その他の連邦機関とも協力するほか、ボランティア組織、専門家組織、および商業団体とも協力している。

<最近の活動>

2011 年 11 月、NINDS の資金を受ける研究者らが、てんかん性発作の治療にいずれ使用できそうな超薄層のフレキシブルな脳インプラントの開発を発表した。研究者らは動物試験で電極列デバイスを用いて発作中の脳の活性を調べた。いつの日かこの電極列を使って、脳内の発作の始まる位置を正確に特定し、おそらくは発作を鎮めることができるようになる可能性がある。

2012 年には、NINDS 後援のワークショップで、動物試験の設計と報告を改善するための一連の勧告がコンセンサスにより作られた。動物試験を再現しやすく解釈しやすいものとすることによって、ワークショップの勧告は有望な治療法を患者のもとに届ける一助となると思われる。

2.3.6. クリーブランド・クリニックー神経倫理プログラム (NeuroEthics Program: NEP-CC)

組織名	バイオエシックス部 (Department of Bioethics)
ウェブサイト	http://my.clevelandclinic.org/about-cleveland-clinic/ethics-humanities-care/neuroethics.aspx
部門	非営利 (シンクタンク)
受入機関	クリーブランド・クリニック
キーパーソン	Dr. Paul Ford、ディレクター Dr. Cynthia Kubu, Associate Director Dr. Adrienne Boissy, Associate Director
研究と成果	NEP-CC のスタッフは、クリーブランド・クリニック内で臨床倫理のコンサルティングを患者、家族、臨床医、および研究者に提供している。さらに、全米および国際レベルで、さまざまな脳神経倫理関連活動に積極的に関与している。

<背景>

NEP-CC はバイオエシックス部内に所在するが、同クリニックの神経学研究所 (Neurological Institute) とバイオエシックス部との提携事業の一部であり、両分野のスタ

ップが関与している。1921 年に創設されたクリーブランド・クリニックは、臨床医療と研究、および重要な医療問題の教育の提供に取り組む非営利団体である。

NEP-CC は、脳性疾患に関連して、患者、家族、介護者、研究者、および臨床医が直面する新しい倫理的課題に取り組むことの緊要性を認識している。これらの倫理的課題に対して現実的なアプローチを取り、まず神経症状の予防、診断および治療において生じる問題から取り組んでいる。このプログラムは臨床医、臨床の研究者、およびバイオエシックスの専門家と協力して、研究、教育、臨床サポートを行っている。

NEP-CC の教授陣は、クリーブランド・クリニック内で保護者、家族、臨床医、および研究者に臨床倫理相談サービスを提供している。さらに、てんかんの手術や脳深部刺激の会議を含む専門的な患者管理の会議に参加している。これらの会議では、患者の選考や難しい患者ケアの問題に焦点が当てられている。NEP-CC は入院患者や外来患者の具体的な神経外科問題について年間 20 回以上相談を受けている。

NEP-CC の教授陣は、クリーブランド・クリニックの研修医、医学生、フェローを指導し、1 ヶ月のローテーションで神経学を専攻する機会を与えている。また教授陣は会議でも教え、実習や研究で学んだ倫理の教訓について考える、上級臨床医による一連の対話式の講義などを提供している。

<最近の活動>

最近の会議活動として、以下のものがある。

国際脳神経倫理会議:ブレインマターズ 3:神経学、精神医学、心理学の交差点における価値観 (International NeuroEthics Conference: Brain Matters 3: Values at the Crossroads of Neurology, Psychiatry, and Psychology) (2012 年 10 月開催)

2.3.7. 北米神経科学学会 (Society for Neuroscience: SfN)

組織名	北米神経科学学会 (SfN)
ウェブサイト	http://www.sfn.org/
部門	非営利(学会)
受入機関	SfN
キーパーソン	Dr. Marty Saggese、エグゼクティブディレクター (Executive Director)

研究と成果	SfN は脳と神経系について学ぶ科学者や医師で構成される非営利の会員制組織である。1969 年の創立以来、SfN の会員数は 500 から 40,000 以上に増加した。脳と神経系の解明に献身する科学者や医師の組織として世界最大である。
-------	--

<背景>

SfN は毎年秋に年次会議を開催しており、脳科学と健康に関する新進の研究を取り上げるこの世界最大のフォーラムに世界中から 3 万人以上が参加している。SfN は神経科学における発見を専門に扱う最大の週間学術誌『The Journal of Neuroscience』を発行している。さらに、神経科学コミュニティを支援し、世界中で専門分野の枠を超えた人脈作りを応援している。

SfN 倫理委員会は SfN の倫理に関する方針や手順を監督・運営することによって、SfN が最高水準の高潔さを維持して科学活動を行うようにしている。具体的な作業には、研究上の不正行為事例やその訴えの調査、および必要に応じた是正措置の勧告なども含まれる。倫理委員会は SfN の幅広い活動の全体で倫理問題が一貫して扱われるようにする責任を負っている。

<最近の活動>

SfN は 2010 年 7 月に最新版の倫理方針を発行した。また、「研究における動物と人の使用に関する方針」(Policies on the Use of Animals and Humans in Research)も発行している。

2.3.8. 国際神経倫理学会 (International Neuroethics Society: INS)

組織名	国際神経倫理学会 (INS)
ウェブサイト	http://www.neuroethicssociety.org/
部門	非営利(学会)
受入機関	なし
キーパーソン	Karen Graham、エグゼクティブディレクター (Executive Director)
研究と成果	INS の使命は、すべての国家、民族、文化のための学際的かつ国際的な研究、教育、アウトリーチ、および幅広い参画を通して、神経科学の発展と責任ある応用を推進することである。

<背景>

2006 年創立の INS は、神経科学の進歩の社会的、法的、民族的、および政治的な意味合いに関心を持つ学識者、科学者、臨床医、その他の専門職者の学際的なグループである。INS の活動は主に以下の 2 つの委員会によって行われる。

プログラム委員会(Program Committee): この委員会は INS の年次会議の内容と実施に責任を持つ。この委員会のメンバーは、適切なトピック分野の特定、講演者の招聘、シンポジウムやトピック案および INS 会員の提出するアブストラクト/ポスターのレビューを担当する。

コミュニケーション・広報委員会(Communication and Outreach Committee): この委員会は INS の成長の方向付けと戦略策定に責任を持つ。INS のニュースレター、ウェブサイト、ブログ、ディスカッションフォーラムの管理や会員管理を担当する。

INS には次のトピックに関する作業班もある:

- 認知機能向上 (Cognitive Enhancement)
- 脳深部刺激と神経工学 (Deep Brain Stimulation and Neural Engineering)
- グローバルヘルスと脳神経倫理 (Global Health and Neuroethics)
- 神経科学と自由意志 (Neuroscience and Free Will)
- 脳関連の法的意味 (Brain-Based Legal Implications)
- 神経科学と国家安全保障 (Neuroscience and National Security)
- アルツハイマー病 (Alzheimer's Disease)
- 依存症の脳神経倫理 (Addiction Neuroethics)

<最近の活動>

INS は英国神経科学学会 (British Neuroscience Association) などの数々の国の神経科学学会の会議に参加している。

2.3.9. 倫理と先端技術研究所 (Institute for Ethics and Emerging Technologies: IEET)

組織名	倫理と先端技術研究所 (IEET)
ウェブサイト	http://ieet.org/
部門	非営利 (シンクタンク)
受入機関	トリニティー・カレッジ

キーパーソン	Dr. James Hughes、共同創設者兼所長 (co-founder and Director) Marcelo Rinesi、副所長 (Assistant Director)
研究と成果	IEET の使命は、最強の新興技術に対する責任感ある建設的で倫理的なアプローチを主張する中心的団体となることである。

<背景>

IEET は、哲学者 Nick Bostrom と生体倫理学者 James J. Hughes が、2004 年に設立した非営利シンクタンクである。IEET は、新興技術が個人や社会にもたらす影響をよりよく理解するために、科学や技術の進歩の社会的意味合いを検討する国際的な学識者の作業を推進する。IEET はまた、技術進歩の便益を分配しリスクを軽減する公共政策の決定も目標としている。

IEET は、技術進歩が民主社会においていかに生活の質を高めうるかという、技術進歩主義的な概念を紹介することを目標としている。また IEET は「人の能力を拡張する技術 (human enhancement technologies)」の意味合いについて、プラスとマイナスの両方を含めて、学識者や専門職者、および一般人の間で理解を向上すること、およびこの技術の安全かつ公平な使用に向けた責任ある公共政策を推進することを目指している。

IEET のプログラムには以下の 4 つの焦点がある。

- 未来の確保 (Securing the Future) - 文明の未来への脅威に対するグローバルな解決策を提唱する
- 人の権利 (Rights of the Person) - 人権の概念を深め、拡充する
- 健康長寿 (Longer, Better Lives) - 健康長寿を実現する研究や政策を通じて、Longevity Dividend (老化を遅らせることで得られる社会への便益) が得られるという論拠を展開する
- 未来の構想 (Envisioning the Future) - 未来人の可能性について洗練されたビジョンを描くよう奨励し、カルチャー評論家、アーティスト、作家などを参加させる

<最近の活動>

IEET のジャーナルが 2012 年の終盤に「精神とマシン (Mind and the Machines)」の特集版を発行した。

また、IEET の代表が以下のイベントで講演を行った。

Humanity+ @ Hong Kong: Living Forever (2011 年 12 月)

「永遠に生きる」というテーマをめぐり、この会議は生物学的および生理学的に永遠に生きる手段に行き着きそうな科学における最近の飛躍的進歩を取り上げるほか、その補完として非科学的なアプローチを用いて、精神について、および非二元的な意味での永遠の命について検討する。また、人口知能、ブレイン・コンピューター・インターフェース、精神転送を初めとする画期的技術で新しい精神(知性)を作る方法に関する最近の研究に注目する。

The Moral Brain: What Is It? Can It Be Enhanced?(2012 年 3 月)

脳の画像化データは道徳判断について何らかの情報を伝えるか、伝えるとすれば何を伝えるか、について、内容の濃い哲学および科学的な討議が最近行われている。このワークショップでは、この分野の哲学者、神経科学者、および心理学者のリーダーを一堂に集め、これらの問題について検討し、この研究の今後の方向を探る。

2.3.10. 米国科学振興協会(AAAS)

組織名	米国科学振興協会(AAAS)
ウェブサイト	http://www.aaas.org
部門	非営利(学会)
受入機関	なし
キーパーソン	Dr. Alan Leshner、代表兼 CEO
研究と成果	<p>科学の推進という使命を果たすため、AAAS は次の目標を掲げている。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 科学者、エンジニア、および国民間のコミュニケーションを向上する • 科学およびその使用における高潔さを推進し擁護する • 社会問題について科学の側に立った意見を提供する • 公共政策において、責任ある科学の使用を推進する • 万民の科学技術教育を推進する • 科学分野での国際協力を促す

<背景>

1848 年創立の AAAS は、国際的な非営利団体であり、教育者、指導者、スポンサー、専門職団体に奉仕することにより、全世界で科学を振興することを目標としている。会員の活動を組織するほか、AAAS は幅広い人気のある『Science』誌を発行し、他にも多くの科学的なニュースレター、書籍、報告書を発行している。AAAS はワシントン D.C.と英国のケンブリッジに事務所を置くほか、その他の多くの国々に通信員を配置し

ている。

<最近の活動>

2006 年以降、AAAS は「神経科学の新たな問題に関する司法セミナー (Judicial Seminars on Emerging Issues in Neuroscience)」を 15 回開催し、その中で暴力と頭脳、記憶、嘘発見、および意識状態の分析に影響を与える神経科学の新たな発展を受けて浮上しうる法制度上の問題を検討してきた。提携団体として、米国法曹協会司法部門、NCSC (National Center for State Courts)、連邦司法センター (Federal Judicial Center) などがある。

2.4. BCI 研究での fMRI の使用に関するガイドライン

BCI の推進に必要とされる基本的な活動に、脳活動マッピングがある。脳活動マッピングは、様々な機能の実行や意図の表現に、脳のどの部分に関与しているかを理解できるようにする技法である。適切な脳活動マップがあれば、研究者は、BCI に送る命令に変換できるように、どの脳信号をモニターして解析すべきかを特定することができる。

従来型 BCI は、EEG アレイを使用している。EEG アレイとは、頭に装着して頭皮の電気信号を検出する EEG センサーのネットワークである。脳の活動と実際の身体機能のあいだの関係をより良く理解するため、さらに詳しく、さらに深部に至るマッピング技法が必要である。現在、fMRI がこの種の調査に使える最先端の技法と考えられている。fMRI は神経科学ではすでに支配的なツールとなっており、計測法として fMRI を挙げる科学論文は過去 10 年で急増している (下図表 11 参照)。今後、米国で fMRI への関心がさらに急速に高まる可能性が極めて高い。2013 年の一般教書演説で、オバマ大統領は、国家の優先プロジェクトとして、具体的に脳活動マッピングを挙げている。

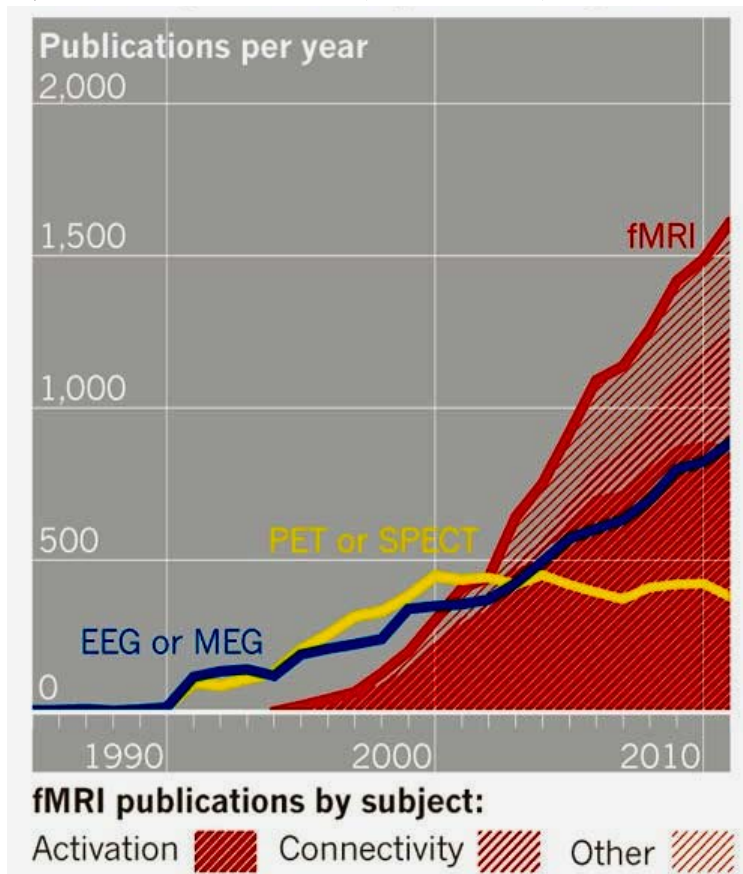
今日、科学者らはアルツハイマー病への解答を導き出すために、人の脳をマッピングしている。損傷した組織を再生する医薬品を開発している。電池を 10 倍も強力にする新素材を生み出している。今はこれらの雇用を創出する科学とイノベーションへの投資を削るときではない。今こそ宇宙開発競争の最盛期以来未踏の研究開発レベルに達するときだ。我々はそういった投資を行う必要がある。³²

報道によれば、ホワイトハウスは全国脳活動マッピングプログラムに新しく年間最高 3 億ドルの資金を提供するよう連邦議会に要請する予定である。このプログラムは NIH の主

³² <http://www.whitehouse.gov/the-press-office/2013/02/12/remarks-president-state-union-address>

導で行われ、DARPAやNSFが参加し、さらにカブリ財団(Kavli Foundation)、アレン脳科学研究所(Allen Institute for Brain Science)、およびハワードヒューズ医学研究所(Howard Hughes Medical Institute)などの非営利財団が参加する可能性が高い³³。

図表 11: 各年の fMRI を使用した脳研究の出版論文数



出典: Nature Magazine、2012 年 4 月 4 日号³⁴

fMRIにより、数々の政策および倫理の問題が提起されており、研究機関はこれらに対する取り組みを始めたばかりである。まず、fMRIの信頼性、およびfMRIを使った研究から得られた知見の有効性に関する問題がある。fMRIが機能的な脳活動マッピングを行うアプローチは他の手法とは大きく異なる。EEGが頭部表面の電気活動を測定するのに対し、fMRIは脳活動のインジケータとして血流の変化を計測する。このような血流のパターンは患者間で均一ではなく、結果を一般化することはできないと論じる批評も出ている。また、fMRIのデータを解析する方法が複数あるため、違う解析法を使えば同じデータセ

³³ <http://news.sciencemag.org/scienceinsider/2013/02/brain-project-draws-presidential.html>

³⁴ "Brain Imaging: fMRI 2.0" at <http://www.nature.com/news/brain-imaging-fmri-2-0-1.10365>

ットから2つの異なる結果が生成されうるという懸念もある³⁵。これらの批評に対処するため、オープンfMRIウィキ(open fMRI wiki)のようなfMRIを使用する実験に最低基準やガイドラインを設ける取り組みが行われている。³⁶

2 つ目の懸念は、患者の安全と倫理である。例えば、患者はfMRIのリスクについて説明を受ける必要があり、使われる撮影法の性質を理解する必要がある。国際電磁共鳴医学会(International Society for Magnetic Resonance in Medicine)はMRIとfMRIについての患者教育に関するガイドラインを策定し³⁷、米国放射線科専門医会(American College of Radiologists)はMRIの実施方法について独自のガイドラインを設けているものの、検査施設がこれらのガイドラインに沿っていない可能性がある³⁸。研究者らが、研究の実施にあたり、これらのガイドラインを取り入れなければならないという公式の義務付けはない。また、患者のfMRI画像がどのように使用されるかについて患者の同意と理解を得る上での問題がある。研究者は少なくともUCLAの脳マッピングで使われているような同意書を活用して、患者にリスクを説明し、本人の脳の画像がどのように使われるかを通知することが現時点では、適切と見られている³⁹。

³⁵ <http://www.guardian.co.uk/science/2012/may/27/brain-scans-flaws-vaughan-bell>

³⁶ http://www.fmrimethods.org/index.php/Main_Page

³⁷ <http://www.ismrm.org/resources/information-for-patients/>

³⁸ <http://www.acr.org/~media/EB54F56780AC4C6994B77078AA1D6612.pdf>

³⁹ http://research.bmap.ucla.edu/sample_consent.html

3. 米国における耐災害 ICT 分野の研究開発の動向

3.1. 耐災害 ICT 分野における全般的な動向

米国において、ICT は、大規模災害発生時における初動要員にとっての貴重なリソースとして認識されている。ICT の重要性は、その欠如によって実感される場合が少なくない。例えば、2001 年の世界貿易センタービルを襲った同時テロ、2005 年のハリケーン・カトリナ襲来後のニューオリンズの洪水、2012 年のハリケーン・サンディによるニュージャージー州海岸沿いの破壊など、いくつもの大災害において、電話回線やワイヤレス通信網などの通信インフラが機能不全に陥った。その結果、緊急対応部隊の効率的な協調が阻害され、市民に重要な情報が伝わらず、また、指令部への情報伝達も滞った。情報の確実な伝達と処理、そして分析は、大災害に効率的に対応するために必要不可欠である。また、災害管理に関する新たな ICT 研究開発は、初動要員の能力を向上させ、建物や人命の損失を減らすことにつながる。

災害管理に関わる重要な活動は、その実行順序によって以下の 3 段階に大分類される。

- **災害軽減:** 災害がもたらす様々な損害と被害者を最小限に抑えるために実施される、災害発生前の準備、計画、システムの設置等。例えば、避難経路が入念に計画され、災害時にそれら計画が厳密に実行される市町村では、市民はより迅速に危機を逃れることができる。竜巻警報などの初期警告システムも、災害の影響を軽減できる。
- **災害対応:** 災害発生直後における、被災地の人々の安全確保や支援提供。具体的には、公共通信(例、市民に助けを得られる場所に関する情報を提供)、捜索救助活動(例、負傷者を発見し、医療センターへ運搬)、警察による誘導(例、初動要員が職務を果たせる環境の確保)などが含まれる。
- **災害復旧:** 災害後の連鎖的問題の発生を防ぐため実施される、被災地の長期的な安定と復旧に関連する活動。例えば、災害で下水設備が破壊された場合、緊急事態発生や疾患の蔓延を防ぐために、公衆衛生措置が必要となる。また、固定通信インフラの破損の場合、恒久的な修復を行う前に、無線通信などを利用し、一時的なインフラ配備が必要となる場合も想定される。

本章では、これら3つの災害管理領域に取り組む米国の ICT 研究開発に焦点を当てた。なお、「災害回避や防災」と称される 4 つ目の活動分野については、本章の対象外とした。その理由は、第一に、自然災害は本質的に回避あるいは予防不可能であり(ハリケーンや地震などのように)、唯一代替可能な対策は、災害軽減であると考えからである。第二に、人的災害は、回避できる可能性が、天災より高いといえる。たとえば化学物質流出事故は、適切な予防手段を講じることで防ぐことができる。また、テロ攻撃のような計画

的な犯罪も、法の強化と事前の予防措置により回避は可能となる。しかし、近年の歴史から、たとえ厳しい予防手段を講じていたとしても、人災を避けることは難しいことは明らかである。そのため本章では、調査範囲を、上記の 3 つの災害管理領域に絞り、それら領域に関連した ICT 研究開発動向を取り上げることとする。

3.2. 耐災害 ICT 分野の全般的動向

2001 年 9 月 11 日のアルカイダによるテロ攻撃以降、災害管理のための ICT 研究開発は、米国政府の優先事項である。特にニューヨーク市(世界貿易センタービル)とワシントン DC(DOD 本部)を襲った同時テロ攻撃は、最先端技術をもってすれば回避できたであろう損害と悲劇を露呈した。世界貿易センタービルでは、消防士が災害現場へと急行したものの、現場の指揮官と連絡が取れない事態がしばしば起きた。そのため、多くの消防士が建物に入り、倒壊によって亡くなるという惨事に至った。建物倒壊の可能性を指揮官が認識できていれば、また消防士自身が指揮官から指示を受けることができていれば、多くの命が救われたという可能性は否めない。

こうした事態を受け、議会は『2003 年電子政府法(E-Government Act of 2002、Public Law 107-347)』をもってそれに対処した。同法の 214 項は、「災害準備、対応、復旧に関する情報の統合と促進に使われる情報技術を向上させ、こうした情報が複数のチャンネルで入手できるようにする」ために、連邦政府が取るべき手段を示している。同項には以下の 2 つの要求事項が盛り込まれた。

1. 米連邦緊急事態管理庁(Federal Emergency Management Agency:FEMA)は、災害管理における ICT 活用に関する政府省庁間調査を主導すること。これには①危機対応と被害管理における情報技術の有効活用のための調査と導入戦略と、②改善可能分野に投入する機能強化技術の研究開発機会の確認が含まれる。なお、本調査期間は 2 年以内と定められた。
2. 上記の調査結果に基づき、FEMA は連邦政府および州政府や地方政府と協力し、報告書に挙げられた技術とシステム導入を実験する試験プロジェクトを立ち上げること。

また、同法に添付された上院報告書によれば、本調査対象となる技術は次のように説明されている。

(i)危機発生時とその前において、危険にさらされている市民とのコミュニケーションを向上させ、(ii)計画・軽減・対応そして事前警告のためにリモート・センサー・データとその他情報源をさらに利用し、(iii)危機発生時に、より堅牢かつ信頼性の高い通信システムを構築し、(iv)相互利用可能な通信・情報システムを通じ、対応者間で調和のとれた活動を促進するため

の技術⁴⁰

FEMAは、本調査開始に手間取りながらも、最終的には、米国学術研究会議(National Research Council:NRC)内のコンピュータ科学電気通信委員会(Computer Science and Telecommunications Board:CSTB)に委託する形で、調査を開始した。CSTBは、同調査のための委員会を発足し、議長にカリフォルニア大学サンディエゴ校(University of California at San Diego:UCSB)のRamesh Rao教授を迎えた。同調査委員会は、2005年にワークショップを開き、当該議題について議論した⁴¹。そして、2007年に、最終報告書を発行し、その中で10項目の勧告を示した。提言の大半は、政府内の既存運用システムに統合するITシステムの設計や、機能拡張したシステムを駆使できるスタッフの教育といった、新技術の開発ではなく、導入・運用面での課題に注目した内容であった。また、同調査委員会は、災害管理におけるICT活用に関する国家研究戦略を導くため、高度IT技術による強化が可能な、災害管理で必要とされる次の6つの機能分野を示した。

- **より堅牢かつ互換性のある優先順位重視のコミュニケーション:** 災害管理には、ほかのシステムとの相互運用サポート機能を備えた堅牢かつ優先順位重視のコミュニケーション・システムが求められる。そういったシステムの特徴は、①今日の商業ネットワークよりも障害時の回復力が高い、②停電しても長時間利用できる、緊急時にも対応できる拡張性がある、③自律的に再構築できる、④災害時に生じる幅広いコミュニケーション・ニーズと環境的な状況に対応できる、⑤相互運用できるポイントが確立している、そして⑥コミュニケーションの優先順位を適切に区別できることである。
- **より高い状況認識力と状況認識の統一:** 状況認識力とは、事件・事故情報の入手、状況と目的に即した情報の意味の理解、パターンと傾向の予測などを指し、連邦レベルの指揮官から、各地の緊急要員、一般市民まで、災害時に行動するすべての人々に必要な能力である。一方、状況認識の統一(Common Operating Picture:COP)とは、共通の目的を達成するために、共に行動する必要がある人々の間で、一貫した状況理解を共有することで、それによって、個人各自がより効果的に必要な作業に取り組むことを可能とする。
- **意思決定支援の向上とリソース追跡および配分:** 上記の「状況認識」が、意思決定者にタスクと目的に関連する情報を提供するのに対し、「意思決定支援」は、

⁴⁰ 「E-Government Act of 2002」に関する上院報告書、107-174を参照のこと。

http://www.congress.gov/cgi-bin/cpquery/?&sid=cp107DJlw&refer=&r_n=sr174.107&db_id=107&item=&sel=TC_65689&

⁴¹ 「Summary of a Workshop on Using Information Technology to Enhance Disaster Management.」ワシントンDC: National Academies Press, 2005年。 <http://www.nap.edu/catalog/11458.html>。で閲覧可能。

意思決定者が将来の行動に関する計画策定を行うことを支援する。具体的には、決定した行動に関するあらゆる代替案の特性と、その行動がもたらす結果を理解、評価する。

- **災害管理のための組織の敏捷性の向上：** 多様な問題が発生した場合、常に最善の状態に対応できる組織やグループなど存在しないことから、組織における敏捷性(アジリティ)は、災害時において特に重要である。IT は、これまでに分散意思決定の普及を支援するなど、組織的構造とプロセスの変革を可能にし、またそれらをけん引してきた実績があり、これまで協力関係になかった人々の間での緊密な関係の構築や、複数組織の運用をより迅速に統合するなど、組織の敏捷性を高めることにも活用できる。
- **一般市民による関与の推進：** ①一般市民に対して情報を供給する、また、②一般市民から提供される情報とリソースを活用することで、一般市民による事態への関与を深めることができる。今日 IT は、災害前、災害時、そして災害後の市民への警報や通知に利用されているが、新たな通信モードによってさらなる活用が可能となり、特定の人々のニーズに対してより合致した情報を伝達することができる。また、一般市民が、災害状況を把握し、関連情報を入手かつ共有する技術をすでに装備している可能性もあり、さらに、一般市民は、ボランティアや物品、装置などの重要な供給源でもあるため、一般市民のもつ情報およびリソースに一層注目すべきである。その際、異なる文化や言語、ニーズの存在を考慮した上で、すべて一般市民をどのように関与させていくかが重要となる。
- **インフラの生存性と社会的機能の継続性強化：** 大規模な災害は、IT システムをはじめ、送電網、交通、医療などの物理的インフラを混乱させる。特に、IT インフラに関しては、その回復力の向上が必要である。その理由は、IT は、様々なシステム状況に関する情報や、差し迫った障害について事前に警告を発信し、他のインフラの生存性と復旧速度を向上させる上、災害時において、家族や友人、組織、コミュニティが再度連絡を取り合うための新たなツールを提供し、寸断された社会的機能の継続を促進するためである。

同調査委員会は、これら 6 つの機能を提供する IT システムの開発には、様々な分野の専門知識を組み合わせ、初動要員と直接やりとりする、今までになかった新しい研究組織が要求されると考え、最終報告書において以下のように言及した。

連邦政府は、IT 研究者、危険・災害研究者および災害管理の専門家が、技術的そして組織的な観点から、災害管理での IT 活用の研究と評価、実際に災害管理に携わる人々への知識と技術の引き継ぎ、IT と災害管理の共通部分での人的資本の構築、そして未来の IT 機能の開発にお

いて協業できる研究センター網の保持(そして必要に応じた構築)を実行すべきである。

また、同調査委員会の最終報告書では、上記 6 つの機能それぞれを支援するため、開発可能な技術やシステムの例を挙げている。その大半は汎用技術であり、初動要員向けに採用可能と考えられるものである。例えば、固定ネットワーク・インフラが破壊された地域において、即時に配備できるよう最適化された適応メッシュ・ネットワークの構築が挙げられた。ただし、このテーマは多くの研究所で実際に研究されており、刷新的な技術ではない。

同最終報告書が、災害管理に向けた ICT 研究および利用のための連邦政府戦略を立てるといふミッションを達成しているかどうかは明白ではない。しかし、災害管理を向上させるという社会的目標に、ICT 研究コミュニティがどのように貢献できるかという論議に対し、多大な貢献を果たしたといえる。

3.2.1. 国土安全保障省(DHS: Department of Homeland Security)による大統領政策指令第 8 号(Presidential Policy Directive 8)導入 と ICT の役割

オバマ政権下の連邦機関は、あらゆる大規模災害の管理に備え、より形式的かつ体系化された戦略的手法を構築してきた。こうした努力は、主に『2006 年ポスト・カトリーナ緊急事態管理改革法(Post-Katrina Emergency Reform Act of 2006 (PL 109-295))』(以下、ポスト・カトリーナ法)の要件に後押しされたものである。ハリケーン・カトリーナによるニューオリンズの壊滅的被害に応える形で成立した同法は、大規模災害が招く結果を予防するか、少なくとも軽減するための包括的国家政策の策定を大統領に求めた。

2011 年 3 月 30 日、オバマ大統領は『大統領政策指令 / PPD-8: 国家準備 (Presidential Policy Directive / PPD-8: National Preparedness)』に署名した。これは、ジョージ・W・ブッシュ大統領が 2003 年に署名した類似の大統領命令『国土安全保障政策指令 / HSPD-8 (国家準備) (Homeland Security Policy Directive / HSPD-8 (National Preparedness))』と、それに付属する『HSPD-8 添付書類 I (国家計画) (HSPD-8 Annex I (National Planning))』を置き換えるものである。2009 年のオバマ政権発足後、国家安全保障戦略の包括的な見直しが行われ、その中で、国家準備計画が国家安全保障の重要な要素と定められ、この PDD-8 の起草と署名につながった。

PDD-8 は先の HSPD-8 と同じく、国家準備ニーズの特定と調整のため、「機能を基本とした計画手法」を用いている。この手法でいう「機能」とは、「ミッション、機能、あるいは目的を、関連タスクの実行に基づき、特定の条件化において、目標水準で達成するための手段」を意味する。ブッシュ前政権は HSPD-8 の下、潜在的な国家緊急事態を詳細に説明する 15 のシナリオを策定し、それらに対応するために必要な機能を分析した。この手

法の欠点は、シナリオに当てはまらない緊急事態が起きた場合、実際のニーズに対応できないことである。それを回避するため、オバマ政権は PDD-8 の策定では、複数の異なるシナリオを設定し、各シナリオに必要な機能を決定する代わりに、防災対策の求められる成果を一文で表現した、「国家準備目標(National Preparedness Goal)」を策定するという異なる手法を採用した。その「国家準備目標」を以下に示す。

多大な危険をもたらす脅威と危険を阻止、予防、軽減するとともに、それに対応し、またそこから復旧するためにコミュニティ全体で求められる機能を備えた安全かつ回復力のある国家

この目標を念頭に置いた上で、PPD-8 プロセスは、国家による目標達成を支援する、次の 5 つの「ミッション領域」のフレームワークを策定した。

- **予防:** テロリズムの脅威または実際のテロ行為を、予防、回避、あるいは阻止する。
- **保護:** 我々の利益、願望、繁栄のための生活を守りつつ、脅威や危険から市民、住民、訪問者、資産を保護する。
- **軽減:** 将来の災害による影響を緩和することにより、人命と財産の損失を軽減する
- **対応:** 壊滅的な災害の直後に、人命を救い、財産と環境を守り、そして人間の基本的要求を満たすため迅速に対応する。
- **復旧:** 壊滅的な災害の影響を受けた地域のインフラ、住宅、持続可能な経済、また健康、社会、文化、歴史、そして環境的骨組みを、適時に復旧、強化、再生することに焦点を当てた復興を目指す。

PPD-8 策定プロセスに関与した FEMA およびその他のステークホルダーは次に、これら 5 つのミッションそれぞれの達成に必要な 31 の「中核機能」を特定した。下表に示すように、そのうち 3 つ(プランニング、公共情報と警告、業務調整)は 5 つのミッションすべてに該当する「ミッション領域横断型」機能であり、その他は、中には複数のミッションで共有される機能もあるが(例、インテリジェンスと情報共有)、基本的に各ミッションに焦点を当てた機能となっている(下図表 12 参照)。

図表 12: 国家準備目標における 31 の中核機能

予防	保護	軽減	対応	復旧
プランニング				
公共情報と警告				
業務調整				
科学捜査と要因分析	アクセス制御と身元確認	コミュニティの回復力	重要輸送機関 環境対応／健康と安全	景気回復
インテリジェンスと情報共有	サイバーセキュリティ	長期的な脆弱性軽減	死亡者管理サービス	健康と社会サービス
阻止と混乱	インテリジェンスと情報共有	リスクと耐災害評価	インフラシステム	住宅
スクリーニング、検索、検出	阻止と混乱	脅威と危険の同定	集団ケアサービス	インフラシステム
	物理的防御手段		集団搜索と救出活動	自然・文化的リソース
	保護プログラムと活動のためのリスク管理		現場のセキュリティと保護	
	スクリーニング、検索、検出		業務通信	
	サプライチェーンのインテグリティ(完全性)とセキュリティ		公的・私的サービスとリソース	
			公衆衛生と医療サービス	
			状況評価	

出典: 米国土安全保障省、国家準備目標、2011 年 9 月

これらの 31 の中核機能は、様々な災害に対処する国家計画を策定する連邦政府の努力を導くためのものであるが、その主要目的は、潜在的なテロ攻撃と自然災害に対処することである。なお、PPD-8 と国家準備目標は、こうした機能を技術によって実現するのか、それとも他の方法を用いるのかについては直接的には言及していない。しかし、この

目標のもと定められた上記の 5 つのミッション領域からなるフレームワークが、効率的な危機管理の策定に必要な機能がどのようなものかという一連のガイドラインを、政府および関連機関に提供し、そして、先述の NRC による調査報告書とその他の文書によって、これらの機能の開発、実現において、ICT がどのような役割を担うかについての例を提供している。ただし、これら中核機能の多くは、既存 ICT システムの戦略的かつ包括的な展開が課題となっており、新たな研究開発を推進するものはわずかしかない。以下、各ミッションにおける機能の概要を示す。

「予防」および「保護」に関する機能： ICT が役割を担う予防・保護機能は数多くあり、新たなシステム開発を目指す活発な調査イニシアチブが存在する。ただし、先述のとおり、本章では、災害予防ではなく、災害軽減と対応、および復旧に関する技術に焦点を当てることとする。

- **科学捜査と要因分析：** 司法機関の捜査官がデジタルデータ(記憶装置内に格納されたもの、インターネット上にあるものの両方)にアクセスし、たとえばテロ容疑者を追跡するためにそれらデータの分析を可能とする「デジタル科学捜査」技術の開発に、複数の機関が取り組んでいる。
- **インテリジェンスおよび情報の共有：** 連邦政府・州政府の諜報機関および司法機関は「融合センター(fusion center)」を設置し、様々なソースから報告と情報を集め、それらの相関性を見出すことによって、特定のテロ容疑者や疑わしい活動に関する情報検出に役立てている。この分野の研究を主導する機関のひとつである諜報先端研究プロジェクト活動(Intelligence Advanced Research Projects Activity: IARPA)は、情報の融合と処理の実現に特化した「鋭利分析室(Office of Incisive Analysis)」を設けている⁴²。
- **保護プログラムと活動のためのリスク管理：** 個々のリスク要因を把握し、それらの要因を統合し、異なる状況下における集結されたリスクを判断する新しい技術システムを開発することによって、リスク評価を支援する。

「軽減」に関する機能： 災害軽減は定義が難しい概念だが、各地のコミュニティが緊急時に自発的に対応し、損害と負傷者を減らせるようにする計画と準備を指す。軽減の手段は主に事前の計画と戦略の策定であり、これらはコミュニティが、災害時の混乱を最小限にとどめ、生き残るチャンスを最大化できるようにするものである。このミッション分野の中心となる機能は一般的に「回復力(resilience)」と呼ばれ、コミュニティが非常に迅速に安定し、復旧する能力を指す。

- **脅威と危険の特定：** このミッションの下に列挙されたすべての中核機能の中で、脅威と危険の特定およびリスク評価(Threat and Hazard Identification and Risk

⁴² http://www.iarpa.gov/office_incisive.html

Assessment: THIRA) は、ICTが重要な役割を果たす分野のひとつである。THIRAプロセスでは、緊急事態管理当局とコミュニティのメンバーが、洪水の起きやすい地域、地震が起こる可能性があり被害発生が想定される地域など、特定の地域において最も深刻な脅威を分類する。それにより、災害発生前と発生直後に取るべき行動の詳細な計画の策定が可能となる。その例のひとつは、カリフォルニア州が開発した「マイプラン(MyPlan)」である。これは洪水、山火事、地震、地滑りなどの脅威にさらされている地域を特定する地理情報システム(GIS)基盤システムで、危険な地域が強調して表示されるため、所定の場所でどのような行動を取るべきかがピンポイントでわかる。カリフォルニア州は、他州でも導入できるよう、「マイプラン」をオープン規格で構築している。こうした機能をサポートする他の多くのシステム同様、「マイプラン」は特に新たな技術開発から生まれものではなく、既存技術を画期的な方法で統合することで作り出された強力なアプリケーションである⁴³。

「対応」に関する機能： 災害管理 ICT アプリケーションの多くは、この「対応」段階に焦点を置いている。それは、2001 年 9 月 11 日のテロ攻撃で、既存システムが限界に達し、人命の損失という点で非常に明白で甚大な損害を出したのが同段階であったためである。初動要員が現場指揮官と効率的にコミュニケーションを取ることができず、指揮官が災害現場での活動の全景を明確に把握することができなかつたため、まとまりのない行動と決定につながり、多くの人々が危険にさらされた。また、その 4 年後に起きたハリケーン・カトリーナ襲来による、ニューオーリンズ一帯での洪水災害においても、対応の改善はほとんど見られなかつた。しかし、カトリーナによる災害を転機に、災害現場においてより戦略的かつ効果的な対応を可能にするツールへの投資は増額されている。「対応」に関する機能の中で、ICT が特に重視される機能を以下に挙げる。

- **状況評価：** この機能は「危険の性質および範囲、カスケード効果、対応の状況に関連する情報」を、意思決定者がすべて把握できるようにする。よって、システムは、指揮官や先導者が、災害の性質とすべての対応行動を把握できるものでなければならない。例えば、地理情報システム(GIS)を組み合わせた最新の視覚化技術は、被災地に関する詳細な情報を迅速に提供する。この一例が、FEMAの緊急対応および復旧のための状況認識ビューワー(Situational Awareness Viewer for Emergency Response & Recovery: SAVER2)である⁴⁴。また、連邦政府は、被災地の状況の情報収集におけるソーシャル・メディアの活用にも関心を持っている。例えば、被災者からの書き込みやツイッターの収集と分析などがこれに該当する。
- **業務通信：** 災害対応において直ちに必要となるのが、初動要員全員が共有でき

⁴³ <http://myplan.calema.ca.gov/>

⁴⁴ http://www.fema.gov/pdf/privatesector/saver_factsheet.pdf

る通信インフラである。災害対応機関のほとんどが、その機関の日々の要件に見合った独自の通信システムを利用しているため、システムの共有は難しい。ただし、異なる機関におけるシステムの相互運用性が必要となるのは、大規模災害が発生した場合のみであり、その頻度は比較的少ない。DHS は 2007 年、公共安全相互運用コミュニケーション(Public Safety Interoperable Communications)基金として、州および地方政府に対して総額約 10 億ドルを配分したが、この基金は主に、他の機関の緊急通信システムとの相互運用できるよう、既存システムを改良して出来た通信システムの調達に利用されており、まったく新しい通信システムの開発を助成したわけではなかった。最近になって、連邦政府は、無線機器の通信モードを、平常モードと、緊急時の相互運用モードの 2 通りで切り替え可能となる新しいソフトウェア無線(Software-Defined Radio: SDR)技術の開発を支援している。

- **集団搜索と救出活動:** 災害の犠牲者を捜し支援する搜索・救出活動は、特に建物の倒壊で負傷者や犠牲者が出ている都市部では、困難かつ時間のかかる作業となる。ICT システムはその活動に伴うリスクを軽減することに役立つ。例えば、FEMA は、初動要員の生命を危険にさらさないために、倒壊した建物の調査や生存者の搜索において、ロボットや無人飛行機の試験的利用を行っている。
- **公共・民間サービスとリソース:** ICT が調整的役割を果たせるもうひとつの分野が、公共および民間による供給品とサービスの特定および共同管理である。米国では災害時、政府機関に、赤十字などの非営利組織が協力したり、一般企業が被災地に必需品を提供するケースが多い。これら供給品には食糧、水、発電機、毛布、衣服、その他被災者が必要とするものが含まれる。複数の組織が供給を行うため、供給品の在庫リストを作成し、配送を管理・手配するために複雑な調整が必要となる。FEMA とその他政府機関は、RDF (Resource Description Framework)などのセマンティック・ウェブ標準やその他のオープン標準に基づくシステム開発において協力し、それぞれのサプライチェーンや物流システムを、提携組織のものとリンクさせている。

「回復」に関する機能: ここでの「回復」とは、必要な資産やインフラを正常な稼働状態に近いところまで戻すための復旧と再建を意味する。災害によって、電力、通信、水、その他の重要サービスを提供する主要システムが破壊される場合がある。コミュニティの回復の目安のひとつは、これらのシステム(あるいは代替となる臨時施設)を迅速に再建する能力である。

- **自然・文化的リソース:** ICT が、水道管などの物理的なインフラそのものを再建するわけではない。しかし、先の国家準備目標のもと、コミュニティが正しく機能する状態へと復旧するには、情報インフラとリソースは不可欠と示されているように、政府とコミュニティは、公的記録、重要文化財の目録、電子化された歴史的文書などの形式で、デジタル資産を保存する必要がある。ICT システムは、保管され

た文書のバックアップや、災害後の記録管理の継続を保证するための効率的かつ効果的な手段を提供することができる。

ミッション領域横断型機能： 上述の通り、国家準備目標では、5 つのミッションすべての実現に欠かせない次の 3 つの機能が特定されている。

- **計画：** 2010 年 5 月、FEMAは、コミュニティに災害管理と計画のプロセスを提供する総合準備ガイド(Comprehensive Preparedness Guide: CPG)を発行した⁴⁵。計画プロセスにおいてITの利用は最小限で済むが、FEMAはコミュニティによる CPG採用を支援するため、オンラインテンプレートやその他ツールを作成している。
- **公共情報と警報：** 差し迫った災害について適切かつ総合的な警報を発することで、コミュニティの損害と負傷者を最小限に抑えることができる。ソーシャル・メディアや携帯端末の利用を含め、警報を発信する新たな方法について研究が続けられている。2011 年 11 月、米政府は、すべてのラジオおよびテレビ局(ケーブル、衛星システムを含む)で警報を同時に放送する緊急警告システム(Emergency Alert System)について、初の全米試験を実施した。この試験警報は国民の 80% に届き、まずまずの成功を収めた。また、同試験では、音質の向上や、警告を受信するエンドユーザー側の機器の自動設定などに関する研究が必要なことも確認された。
- **業務調整：** 包括的な災害管理においては、さまざまな政府機関やセクタ間での協力が求められ、極めて機能レベルが高く、かつ相互運用可能な通信システム、そして、指揮者や先導者が常に最新情報を把握し接続できる状況認識システムが必要とされる。

これらの機能、およびそれら機能を支持する技術システムを理解することは、国家準備目標の達成に向けた特定の活動や機能を支援するために、米国における ICT 研究開発投資がどのように計画されているかを分析するための足がかりとなる。

3.2.2. 既存の災害管理 ICT の概要

2001 年 9 月のテロ攻撃以降、災害管理 ICT に対する連邦政府の投資は大幅に増加している。投資の主な対象は、軍事用語で C4I と呼ばれる、コマンド(command)、コントロール(control)、コミュニケーション(communications)、そしてコンピューティングとインテリジェンス(computing and intelligence)分野である。従って、既存の災害管理 ICT の最優先事項は、以下に示す分野となっている。

⁴⁵ http://www.fema.gov/pdf/about/divisions/npd/cpg_502_eoc-fusion_final_7_20_2010.pdf

- 被災地における初期対応組織の指揮官と、離れたところから状況をモニターするそれら組織の責任者たちを支援する技術(災害シミュレーション)
- 災害による危険を査定し適切な対応を計画することにより、災害時に初動要員と市民自身が状況をコントロールできるようにする技術(災害予測と警報)
- 初動要員同士、そして災害対応組織と一般市民との間のコミュニケーションを促進する技術(状況認識)
- 緊急時のより迅速かつ包括的なデータ処理を可能にする技術(堅牢かつ回復力のある ICT インフラ)
- 被災地の市民が置かれた状況について、より正確な現場のインテリジェンスを指揮官に提供する技術(災害現場の ICT)

現在、これらの 5 つの基礎的な技術分野において、以下のような技術開発が進められている。

災害シミュレーション: 大規模計算能力(computing power)を適用することで、災害時に特定の地域で起こり得ることについて、モデラーとプログラマーがより現実的で複雑なシミュレーションを行うことが可能となる。例えば、「エージェント・ベース・モデリング(agent-based modeling)」は、シミュレーションの中の個々の登場人物を、例えば、住民の行動や車両の動きを真似するといった簡単なルールでプログラムする技術である。これらの「エージェント(agents)」を、シミュレーションした環境に置き、イベント発生時のエージェントの行動を評価することで、実際に災害が発生した場合に起こり得る問題の理解に役立てる。他にも、エージェント・ベース・モデリングや、非難計画策定などのために利用される。

災害予測と警報: 災害を実際に予測することは、今でも非常に難しい。2012 年 12 月に米国北東部を襲ったハリケーン・サンディについて言えば、気象予報士は、このハリケーンが危険なものであることは把握していたが、最も深刻な被害が懸念される地域や、被害の規模を、正確に予測することはできなかった。現在、シミュレーション技術をさらに向上することで、予測能力の改善が図られているが、さらに、別の動向として、予測と警告のためのデータの「クラウドソーシング(crowdsourcing)」がある。これは、当局関係者がソーシャル・メディアを利用し、フェイスブック(Facebook)やツイッター(Twitter)などのソーシャル・ネットワーク上などで、個人が次々と発信する情報をスキャンするものである。それらのメッセージを地理座標を取得して、地図上に反映させ、経時的に解析することにより、被害がどこで起きているかや、どこで援助が必要とされているかを検知することができる。現在、この技術は、ハリケーン・サンディのような嵐の進路の追跡に役立てられている。また、気象予測だけでなく、災害対応組織もまた、従来のメディアとソーシャルメディア両方の経路で、嵐の進路にある地域への警報を発することも可能である。NRCの

CSTBは 2013 年 2 月、地域特定警報 (geotargeted alerting) と警報ネットワーク (warning networks) の利用を精査する勉強会を開催した⁴⁶。

状況認識: 災害時の状況認識のための新技術開発は、上記の予測と警報活動に密接している。ここでは、特に、特定の緊急対応に関わるすべての組織に COP を提供する技術に焦点が当てられる。災害現場における責任者が直面する課題のひとつは、彼らが様々なソースから無数の報告を受けることで、その報告の中には矛盾したもの、不十分なものも含まれる。よって、現場責任者がどの報告に重要な情報が含まれており、それが他の報告とどのように関連しているのかを見極めるのは極めて困難である。現在の研究では、現場責任者による情報理解を高め、意思決定をサポートする技術に、認知心理学、データ融合技術、情報可視化技術などが組み合わされている。例えば、状況認識における重要な技術のひとつとして、大量の報告を取り込み、報告で議論されているトピックを特定し、トピックの内容や重要度を仕分けするソフトウェア技術であるセマンティック分析や概念抽出がある。このようなツールを利用することで、現場責任者は、重要事項のみに集中し、作業の効率化を図ることができる。

堅牢かつ回復力のあるICTインフラ: 通信インフラの障害は、米国内の最近の災害時に起きた深刻な問題の一つである。これらの障害は災害発生後直ちに起きることは少なく、例えば、ハリケーン・サンディ襲来時は、暴風雨で破壊されなかった一部の携帯電話基地局が最終的には電力を失い、予備電池も消耗し、数時間後に機能停止に陥った。災害時の被害に対するICTインフラの抵抗力や、ネットワークの弾力性、つまり災害後にICTインフラを迅速に復旧させる能力を改善する研究の多くは、電力確保を重視する結果、送電網に関するものが多い。しかし、通信ネットワークに関しても、爆発や他の有害な攻撃に対する通信設備 (中央局のスイッチなど) の抵抗力を高める研究や、ネットワークの障害を回避する能力を向上させる「オーバーレイ・ネットワーク (overlay network)」の開発などが進められている⁴⁷。

災害現場のICT: 実際に災害現場で対応する初動要員は、災害時のICTインフラに関して、2 つの重大な問題を指摘している。第一の問題は、地方・州・連邦レベルの異なる初期対応機関が使用する通信ネットワークと機器の間に相互運用性がないことである。DHSの「SAFECOMM」プロジェクトは、初動要員のラジオ向けに共通の標準を開発することにより、この問題の解決を試みている。この活動は、複数の周波数や通信プロトコルにまたがって送信可能なソフトウェア無線プラットフォームの開発につながる可能性がある⁴⁸。第二の問題は、初動要員が災害現場に到着してすぐに使えるICTネットワークが必要なことである。無線アドホック・ネットワークに関する新しい研究は、災害現場で迅速に

⁴⁶ http://sites.nationalacademies.org/CSTB/CSTB_081131

⁴⁷ See the MIT Resilient Overlay Networks project at <http://nms.csail.mit.edu/ron/>

⁴⁸ See <http://www.safecomprogram.gov/nifog/Default.aspx>

配置できてその地域での通信を確立する、携帯型基地局の開発に力を入れている。また、ソフトウェア無線技術を使い、ラジオ自体をアドホック・ネットワーク上のノードにしてしまうという研究も進められている。この場合、専用のインフラ用ハードウェアを用意する必要がないというメリットがある。

3.2.3. 連邦 ICT 研究開発ポートフォリオにおける災害管理／緊急対応

<連邦政府の指針>

先述の、FEMA の委託のもと、NRC/CSTB によって実施された災害管理における IT 利用に関する調査に関する最終報告書では、「連邦政府はあらゆるステークホルダーの参加を求めつつ、災害管理の IT 研究開発ロードマップを策定し、定期的に更新すべきである」という勧告が示された。しかし、この勧告が実行されることはなく、災害管理 IT 研究開発ロードマップはいまも実在しない。また、連邦政府には、災害管理や緊急対応のための ICT 研究に関する中央集権型の国家プログラムも存在しない。そのため、災害管理 IT 研究開発投資を主導するという明確な意図が政府の中に欠けている。

今日、災害管理 ICT 研究に関して主要省庁間における指針といえば、国家科学技術会議 (National Science and Technology Council: NSTC) 内の環境・天然資源・持続可能性委員会における省庁間委員会である災害軽減小委員会 (Subcommittee on Disaster Reduction: SDR) が 2005 年に発行した、科学や技術を応用し、自然および技術的な危険 (Technical hazards)⁴⁹ から生じる脅威を緩和する 10 年間の戦略を示した「災害軽減におけるグランド・チャレンジ (Grand Challenges in Disaster Reduction)」と題する報告書のみである。

NSTC の一部である SDR には、研究投資を行ったり、政府機関の行動を指示する権限はないが、研究機関がお互いの活動を調整し合い、研究プログラムの重複を最小限に抑え、さらに互いに研究成果を報告し合う場を提供する役目を担っている。なお、SDR の設立目的には次の事項が含まれている⁵⁰。

- 災害軽減を目的とした連邦政府の科学および技術プログラムに関する明確な国家目標の設定
- 災害に関する連邦政府による研究の調整
- 連邦政府が、州・地方・外国政府、国際組織、そして災害軽減のための科学・技

⁴⁹ 技術的な危険 (Technical hazards) とは、原油流出や原子力発電所の障害など、人工システムから有害な物質が流出する事故を指す。

⁵⁰ <http://www.sdr.gov/docs/SDR%20Charter.pdf>

- 術分野の一般企業・学術機関・業界グループと合法的に協力できる機会の調整
- SDR に参加する各省庁内で、関連リソースと科学的研究のまとめ役を担う政策立案者への情報提供
 - 災害状況に応じた、政策立案者への科学のおよび技術的情報の提供
 - 災害軽減のための科学技術について、政府関係者、議会、NGO、その他政策策定機関との必要に応じた合法的協議の実施
 - 災害軽減のための準備と訓練の推進
 - 機密および非機密データストリームと、災害軽減アプリケーションのための研究の融合促進

SDRの2005年報告書は、SDRが災害管理研究開発への投資を導くための主要原則をまとめ、2003年に発表した中間報告書のフォローアップという位置づけにある⁵¹。2003年の中間報告書が主に、ハリケーン・イザベルの後遺症から、より優れた災害管理技術を求めて作成されたのに対し、2005年の報告書は、2004年12月のインド洋津波による損害と人的犠牲から生まれた懸念をきっかけとしている。2005年の報告書は、ICT研究開発に限らず、災害軽減に関するすべての研究を網羅した内容となっているが、災害管理に適用可能なICT研究開発の例を具体的に挙げた、現時点で唯一の政府全体における指針であることには変わりない。

同報告書には、科学技術に関する6つの「グランド・チャレンジ」が挙げられている。研究開発計画におけるグランド・チャレンジとは、科学技術の助けを借りて、政府が達成を目指す目標である。達成することはほぼ不可能と思われる目標も含まれる。目標を追求することにより、研究開発投資を優先する理由づけができ、たとえ目標達成努力が失敗に終わったとしても、そうした努力からは有益な発見や発明が生まれるものである。

同報告書に挙げられた6つのグランド・チャレンジは次の通り。

1. 必要な時に必要な場所に危険・災害情報を提供する
2. 危険を生み出す自然プロセスを理解する
3. 危険軽減戦略を策定し、技術を開発する
4. 相互依存的な重要インフラの脆弱性を認識し、軽減する
5. 標準的手法によって耐災害能力を評価する
6. リスクに応じた行動を推奨する

各グランド・チャレンジの達成には、以下のような分野への政府機関のICT研究開発投資が必要とされる。

- **グランド・チャレンジ 1:** 地震などの危険を検知するセンサー・ネットワークをはじめ

⁵¹ http://www.sdr.gov/docs/SDR_Report_ReducingDisasterVulnerability2003.pdf

め、データの共有・保管・分析の標準規格、環境データ保管所への分散アクセスをサポートするネットワーク・インフラの開発

- **グランド・チャレンジ 2:** 潜在的災害を検出し予測するための自然および人工システムを具現化する新たな技術や、複雑なモデルの表示と操作を支援する視覚化ツール、モデルが生成する予測の精度を試す手法の開発
- **グランド・チャレンジ 3:** 危機から身を守る「スマート・ビルディング」のための新技術の開発、および、将来の災害による被害と損失を推定するためのデータ指向型経済モデルの改良
- **グランド・チャレンジ 4:** インフラ、システム、そしてコミュニティの回復力と生存性を評価するモデルの開発や、雪だるま式の障害(ひとつのシステムで起きた障害が、それに接続する他のインフラの障害を導くような場合)によるリスクを検出する、相互依存システム間の複雑なやり取りをモデル化する新手法の創造
- **グランド・チャレンジ 5:** 異なる種類の災害で生じるリスクを評価し、さらに過去の災害対応の経験から学ぶため、新たなデータ収集と分析技法の開発
- **グランド・チャレンジ 6:** 性質の異なるコミュニティ別のリスク分析とそれらリスクの数値化、および、リスクが高まっている(差し迫った地震のリスクなど)、あるいは、災害が検知された状況下にいる市民に警報を発する緊急通信システムの開発

政府機関は、各自の研究開発投資すべてをこれらのグランド・チャレンジに必ず適合させる責任はなく、むしろ各省庁が、個々の研究開発プログラムを導くために、同グランド・チャレンジを適時利用することが望まれる。SDR の議長は、米地質調査局(U.S. Geological Survey)および米国海洋大気庁(National Oceanic and Atmospheric Administration: NOAA)からの代表が務めていることから、この戦略は ICT 研究よりも環境研究に重点を置いた内容となっている。

<連邦投資>

災害管理と緊急対応 ICT 研究開発に対する連邦政府投資の数値化は、不可能といえる。その理由は、多くの政府機関は、災害管理に特化したプログラムを運用していない場合でも、災害管理に何らかの形で関連した研究に出資しており、それらの数字を網羅的に拾うことは極めて難しい。

NITRD に関していえば、災害管理研究は複数の PCA にまたがって実施されていることが分かる。

- CSIA への投資の一部は、特にサイバーテロへの防衛力強化において、災害管理関連であるとみなすことも可能である。ただしそれは CSIA のごく一部に過ぎないと考えられる。

- HCSS の研究には、サイバー物理システム(IT システムを通じて制御される物理的インフラ)の理解と向上のための取り組みと、複雑な相互依存システムのモデル化が含まれる。これら分野での進歩は、災害軽減に応用できる。
- HCI&IM は、災害管理に最も関連が深い分野であり、緊急計画と対応は、この PCA における明白なトピックの一つである。この PCA に関する一般的な研究開発分野には、データ共有と保管の標準規格、複雑な状況下で利用する意思決定支援システムの開発、より優れた情報管理および分散システムの開発などが含まれる。

上記の HCI&IM は、災害管理研究開発を含有するに最も適した PCA であるが、DHS の報告によれば、同分野への研究開発投資は行われていない。代わりに、この PCA の災害計画、軽減、対応の研究は、NIST、EPA、NOAA によって行われている。NIST の 2013 年度 HCI&IM 予算は 1,500 万ドルであるが、その中で初動要員支援技術への投資は、多数の投資の一つにすぎない。EPA の場合、HCI&IM 予算 300 万ドルのうち、ごく一部のみが、化学薬品流出に備えたモニタリングとモデリングなどに当てられた。また、NOAA は、災害計画研究を支援していると報告しているが、HCI&IM 予算はわずか合計 50 万ドルであった。

災害管理 ICT 研究開発に最も力を入れている政府機関は、やはり DHS と考えられる。しかしながら、連邦議会の政府説明責任局(Government Accountability Office:GAO)の調べによると、DHS は研究開発支出全体を計算する能力に限界があり、災害管理などの特定の題目に対する支出だけを算出することは到底できない。DHS では、科学技術局(Science & Technology Directorate:S&T)が DHS 傘下組織すべてを代表して資金を拠出している(本稿 3.2 章参照)。これに従い、FEMA は 2011 年度、45 万ドルの研究基金を DHS S&T に割り当てた。しかし同年度、FEMA は 870 万ドル以上の研究開発契約を締結しており、国立研究所で行われた研究開発に対して、約 2,990 万ドルを拠出している。このようなデータをもとに、そのうちのどの程度が災害管理 ICT 研究開発に投じられたかを判断することは、不可能である。

また、NSF は、災害管理に関連するさまざまなプロジェクトに資金を拠出している機関である。中には、このテーマに直結したプロジェクトもあり、例えば、ミネソタ大学(University of Minnesota)は、「搜索と救出のための小型人間型ロボット・チーム(Small Mixed Human-Robot Teams for Search and Rescue)」に関する予備研究を進めている。また、ワシントン大学(University of Washington)とオクラホマ州立大学(Oklahoma State University)は、災害後に発生する社会混乱をマップ化するため、携帯電話の位置情報と利用データを収集するプロジェクトを共同で進めている。このような NFS 基金の情報から、災害管理アプリケーションに取り組む IT 研究プロジェクトに、2012 年度は約 1,200 万ドルが支出されたことが分かる。

他の政府機関も、災害管理 ICT 研究開発に何らかの投資をしていると考えられる DOD は災害対応においてしばしば主要な役割を果たしており、被災地に州兵を派遣している。例えば、DOD 傘下の DARPA は 2012 年 4 月に、災害対応ロボティクスに関する新たな グランド・チャレンジを立ち上げた。過去のグランド・チャレンジ・プログラム同様にこのプログラムは、ロボット開発資金を提供し、開発されたロボットに一連の課題を与え競わせる。今回課題となったタスクは、福島原子力発電所のメルトダウン対応に必要とされたであろう活動が基本となっている。DARPA は、最新のグランド・チャレンジ出資額を発表していないが、バージニア工科大学 (Virginia Tech) (グランド・チャレンジ参加を認められた 4 チームのひとつ)はこの研究のために、最低 400 万ドルを受け取ると見られている。

これらの投資額に関するデータを考慮すると、米政府の災害管理に特化した ICT 研究開発投資額は比較的少なく、年間 37 億ドルを超える IT 研究開発ポートフォリオ総額のうち、せいぜい 1 億ドル程度と推定される。しかし、上述したプログラムに加え、災害管理アプリケーションを含めた、複数の目的に役立つと考えられる研究課題は無数にある。例えば、戦場状況認識情報システムに関する防衛研究は、危機対応の状況認識にも流用することができる。よって、IT 分野の災害管理研究開発の総額には、前掲の投資以上の投資が含まれることになる。

3.3. 災害管理と緊急対応分野の主要 ICT 研究開発イニシアチブ

2001 年 9 月 11 日のテロ攻撃は、災害管理と緊急対応支援 ICT システムの強化の必要性を立証した。しかし、米政府はこのニーズを満たす研究開発プログラムを構築するまでに、さらに数年を要している。その遅れた理由のひとつは、新設された DHS の科学技術局 (S&T)における管理上の問題だった(詳細後述)。もうひとつの理由は、そのニーズの本質を分析し、研究開発投資の優先順位を決めるのに時間がかかったためである。そのような状況において、災害管理研究開発に関する上述の SDR が発表した 2005 年報告書と NRC が開催した 2005 年のワークショップは、大規模な災害に対処する新たな IT システムとアプリケーション構築に、国レベルで取り組む必要性を再認識させる契機となった。その後、2005 年のハリケーン・カトリーナとハリケーン・ルース、2010 年のハイチ地震、2011 年の東日本大震災と津波、2012 年のハリケーン・サンディなど、数十億ドル規模の損害を出す災害がいくつも起きたことを受け、この分野における研究の重要性は増している。

3.3.1. コンピューティング・コミュニティ・コンソーシアムー「災害のためのコンピューティング」ワークショップ (Computing Community Consortium, Computing for Disasters Workshop)

<背景>

コンピューティング・コミュニティ・コンソーシアム (Computing Community Consortium: CCC) は、NSF のコンピュータ情報科学工学局 (Directorate for Computer and Information Science & Engineering: CISE) から資金を受け、学術的コンピュータ科学と関連研究の振興を支持する各種組織や機関の連合であるコンピューティング研究協会 (Computing Research Association: CRA) によって運営される仮想組織である。CRA のメンバーは研究大学のコンピュータ科学学部が圧倒的に多いが、グーグル (Google) やマイクロソフト、IBM など、大規模な研究部門を持つ IT 企業も一部参加している。

CCC は NSF によって 2006 年に設立されたが、その背景には、様々な理由により、コンピューティング研究の焦点が短期的かつ保守的になったとの認識があった。事実、米国のコンピュータ科学分野の学術研究は、1、2 年しか続かない少額の助成金によって成り立っている傾向にある。CCC の目的は、インターネットの開発につながった DARPA プログラムのように、大規模かつ長期的で説得力のある研究プログラムの創生を推進することである。CCC を創設した NSF と CRA は、その合意書で次のように述べている。

CCC の目的は、全国のコンピューティング研究コミュニティの声を代表することである。CCC は、コンピューティング研究と教育について、大胆かつ複数テーマを持つビジョンの開発を促進するとともに、そのビジョンを主要なステークホルダーへと幅広く伝えていく⁵²。

CCC は、コンピューティングおよびビジョニング活動 (visioning activities) における関連科学分野の研究者の幅広い招集に最も注力している。各活動の成果は、重要かつ説得力のある研究課題の明確な宣言から始まる、「研究ビジョン」という形でまとめられる。そういった研究課題への取り組みは、コンピューティング知識の大きな進歩という結果を生み、新たな研究者の同分野への参加を促し、社会と経済に利益をもたらすことが期待されている。

この CCC のビジョニング・プロセスは、コンピューティング研究コミュニティをまとめるための「ボトムアップ」手法である。その手法概要を以下に示す。

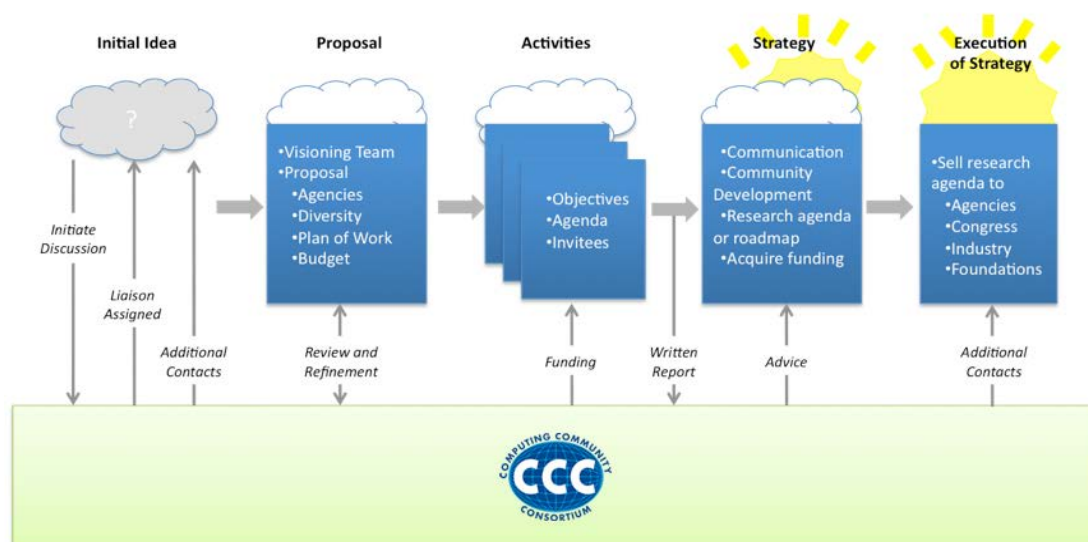
⁵² <http://www.cra.org/ccc/docs/ccc-term-conds.pdf>

1. まず、CCC は、ビジョニング提言を求める提案要請書を発行する。提案の受付は、並行して実行可能なビジョニング活動が出揃ったと CCC 会議(期間限定で著名な研究者が参加するグループ)が判断した時点でいったん締め切られ、ビジョニング活動の完了と共に再開される。
2. 新たな「ビジョン」について独自の考えを持つ研究者らは、提案要請書に応える形で、そのビジョンと、それが CCC プロセスの支援に値すると考える理由を説明した「白書」を起草する。白書は CCC 会議によってレビューされ、さらに発展の価値があると判断された提案に限り、その提案者に CCC 会議の特定メンバーが「窓口」として指名され、提案内容をさらに磨き上げる作業が実施される。
3. 研究者が正式な提案書を提出する。提案書には、ビジョンに関連する政府機関やステークホルダーの考察、ビジョニング・プロセスにコンピューティング研究コミュニティを参加させるための戦略、活動計画、そして予算を明記することが求められる。
4. 提案が承認されれば、研究者と CCC 会議は主要なビジョニング活動の編成を開始する。通常、ビジョンの課題を論議するワークショップという形式が適用される。このワークショップは特定の招待者にのみ開かれるが、それ以外の研究者も、同じ課題に関する関心や過去の研究実績を基に、参加を希望することができる。ワークショップの成果は報告書にまとめられ、これにはビジョンの強力な論拠、研究課題案、そしてビジョンを研究出資機関や一般コミュニティに伝えるアウトリーチ計画が含まれる。
5. ビジョンを実行するため、主任研究者は、同僚から少人数をリクルートすることが求められる。実行段階では、ビジョン提案者がスポンサー(主に政府機関だが、財団法人の場合もある)と協働し、ビジョンをひとつ、または複数のプログラム提言に発展させる。最も成功したケースでは、研究スポンサーがビジョンに沿って出資プログラムを特別に策定することもある。

CCC 自体は、研究に出資することはない。CCC は、研究スポンサーが出資の判断材料とする可能性のあるビジョンを取りまとめ支援を行うだけである。CCC のビジョンが実際に助成プログラムになった例もある。ロボット研究のビジョンは、議会ロボティクス委員会(Congressional Robotics Caucus)設立へとつながり、複数機関によるロボティクス研究開発助成金の増加に貢献した。別のケースでは、資金提供機関による新プログラム創設を CCC が支援した。その一つが「スマート・ヘルス・アンド・ウェルネス(Smart Health and Wellness)」のためのビジョン策定に関する CCC の取り組みで、その結果、NSF と NIH が支援する合同助成プログラムが誕生している。

下図表 13 は、CCC のビジョニング・プロセスの概要を示したものである。

図表 13: CCC のビジョニング・プロセス



出典: Computing Community Consortium⁵³

テキサスA&M大学(Texas A&M University)のRobin Murphy教授は2010年11月、「緊急情報科学における国家イニシアチブ(A National Initiative in Emergency Informatics)」と題した白書をCCCに提出した。CCC会議の元メンバーであるMurphy教授は、米国ロボット支援搜索救助センター(Center for Robot-Assisted Search and Rescue: CRASAR)のディレクターである。また、テキサスA&M大学休職期間中には、南フロリダ大学(University of South Florida)安全保障救助技術機関(Institute for Safety Security Rescue Technology)を創立した経歴をもつ。Murphy博士いわく、緊急情報科学は、緊急事態の予防、準備、対応と復旧のための情報プロセス(リアルタイム情報収集、分析、配布、可視化)に取り組む、新しい学際的な社会技術分野である⁵⁴。

同白書はSDRの報告書を参照したうえで、緊急対応ICTは「グランド・チャレンジ」であると記している。CCCのビジョニング・プロセスにおける重要な点のひとつは、ビジョンは幅広い影響を与える可能性を持ち、また科学的に興味深いアイデアでなければならないということである。

そのためMurphy教授は、緊急情報科学が研究分野として価値があり、有益な応用分野でもあると考える理由を論じている。同教授によれば、緊急情報科学はコンピュータ科学者達がいうところの「とんでもない問題」の基準を満たしている。つまり、①単一の解決法

⁵³ <http://www.cra.org/ccc/advancing.vision.php>

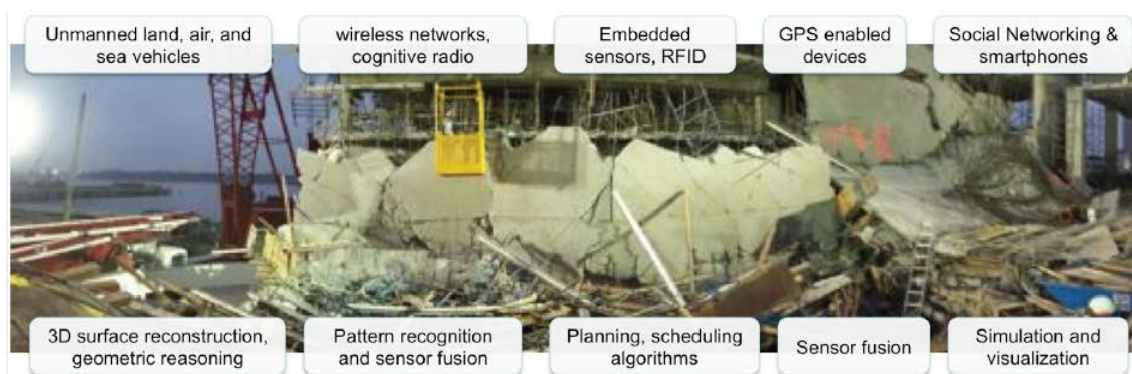
⁵⁴ Robin Murphy 著「A National Initiative in Emergency Informatics」Computing Community Consortium, Version 1: November 3, 2010.

では解決できない、②問題の性質が常に予測不可能な方法で変化する、③問題解決への取り組みがさらなる問題を導く、そして、④ほとんどの場合、研究者には適切な解決策を設計するチャンスが一度しか与えられない、に匹敵する。というのも、自然災害は、それぞれユニークな状況で発生し、同じ災害は2度と繰り返されないため、ある状況から学んだことを別の状況に適用する機会は限られるからである。それでも、災害に効率よく対応する能力を徐々に向上させていっただけでも、多くの命が救われる、と Murphy 教授は考えている。

Murphy 博士によると、災害管理に適用可能な ICT 分野は、以下を含め数多く存在している(下図参照)。

- 新センサー、センサー・ネットワークの調整メカニズム、非同期センサー・データを処理・結合するセンサー・アルゴリズム
- 予測シミュレーション技法(環境または状況のリアルタイム情報を以前のモデルと比較する機能など)と、人間中心コンピューティング、リアルタイムおよび分散コンピューティング(最適化を含む)、セキュリティ、そして、プランニングおよびリソース配分のための人工知能を含む可視化メカニズムの創出
- クラウドソーシング、ソーシャル・ネットワーキング、参加型センシングに関する研究を含むソーシャル・コンピューティング

図表 14: 災害管理に適用可能な ICT 技術イメージ



出典: CCC⁵⁵

CCC 会議での議論の後、Murphy 教授は、この議題に取り組むビジョニング・ワークショップの取りまとめを認められ、カリフォルニア大学バークレー校(University of California Berkeley)の Trevor Darrell 教授と共同で議長を務めた。Darrell 教授の研究は、機械学習、コンピュータ・グラフィクス、認知型ヒューマン・コンピュータ・インタフェースに焦点を当

⁵⁵ http://www.cra.org/ccc/docs/init/Emergency_Informatics.pdf の1ページ目より

てたものである。

上述した CCC プロセスの慣例どおり、CCC 会議側の「窓口」としてミネソタ大学 (University of Minnesota) の Shashi Shekhar 博士が任命された。また、Murphy 教授率いる、CCC ワークショップの「取りまとめ会」には、NRC の依頼で、先述の NRC が 2007 年に発表した災害管理に関する報告書の作成に参加した、カリフォルニア大学サンディエゴ校 (University of California San Diego) の Rmesh Rao 教授が加担した。CCC ワークショップは、主な成果物として、研究議題を概説した報告書を発表した。

<研究分野とプロジェクト>

CCC ワークショップは 2012 年 4 月 24 日と 25 日の 2 日間、ワシントン DC にて開催された。参加した約 60 人の研究者のほぼ全員が大学の研究員だった。テーマは、「緊急情報科学」よりも理解しやすいと思われる「災害のためのコンピューティング (Computing for Disasters)」へと変更された。しかし、取りまとめ会は、その題目に満足しておらず、コンピューティング・コミュニティに新たな名称の提案を要請している⁵⁶。

CCC ワークショップがまとめた報告書では、災害管理がコンピューティング研究にもたらず、特有の 5 つの課題が示された。

- **コンピューティング、物理、社会科学の統合：** 災害現場では、ICT ベースのソリューションは「社会技術システム」と共に運用する必要がある。つまり、個人的心理学とコミュニティカ学の文脈内でうまく機能するように、ソリューションを設計しなければならない。運用面での需要に焦点を当てるのみでは不十分であり、社会的需要にも対処する必要がある。
- **規模に応じた作業と理解：** 大規模災害は、地理的に広範囲に、かつ多種多様な多くの人々に、災害発生前から被災地が復興するまで、かなりの長期間に渡って影響を与える。またこうした災害は大量かつ多様なデータを生み出すが、適切な意思決定を可能にするため、それらは迅速に分析される必要がある。つまり大災害時には ICT ソリューションに対し特別な需要が発生し、課題はさらに大きくなる。同一の災害など存在しないため、災害管理には柔軟性も求められる。
- **リアルタイムのモデリング：** モデリングおよびシミュレーション技術は、災害準備、また災害対応管理の際に有益なリソースとなる。しかし災害が発生すると、その状況特有の要因により、新たなデータが入手できた時点で、モデルを並行して修正しなければならない場合が多い。災害と対応活動の影響による複雑な相互依

⁵⁶ ワークショップの説明とその後の活動については次を参照。 <http://www.cra.org/ccc/disaster-management.php>。
また Murphy 教授のブログもイニシアチブについて説明している。
<http://www.cccb.org/2012/06/25/what-if-there-were-no-more-disasters/>。

存性は、こうした調整を非常に不安定なものにするため、不安定さに対応するモデルが求められる。

- **手法と測定基準:** 災害の影響を分析する方法は十分に開発されておらず、災害対応システムの有効性を測定し評価する基準も定まっていない。災害管理に対する異なるアプローチの結果を追跡し、それらを様々な災害において比較する新たな手法は、これらシステムを改善する有望な機会を見つける手だてとなる。
- **トレーニングと教育:** 「災害のためのコンピューティング」を通じて考案されたソリューションが成功するかどうかは、ICT に詳しくない人々(初動要員や被災した一般市民)がそれをどれだけ取り入れ、利用できるかにかかっている。災害管理 ICT を進歩させるための研究開発は、システム設計においてトレーニングと教育に注意を払う必要がある。

また、「災害のためのコンピューティング」に関する潜在的なイノベーション分野の例として、以下の 5 分野が報告書に挙げられた。

- 建造物の倒壊や、化学、バイオロジカル、そして放射性物質の流出を、遠隔から安全に調査、検出する無人システムと新しいセンサー
- 複雑かつ広範なイベント(事故、事件、災害などの出来事)の状況の「鳥瞰図」を迅速に作成、修正、トラッキングするための、人間とコンピュータのやり取りを通じて発現される人工知能とコンピュータ・ビジョン・ツール
- ソリューションが高度に地域化されている拡散イベントにおいて、集団行動や活動を活用する最適化と検索アルゴリズム
- 優先順位と機会が動的に変化する悪条件下での通信ネットワークの再構築
- 新しい技術やシナリオを使ったオンデマンド訓練と体験のための、「シリアス・ゲーム(serious games)」⁵⁷、コンピュータ、複合現実感(Mixed Reality:MR)シミュレーションなどの利用

さらに、報告書では、「災害のためのコンピューティング」には、災害対応支援を行いながら調査を実施する、いわゆる行動指向型フィールド調査を重視し、さらに ICT に明るくないステークホルダー(例、初動要員、政府関係者、コミュニティ組織)との緊密なやり取りに着目した、従来の型にはまらない研究が求められると言及された。

そして、報告書の中には、正式な研究議題は具体的に挙げられることなく、代わりに、将来的にこのイニシアチブを推進するための以下のような戦略が示された。

⁵⁷ シリアスゲームとは、エンターテインメント性のみを目的とせず、災害、教育、医療など様々な分野における深刻な(シリアス)問題や課題などを、ゲームを通じて学習、体験、解決することで、社会的に必要なスキルや知識の習得に役立つことを目的としたもの。

- ステークホルダーや研究者のコンセンサスを反映し、絶えず更新される、“生きた”研究ロードマップを作成する。そのためには、「災害のためのコンピューティング」分野の科学者や関係者を召集したワークショップやセッションを、関連テーマの会議の場などを利用して開催し、科学者や、政策立案者、研究スポンサーたちとの定期的なつながりを確保するなどの手段がある。
- 以下の3つの異なる助成メカニズムによって構築される研究ポートフォリオを開発する。
 - ①迅速対応用助成金(Rapid response grants):研究者たちが災害発生直後に被災地へ赴き、データ収集とテストを行うことを助成する。
 - ②従来型助成金(Traditional PI grants):個人の研究者や研究グループ、さらに、広範囲なフィールドワークを行う調査団などによる様々な規模やスコープの関連研究プロジェクトを助成する。プロジェクト期間は、単一ピックに集中し、小規模グループによるプロジェクトの場合 2 年以内、複数の研究グループの協働で行われる中型プロジェクト、またテストベッドやシミュレーションなどを伴う大型プロジェクトの場合 5 年以内
 - ③研究センター:初動要員、災害計画と対応組織、そして政府関係者が参加できるように設計された大学付属の研究センターを開発する。教育カリキュラムや資格プログラムなどの開発等を支援するセンターへの助成金は、5 年間単位とする。

<資金源>

CCC ワークショップは、提案された「災害のためのコンピューティング」イニシアチブに関する推奨予算レベルを具体的に設定していない。代わりに、報告書では、研究プログラムの作成には、上記の3つの助成メカニズムすべてを含め、かつ、全体で15年のタイムフレームに収めることを推奨した。

CCC のビジョンが1つまたは複数の研究スポンサーに採用された場合、採用した機関はその研究分野にどのくらいの資金を投入すべきかを決定することになる。「災害のためのコンピューティング」イニシアチブは、「効果的災害管理をサポートするための情報技術応用に関するグローバル研究(Global Research on Applying Information Technology to Support Effective Disaster Management: GRAIT-DM)」と呼ばれる、NSF の新しい「仮想研究所を横断する科学(Science Across Virtual Institutes: SAVI)」プロジェクトの創設に影響したという実績がある(本稿 3.3.5 章にて後述)。

<組織構造と参加機関>

「災害のためのコンピューティング」イニシアチブは、CCC会議と複数の関係者が関わる仮想組織によって先導されており、同イニシアチブを管理する公式な組織は存在しない。

しかし、Murphy博士とテキサスA&M大学の2人の同僚(土木工学部のJohn Mander教授と機械工学部のReza Langari博士)は、同分野で共同課題に取り組む複数の大学の連携である「緊急情報科学コミュニティ(Community for Emergency Informatics: CEI)」を設立した⁵⁸。CEIは、資金を得て活動する正式な研究センターではなく、ITと災害管理の研究センターを持つ大学が自由に集まった連合体である。CEIのメンバーは以下の通りである。

- テキサス A&M 大学
- テキサス・エンジニアリング・エクステンション・サービス (Texas Engineering Extension Service) (テキサス A&M 大学内の研究機関)
- テキサス応用技術センター (Texas Center for Applied Technology)
- オハイオ州立大学 (Ohio State University)
- プレイリー・ビューA&M 大学 (Prairie View A&M University) (テキサス州)
- カリフォルニア大学アーバイン校 (University of California Irvine) (カリフォルニア州)
- コロラド大学 (University of Colorado) (コロラド州)
- カタール大学 (Qatar University) (カタール)
- 東北大学 (日本)
- メルボルン大学 (University of Melbourne) (オーストラリア)

CEI は、CCC の「災害のためのコンピューティング」イニシアチブには正式に関与していないが、災害管理分野で国家のニーズに対応した、複数の研究機関の活動を調整する役目を担う組織になり得る。しかし、大学主導によるCEIのような組織は、DHSなどの研究スポンサー機関からの出資がなければ、成果を上げることは難しい。

3.3.2. DHS S&T における災害管理関連 ICT プロジェクト

<背景>

DHSのS&Tは、DHS内の中心的な研究開発助成機関である。しかし、相対的にみると、S&Tの研究開発予算は比較的少ない。2012年度のS&Tの予算総額6億6,800万ドルのうち、管理運営費に1億3,500万ドル、そして、のこり5億3,300万ドルは研究開発、買収、およびプログラム運営に当てられた⁵⁹。この金額は、米地質調査局の研究開発予算に相当し(2012年度は6億7,500万ドル)、NSFやDARPAの研究開発予算に比べ、

⁵⁸ <http://c-emergencyinformatics.tamu.edu/>.

⁵⁹ 米国議会調査局 (Congressional Research Service)、FY2013 Department of Homeland Security Appropriations: Summary of Reported Bills, June 12, 2012, <http://www.hsdl.org/?view&did=712772>

格段に小さい。

S&T の研究開発予算が非常に少ないのは、外部から研究開発助成金を受け取り、それを S&T のプロジェクトへと充てているためである。よって、外部からの研究開発助成金、約 1 億 3,000 万ドルが、S&T の研究開発予算に上乗せされることになるが、それら全額が研究開発に割り当てられるのではなく、一部は、S&T の管理運営費に配分される。

概して、DHSの研究開発費を概算することは極めて難しい。2003 年のDHS設立以来、その研究開発活動は、複雑な組織体系のもと分散管理されている。GAOによる2012年の監査によれば、DHSは自らの研究開発支出を適正に推定することができなかった⁶⁰。

DHS の研究開発活動は、S&T だけでなく、国内核探知局(DNDO:Domestic Nuclear Detection Office)や米沿岸警備隊(U.S. Coast Guard)を通じて実施されている。また、GAO は、FEMA、運輸保安局(TSA:Transportation Security Administration)、移民税関捜査局(ICE:Immigration and Customs Enforcement)を含む、その他の DHS 下部機関が、2011 年度に5,000 万ドル以上の研究開発契約を結んでいることを指摘している。しかし、この支出は、公式には、研究開発支出として分類されていない。さらに、これらの機関は、研究開発助成金として 1 億 5,000 万ドル以上をエネルギー省傘下の様々な国立研究所に提供した。S&T では、こうした追加の研究開発予算を追跡していない。よって、これら S&T 管轄外の予算もすると、DHS の研究開発予算の推定総額は、最高 7 億 5,000 万ドルに達すると見られる。

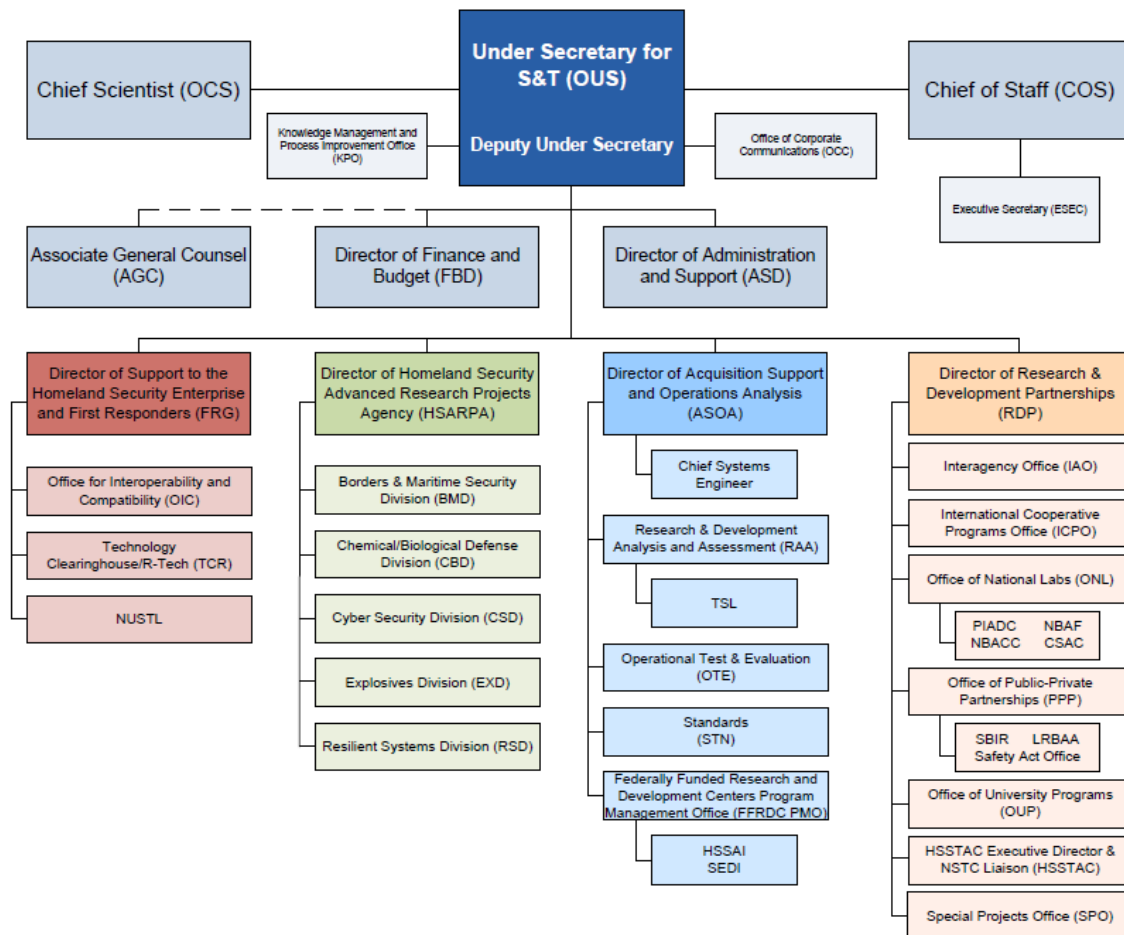
ただし、DHS における災害管理関連の研究開発の予算に関しては、その大部分が S&T によって管理されている。S&T 内の主な組織を以下に挙げる。

- **調達支援と運用解析(ASOA: Acquisition Support and Operational Analysis)グループ**: S&T の研究開発プログラムの運用と戦略全体を監視する。S&T の研究開発戦略は、ASOA 内の研究開発分析・査定(R&D Analysis and Assessment)部門によって策定される。さらに、ASOA には、2 つの連邦政府助成 R&D センター(Federally-Funded R&D Center:FFRDC)、ひとつは、国土安全保障研究および分析機関(Homeland Security Studies and Analysis Institute)(非営利研究機関アエロスペース(Aerospace Corporation)内に所在)、もうひとつは、MITRE 内の国土安全保障システム・エンジニアリングおよび開発機関(Homeland Security Systems Engineering and Development Institute)の管理事務所がある。また、ASOA は、S&T の最高科学責任者室(Office of the Chief Scientist)による包括的な基礎研究先戦略の策定にも協力している。

⁶⁰ GAO, "DHS: Oversight and Coordination of Research and Development Should Be Strengthened", GAO-12-837, September 2012.

- **R&D パートナーシップ(R&D Partnerships)グループ**: DHS の国立研究所システムの運営を監視、また、DHS の中小企業技術革新研究プログラム (Small Business Innovation Research) などの官民協働プログラムを管理する。さらに、S&T のミッションの様々な側面に焦点を当てる、大学を中心とした国土安全保障に関する中研究拠点であるセンター・オブ・エクセレンス (center of excellence: COE) のネットワークを助成および管理も行っている。
- **国土安全エンタープライズ・初動要員グループ支援 (Support to Homeland Security Enterprise and First Responders) グループ**: 主に S&T と、その他の DHS 下部組織との間のリエゾン役を担う。また、初動要員向け通信の標準化と相互運用性に関する主要な活動の管理も行う。
- **国土安全保障高等研究計画局 (HSARPA: Homeland Security Advanced Research Projects Agency)**: 研究開発活動への実質的な出資を行う。HSARPA は DARPA をモデルに創設され、プログラム・マネジャーが外部ステークホルダーと協議して研究内容を定義し、これらの研究を実行する外部研究機関に助成金を提供し、契約を結ぶという方式を取っている。HSARPA は以下の 5 つの技術部門で組織されている。
 - 国境および海洋安全保障部門 (Borders & Maritime Security Division)
 - 化学／バイオロジカル防衛部門 (Chemical/Biological Defense Division)
 - サイバー・セキュリティ部門 (Cyber Security Division)
 - 爆発物部門 (Explosives Division)
 - 耐障害システム部門 (The Resilient Systems Division) ※人的要因／行動科学部門 (Human Factors/Behavioral Sciences Division) とインフラ保護および災害管理部門 (Infrastructure Protection and Disaster Management Division) の統合により 2013 年 1 月に設立された。

図表 15: DHS S&T 組織図

出典: DHS⁶¹

<研究分野とプロジェクト>

前述のとおり、DHS の研究開発プロジェクトは、DHS S&T プログラムによって開始されるものだけでなく、S&T の「顧客」、すなわち DHS 内の国土安全保障に関わる組織と DHS の外部組織によって開始されるものがある。従って、S&T の研究ポートフォリオは、複数のステークホルダーおよび研究組織からの支援を得て、幅広い応用分野を対象に実行されるプロジェクト群から成る複雑なものとなっている。

S&T 内の主要研究開発助成グループである RDP、FRG、HSARPA は、以下の 6 つの「技術目的 (technology thrust)」と呼ばれる分野に分類された研究プログラムに出資している。この「目的」とは、DHS の S&T において新しい組織モードであり、かつては、統合

⁶¹ <http://www.dhs.gov/sites/default/files/images/st/st-org-chart.pdf>

プロジェクトチーム (Integrated Project Teams: IPT) と呼ばれた活動単位を置き換えるものである。S&T 内の研究プロジェクトすべては、S&T 内の組織部門ごとに割り振られるのではなく、まず、これら 6 つの組織モードに分けられ、そしてそのプログラムの特質に応じて、関連した組織部門が管轄する。よって、S&T 内の組織構成と研究プログラムを直接紐付けることはできない。

- **先端研究開発 (Apex R&D Thrust):** S&T の顧客の要請で実施されるプログラムであり、即時の行動開始と集中的投資が求められる、かなり優先順位が高いプログラムとして認識されている。2013 年度に進行中の先端プログラムは、シークレット・サービス (U.S. Secret Service) 保護オペレーション室 (Office of Protective Operation) が政府高官を護衛、保護するために用いる技術の特定、統合、評価方法を開発しているプログラム 1 件のみである。
- **国境安全保障研究開発 (Border Security R&D Thrust):** 主に HSARPA の国境および海洋安全保障部によって管理されるプログラムで、国境阻止、貨物検査、その他類似分野の研究などが含まれる。
- **化学、バイオロジカル、爆発物防衛研究開発 (Chemical, Biological, and Explosive Defense R&D Thrust):** 化学／生物学部門 (Chemical/Biological Defense Division) と爆発物部門 (Explosives Division) が共同で管理するプログラムで、化学物質や生物学的薬剤による潜在的脅威を検知、軽減し、爆発物探知と除去力を向上させる研究などが含まれる。
- **テロ対策研究開発 (Counter Terrorism R&D Thrust):** 耐障害システム部門 (Resilience Systems Division) が主導し、他部門から支援を受けるプログラムで、潜在的テロリストの探知や、新しいバイオメトリック・セキュリティの開発などが含まれる。
- **サイバー・セキュリティ研究開発 (Cyber Security R&D Thrust):** サイバー・セキュリティ部門が管理するプログラムで、重要通信インフラの保護とサイバー攻撃からの保護に焦点を当てている。
- **耐災害研究開発 (Disaster Resilience R&D Thrust):** 耐障害システム部門によって先導されるが、他のすべての部門にも関連するプログラムで、重要インフラの強化、全政府レベルにおける危機対応の調整、通信相互運用性と緊急情報システムの向上、災害状況下での DHS の行動能力の強化に関連する様々なテーマが含まれる。それらのテーマは、以下の 7 つのプログラム分野に分類されている。
 - 病原体攻撃からの回復プログラム (Bioagent Attack Resiliency Program)
 - 化学攻撃からの回復プログラム (Chemical Attack Resiliency Program)
 - 爆発物および放射性核兵器攻撃からの回復プログラム (Explosives and Radiological Nuclear Attack Resiliency Program)
 - 初動要員能力プログラム (First Responder Capability Program)
 - 情報共有、分析、相互運用プログラム (Information Sharing, Analysis, and

Interoperability Program)

- 自然災害からの回復プログラム (Natural Disaster Resiliency Program)
- 自然災害軽減プログラム (Natural Disaster Reduction Program)

上記の最後に挙げた耐災害研究開発に関する「目的」に分類されたプロジェクトの主な参加組織は、HSARPA 内の耐障害システム部門であるが、HSARPA 内の他の部門および FRG、RDP が関与する場合もありえる。

以下に、耐災害研究開発に関する「目的」が助成するプロジェクトの中で ICT に注力したものの例を挙げる。これらのプロジェクトは、すべて HSARPA が管轄しているプロジェクトであり、FRG、RDP は関与していない。

- **最先端インシデント管理エンタープライズ・システム (AIMES : Advanced Incident Management Enterprise System) プロジェクト**: インシデント管理に係る全要素を統合することにより、異種ソフトウェア・アプリケーション・システム間の緊急応答要員の情報共有力を向上させ、安全で拡張性があり、相互運用可能、かつ統合された状況認識能力を、緊急管理要員および初動要員に提供することを目指すプロジェクト。同プロジェクトでは、重要な商業、スポーツ、コンベンション、そして政府施設が隣接しており、ひとつの施設に災害が発生した場合、周辺施設の大勢の人々が避難を余儀なくされるようなケースに注目している。
【参加機関】パシフィック・ノースウェスト国立研究所 (Pacific Northwest National Laboratory)、国土安全保障局 (National Institute for Hometown Security)、米陸軍研究・開発・エンジニアリング・コマンド (U.S. Army Research, Development and Engineering Command)、複数の大学など。
- **COP データ融合技術プロジェクト (Data Fusion Technology Project)**: 交通網と人口データのビジュアル分析を使った集団避難計画のモデル作成機能を使い、公共安全担当者による災害対応計画策定や対応能力の向上を目指すプロジェクトで、具体的には、複数の情報ソースを統合、分析、視覚化する機能を開発する。現在進行中のイニシアチブの例は以下のとおり。
 - **重要インフラ検査管理システム (CIIMS : Critical Infrastructure Inspection Management System)**: 重要インフラと主要リソース (CI/KR) の安全に関する標的検査とリアルタイム報告を管理する
 - **リアルタイム避難計画モデル (RtePM : Real-time Evacuation Planning Model)**: 交通網、人口データ、行動特性に基づき、特定地区の人々の避難時間を自動的に算出し、緊急計画立案者が効率的な避難計画を立て、管理することを可能とする。
 - **シンボルスストア (Symbol Store)**: 複数の国土安全保障関連組織によって利用されるマッピング・コード (mapping symbology) の標準化を支援するウェア

ブ・ツールとサービスを提供する。また、緊急時の意思決定を支援する相互運用可能なツールとサービスをまとめた緊急管理意思決定支援ツールキット (Emergency Management Decision Support Toolkit) の開発も計画している。

【参加機関】FEMA、アメリカ陸軍工兵隊 (Army Corps of Engineers)、DHS 地理空間管理室 (GMO: Geospatial Management Office)、州および地方政府など。

- **集中型相互運用通信プロジェクト (Converged Interoperable Communications Project):** 異なる初動要員組織間での音声およびデータ通信を可能にする、統合通信システムを開発するプロジェクトで、具体的には、利用者のニーズを特定し、組織および管轄を越えた連携を最適化するツールを開発する。このプロジェクトで想定されるインフラには、国家公安通信委員会 (National Public Safety Telecommunications Council) および、機器の標準および相互運用性のための関係省庁委員会 (InterAgency Board for Equipment Standardization and Interoperability) と共同開発した標準と要件に基づく、無線ブロードバンドとその他のネットワーク技術を採用する見通しである。

【参加機関】FEMA、米沿岸警備隊、DHS 国家保護プログラム局 (NPPD: National Protection and Programs Directorate)、国防総省、司法省、一般企業など。

- **災害管理支援環境 (DMSE: Disaster Management Support Environment):** FEMAの代理として、災害時に展開する統合オンライン情報管理環境を開発するプロジェクトで、開発対象機能には、①ソフトウェア・システム・セキュリティ、②コンテンツ管理、③ユーザーマシン・インタフェース (GUI)、④災害に対応するレガシー・アプリケーションとDMSE地理空間ビューワー間のデータ共有、⑤調達ライフサイクル文書化 (acquisition life cycle documentation)、⑥都市探索救助 (Urban Search & Rescue) 作業員 (都市災害の生存者の捜索と救助を専門とし、FEMAを通じて調整が行われる州レベルの緊急対応チームのネットワーク) 62と被災地支援チームへのより改善された被災地作業支援、などが含まれる。
- **緊急対応者のための地理空間位置責任およびナビゲーション・システム (GLANSER: Geospatial Location Accountability and Navigation System for Emergency Responders) プロジェクト:** GPS 端末の封鎖された領域内での精度と信号通過率を向上させ、その上で初動要員を誤差 3メートル以内で追跡できる 3D 位置視覚化システムを開発するプロジェクト。

【参加機関】FEMA、州および地域の初動要員、DOD など。

⁶² <http://www.fema.gov/about-urban-search-rescue>

- **総合データ処理および分析プロジェクト(Integrated Data Processing and Analysis Project)**: 諜報アナリスト間での、DHS によって合法的に収集したあらゆる種類の情報共有を向上させ、複数のデータソースから一つのリスク評価を導き出すためのプロジェクト。無料のテキスト、データベース記録、音声、動画、イメージ、トランザクション・データ、地理的データ、センサー情報などの総合分析を行うための拡張可能な技術を開発する。開発された情報共有機能は、司法機関に提供される予定である。
【参加機関】地域司法情報自動化センター(Automated Regional Justice Information Center)と国際司法・公安ネットワーク(International Justice and Public Safety Network)など。
- **オーバーヘッド画像データ・プロジェクト(Overhead Imagery Data Project)**: センサー、衛星画像、空中偵察の統合システムを提供することにより、被災地の包括的映像や画像をリアルタイムで提供し、意思決定者の状況認識を高めるためのプロジェクト。最新の地理情報科学技術を利用し、遠隔センシング、画像処理、デジタル地図作成、災害管理の空間モデリングを支援する。
【参加機関】FEMA、都市探索救助、州レベルの緊急対応組織、民間防空部隊(Civil Air Patrol)など。
- **バーチャル USA(vUSA: Virtual USA)**: 天候、交通状況、重要なインフラの位置と運用状況、燃料供給、避難シェルターと医療施設の有無と利用状況、その他の重要情報などを含む、オペレーション情報と、全米各地のコミュニティの地理位置情報データを統合し、異なる行政管轄区間でのデータ共有を推進するプロジェクト。
【参加機関】FEMA、DHS の情報分析室(Office of Intelligence and Analysis)、SRA インターナショナル(SRA International)、テラコア(Teracore)、ブーズ・アレン・ハミルトン(Booz Allen Hamilton)、パシフィック・ノースウェスト国立研究所(Pacific Northwest National Laboratory)など。
- **ビジュアル分析と高度情報環境(VAPIE: Visual Analytics, Precision Information Environments)プロジェクト**: 米北西部の地域・州・連邦政府の初動要員、警察、公安当局、公衆衛生当局を対象ユーザーとして、多様かつ拡散した動的データを、ユーザー・フレンドリーな形に視覚化するプロジェクト。高度な視覚化技法と技術の開発によって、データのリアルタイム共有と分析、理解を目指す。同プロジェクトは、特定ユーザーやアプリケーション向けに、機能が拡張され、カスタム化された情報環境の構築を目指す。その環境においては、上記の「バーチャル USA」、DHS の情報共有ミドルウェアである「統合災害命令意思決定支援(Unified Incident Command Decision Support: UICDS)」、オンライン災害マップである「次世代災害命令システム(Next generation Incident Command

System: NICS)」からの実データを、シミュレーションやモデルに組み合わせ、緊急対応計画をリアルタイムでテストすることが可能となる。

<資金源>

DHS S&TにおけるICTに焦点を当てた災害管理関連プロジェクト予算は明らかでない。ICT分野に限定していないが、2013年度のDHS S&T向け研究開発予算として申請された約4億7,800万ドルのうち、耐災害研究開発に関する「目的」下のプログラム全体の予算は約1億3,000万ドルであり、前年度より、AIMESプロジェクト、集中型相互運用通信プロジェクト、GLANSER、オーバーヘッド画像データ・プロジェクト、バーチャルUSAなどのプロジェクトへの増資が申請された。

<組織構成と参加機関>

DHS S&Tのプロジェクトは、幅広いパートナーと協力して実施され、そのエンドユーザー組織は多岐にわたる。多くの場合、パートナーとエンドユーザーは同一組織である。概してDHS S&Tでは、以下に示す4つのメカニズムを通じて、効果的なプロジェクトの設計、実施を図っている。

- **S&TとDHS下部組織間のリエゾン(S&T Component Liaisons)**: DHS下部組織に、S&Tスタッフを常駐させ、その機関の技術的ニーズに関する情報の収集、S&Tの研究における最新情報の共有、また、その機関向けに実施されているプロジェクトが同機関の運用ニーズと合致していることの確認などを行う。
- **研究開発合意(Component R&D Agreements)**: S&Tは、DHS下部組織がスポンサーとなっている研究開発プロジェクトを管理するにあたり、当該DHS下部組織と正式な覚書として「研究開発合意」を交わす。現在、S&Tは、税関・国境警備局(Customs & Border Protection)および米国シークレット・サービス(U.S. Secret Service)と同合意を交わしている。
- **研究開発戦略(Component R&D Strategies)**: S&Tは、個々のDHS下部組織と共に、研究開発に関する計画策定を文書化した正式な「研究開発戦略」を作成する。同文書には、将来の研究ニーズと、研究開発プロジェクトを実行すべき分野が示される。
- **研究開発調整チーム(R&D Coordination Teams)**: S&Tにおける研究開発プログラムから、エンドユーザーへの技術移行を支援するために、研究開発調整チームが設置される。同チームはユーザー別ではなく、HSARPA部門別に組織される。例えば、インフラ保護および災害管理部門のための研究開発調整チームは、技術移行計画の策定や、エンドユーザーのシステム開発のための運用サポートなど、同部門のすべてのプロジェクトを、それらのプロジェクトのエンド・ユーザーに移行するために必要となるあらゆる調整業務を行う。

S&T は、その内部研究施設に限界があることから、主に外部研究機関や研究者と共同研究を行っている。S&T 唯一の主要施設は、DHS 管轄の国立研究所(DHS National Laboratories)であり、生物兵器防衛、農業をターゲットとしたテロ行為、動物疾病予防、運輸セキュリティに焦点を当てている。

S&T の活動の大半は、連邦政府資金によって運営される外部の研究開発センター、特にエネルギー省が管轄するパシフィック・ノースウェスト国立研究所を通じて調整されている。また、S&Tの大学プログラム室(Office of University Programs)では、大学を中心とした12の国土安全保障に関するCOE(Centers of Excellence)を監督している。そのひとつ、ジョンズ・ホプキンス大学(Johns Hopkins University)率いる、準備と壊滅的イベント対応研究のためのセンター・オブ・エクセレンス(National Center of Excellence for the Study of Preparedness and Catastrophic Event Response: PACER)は、災害軽減と災害対応における研究に関して、複数の大学における活動を取りまとめている。

3.3.3. オークリッジ国立研究所(Oak Ridge National Lab)—米南東地域研究イニシアチブにおける ICT プロジェクト

<背景>

米南東地域研究イニシアチブ(Southeast Region Research Initiative: SERRI)は、2006年、議会要請のもと、「コミュニティ、州、地域が、人的または自然災害に備え、対応し、あるいはその影響から復興するために必要なツール、技術、システム、そして手法の開発において、州、地方、部族、そして地域の指導者たちを支援する」ための、新たな研究管理組織として設置された。設立当初想定された SERRI の役割には以下が挙げられる。

- 地方自治体、州、地域それぞれの要件を、既存の全国および連邦政府の要件および規制と統合する。
- 有益な成果を生み出す研究を迅速に行う。
- ベストプラクティスのために地域のリソースを提供する。
- 地域にまたがり機能するシステムを構築するインキュベーターとなり、その地域内の異なる地方自治体同士のコミュニケーションを確実にする。
- 各地方自治体と同じフレームワークで活動できるよう、その地域に根付いた方針と手続きの策定を促進する。

SERRI は、バテル記念研究所(Battelle Memorial Institute)とテネシー大学(University of Tennessee)の合併事業によって運営されている、エネルギー省傘下の研究所、オー

クリッジ国立研究所(Oak Ridge National Laboratory:ORNL)内に設立された。ORNL は、先述の DHS S&T の大学プログラム室が監督している全米各地の大学における関連 COE が関与する会議や意見交換などの場の準備を支援している。

SERRI は、米南東部、特にテネシー州とミシシッピ州における大学と初動要員間のより実質的な交流を促進することによって、それらの関連 COE の発展を図っている。その拠点として、南東地域が選ばれた理由は、実際に災害が発生した場合、プロトタイプ技術導入のテストベッドとして利用できる可能性のある地域だからである。事実 2006 年の設立後、SERRI は複数のハリケーンや竜巻、ディープウォーター・ホライズン(Deepwater Horizon)のメキシコ湾原油流出事故において、対応と復旧活動に関与している。

2006 年から 2012 年までの 6 年間で、SERRI は災害軽減、準備、対応、そして復旧のための新しいアプローチとシステム開発を目的に、同地域にある大学に対し、特別な提案要請書(Request for Proposal:RFP)を発行した。SERRI の RFP は、DHS S&T の目標、同地域 8 州を管轄する FEMA の第 4 地域(Region IV)部隊によって決定された地域ニーズ、そして DHS による 4 年ごとの国土安全保障見直し(Quadrennial Homeland Security Review)に基づき作成され、以下の分野に関する研究を懇請した。

- 国境警備(Border Security)
- 貨物のセキュリティ(Cargo Security)
- 化学／バイオロジカル防衛 Chemical/Biological Defense
- サイバー・セキュリティ Cyber Security
- 洪水管理(Flood Management)
- 人的要因(Human Factors)
- インシデント管理(Incident Management)
- 情報共有および管理(Information Sharing and Management)
- インフラ保護(Infrastructure Protection)
- 地域回復力(Regional Resilience)

この RFP への提案書は、この分野の専門家と、FEMA およびその他 DHS 下部組織の運用管理者によって審査された。また、SERRI は、研究ポートフォリオ全体の見直しを年に 2 回実施した。

SERRI による助成活動は、当初の計画どおり、6 年間に限定して実施され、2012 年 12 月に完了した。SERRI のもとで開発された技術や、習得されたプログラム管理経験は、DHS における今後の研究プログラムに取り込まれることになる。

<研究分野とプロジェクト>

SERRI はその活動期間中、100 件以上のプロジェクトに出資した。そのうち ICT に焦点を当てたプロジェクトには以下が含まれる。

プロジェクト名	地域中規模モデルを使った NEXRAD 放射風の特定と、米南部でのガス／粒子の運搬および拡散を予測するラグランジュ・モデルの利用 (Assimilation of NEXRAD Radial Winds in a Regional Mesoscale Model and the Use of a Lagrangian Model to Estimate the Transport and Dispersion of Gases/Particles Over the Southern U. S.)
研究主体	ミシシッピ州立大学 (Mississippi State University)
概要	有毒物質の流出地点から周辺地域への拡散をモデル化して予測するために、NEXRAD レーダー・データとその他情報を一体化する新しい手法を開発した。その成果として、事故発生後 30 分から 60 分以内に有毒物質流出の影響を受ける範囲の予測精度が向上した。
獲得資金	28 万 5,000 ドル (2009 年 1 月～2011 年 5 月)

プロジェクト名	水の安全のための計算ツール (Computational Tools for Water Security)
研究主体	ミシシッピ大学 (University of Mississippi)
概要	化学物質流出などで生じたインフラ障害や水質汚染による影響の予測に、水道システムのコンピュータ・シミュレーションを応用した。シミュレーションによって水道システムの設計を改良し、脆弱性の軽減も可能になった。
獲得資金	97 万ドル (2007 年 3 月～2009 年 1 月)

プロジェクト名	異種ソース間の情報発信のためのデータ共有ミドルウェア (Data-Sharing Middleware for Information Dissemination Among Heterogeneous Sources)
研究主体	テネシー大学 (University of Tennessee)
概要	データがリアルタイムで変化する状況下などにおいて、複数ソースからデータを取得し、それを標準フォームにマッピングすることにより、複数情報システム間でのデータ共有を促進する新しい形のミドルウェアを開発した。
獲得資金	40 万ドル (2007 年 6 月～2009 年 7 月)

プロジェクト名	特別イベント・リスク管理システムのプロトタイプ開発 (Development of a Prototype Special Event Risk Management 《SERM》 System)
---------	--

研究主体	ミシシッピ大学
概要	異なる環境下での集団避難のモデル化を迅速化するため、球場、病院、ホテルなどの異なる施設での避難計画の結果をシミュレーションする、新しい計算・アルゴリズム技法を研究した。
獲得資金	57 万 5,000ドル(2011 年 10 月～2012 年 8 月)

プロジェクト名	災害軽減・復旧キット(DMARK: Disaster Mitigation and Recovery Kit)
研究主体	オースチン・ペイ州立大学(Austin Peay State University)およびオークリッジ国立研究所
概要	複数ソース(文書、写真、人による入力など)から災害後の被害情報を収集し、被害を GIS にマッピングし、災害損害評価および対応と復旧活動を促進するための視覚化・分析機能を提供する GIS ベースのツールキットのプロトタイプを開発した。
獲得資金	136 万ドル(2009 年 3 月～2012 年 9 月)

プロジェクト名	災害対応インテリジェントシステム(Disaster Response Intelligent System)
研究主体	ジャクソン州立大学(Jackson State University)
概要	DOD が開発した災害対応情報システムを採用し、特定の被災状況下で活動する軍隊以外の初動要員向けのシステムを開発ために、高解像度画像、GIS データ・レイヤ、人口および人口統計パラメータ、センサー・データ、無線携帯機器、GPS データ、知的エンジン、その他計算データを統合した。プランニングや訓練を支援する災害シミュレーションや、実際の災害時における状況認識のために活用されることになる。
獲得資金	230 万ドル(2007 年 2 月～2012 年 8 月)

プロジェクト名	情報共有フレームワーク・開発融合センター(Fusion Center Information Sharing Framework & Development)
研究主体	オークリッジ国立研究所
概要	州をまたがった、重要インフラや重要イベントに関する情報、および、司法機関の機密データを共有するための地域アーキテクチャ構築を目的としたプロジェクトで、サービス指向アーキテクチャ(SOA)を利用した、複数の州レベルの情報融合センターから情報を入手するオープンソース・ソフトウェア・システムである「情報共有フレームワーク(Information Sharing Framework)」が開発された。ただし、プライバシー保護と市民権保護の点から機密扱いとされるべき情報に関しては、他機関との情報共有を禁止するプライバシー・ポリシーを策定した。

獲得資金	65 万ドル(2009 年 3 月から 2012 年 3 月)
プロジェクト名	スマート検索分析融合センター (Fusion Center Smart Search Analytics)
研究主体	オークリッジ国立研究所
概要	対テロリズム・アナリスト向けシステムとして、複数データソースのシームレスな統合、ユーザーとのやり取りに基づく検索性能向上のための半監視型機械学習アルゴリズムの実装、そしてデータと検索結果を閲覧・操作するための直感的かつ双方向なグラフィカル・インタフェースを開発した。
獲得資金	30 万ドル(2011 年 2 月から 2012 年 8 月)
プロジェクト名	REALSIM:トレーニング、意思決定支援、政策評価のためのデータ駆動型シミュレーション・システム (REALSIM: Data-Driven Simulation System for Training, Decision Support and Policy Evaluations)
研究主体	オークリッジ国立研究所
概要	緊急事態に必要とされる主要物資や人材の動きを把握し、追跡、モデル化、シミュレーションするシステムを開発した。このシステムは、災害管理計画の策定時における災害対応ロジスティックスのシミュレーションや、実際の緊急事態発生時におけるロジスティックス戦略の結果予測などに活用される。
獲得資金	100 万ドル(2007 年 2 月～2008 年 12 月)
プロジェクト名	センサーペディア (Sensorpedia)
研究主体	オークリッジ国立研究所
概要	ウェブ 2.0 技術とその概念(ウィキ、ブログ、ソーシャル・ネットワーク、マッシュアップ、RSS アラート、ストリーミング・メディアなど)に基づき、単なる人々の間での情報共有のためではなく、異なるセンサーやそのユーザー間での接続や情報共有に用いられるプラットフォームを開発した。
獲得資金	97 万 8,000 ドル(2008 年 8 月～2010 年 5 月)
プロジェクト名	影響の大きいスポーツイベントにおける緊急対応と避難能力のプランニング、訓練、評価のシミュレーション環境 (Simulation Environment for Planning, Training, and Assessment of Emergency Response and Evacuation Capabilities at High Consequence Sport Events)
研究主体	南ミシシッピ大学 (University of Southern Mississippi)

概要	スポーツイベントなど参加者の多い公共イベントで発生した危機的状況での緊急対応を評価、計画する新しいシミュレーション・システムを開発した。
獲得資金	260 万ドル(2007 年 4 月～2009 年 9 月)

SERRI では、組織的なレビューの一環として、実際の災害における研究結果と技術の適用事例に関する情報を集めている。以下に、それらの事例の一部を示す。

SERRI 研究成果の適用事例

年	イベント	事例
2005	ハリケーン・カトリーナ	ミシシッピ州立大学は、緊急／災害対応向上の観点から地理空間情報の役割について学んだことをデータベース化した。
2010	BP 原油流出	南ミシシッピ大学は、相次ぐ災害を受けたミシシッピ湾岸地域における長期的な復興と回復への影響を調査するために、社会経済データを収集、分析した。
	ヤズー市の竜巻	上述の、ジャクソン州立大学による「災害対応インテリジェントシステム(DRIS)」が、地域の緊急対応作業を支援および強化する災害管理と状況認識ツールとして適用された。
	ナッシュビルの洪水	上述の、オースチン・ペイ州立大学と ORNL によって開発された災害軽減・復旧キット(DMARK)は、連邦政府に復旧支援を要請するために必要とされる予備的損害評価の実施において、初動要員を支援するために使われた。
2011	ミシシッピ河洪水	ジャクソン州立大学は、上記の DRIS ツールを利用し、ミシシッピ緊急管理局(MEMA: Mississippi Emergency Management Agency)に、避難計画と対応作業の支援に必要となる地理空間情報と地図を提供した。

出典: SERRI⁶³

<資金源>

SERRI 全体の助成金は、ミシシッピ州内の大学での研究を支援するミシシッピ・リサーチ・イニシアチブ(Mississippi Research Initiative)、米南東部での研究を助成する地域研究および運用支援イニシアチブ(Regional Research and Operational Support Initiative)、そして SERRI 参加機関の知識共有と情報交換を推進するコミュニティおよび

63

<http://www.serri.org/closeout/Documents/SERRI%20Closeout%20Report%20-%20Final%20-%202031%20Dec%202012.pdf>

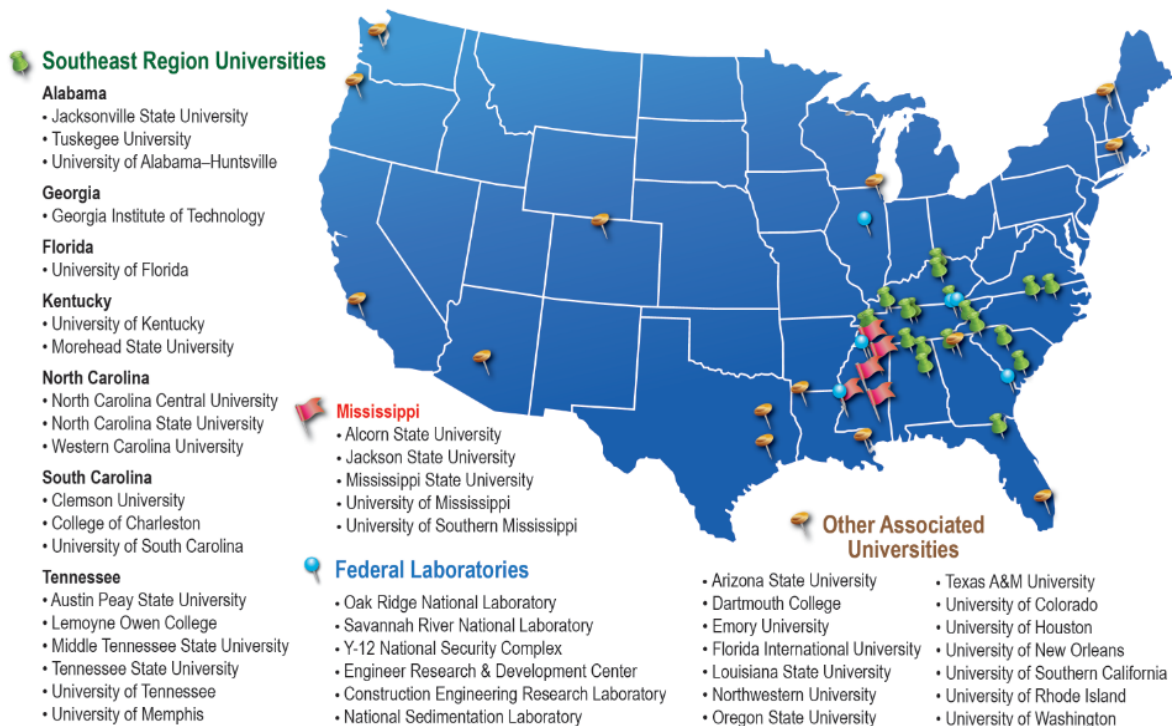
地域回復機関 (Community and Regional Resilience Institute: CARRI) の 3 つのプログラム間で分割された。ただし、CARRI に配当された助成金は、他 2 つのプログラムに比べ、少額であった。

SERRI は 6 年間の活動期間中、総額約 1 億 6,000 万ドル以上を受け取り、毎年約 2,700 万ドルを助成金として拠出した。助成金の約 25% をプログラム管理と CARRI に分配し、残りを大学の研究支援のために提供した。

<組織構成と参加機関>

SERRI の主要管理機関は、ORNL であり、ORNL のスタッフは、DHS の S&T およびその他下部組織からの関係者と協力し、プログラム提案要請書を作成すると共に、提案書を評価する審査委員会をまとめ、助成金管理とフォローアップ評価を行った。米南東地域の合計約 30 の大学が SERRI に参加し、さらに米国のその他地域から 14 大学と、6 つの連邦政府研究所も加わった。

図表 16: SERRI 参加機関



出典: SERRI⁶⁴

⁶⁴ <http://www.serri.org/partners/default.aspx>

3.3.4. カーネギーメロン大学(Carnegie Mellon University) – 災害管理イニシアチブ

<背景>

1990 年代、米軍施設の縮小が推進された結果、カリフォルニア州サンタクララにある NASA のエイムズ研究センター(Ames Research Center:ARC)は、シリコンバレーにある米陸軍基地が所有していたモフェット飛行場(Moffett Air Field)の大部分を管理することになった。ARC の管理部門は、この施設に経済面および研究面の両方でのメリットを見出し、ARC 近隣に技術系の新興企業を誘致し、ARC とシリコンバレーの技術系コミュニティを結ぶ新しい施設として、エイムズ NASA リサーチ・パーク(NASA Research Park:NRP)を設立した。グーグルが、NRP 内に社屋の統合を決定すると、同施設に対する注目度は直ちに上昇し、訪問者も増加、同施設活用における ARC の戦略は、当初予測よりも成功を収めることとなった。この機会を最大限に生かすため、ARC は、技術系企業だけでなく、大学のサテライトキャンパスも同施設に誘致する計画を立てた。大学用に割り当てられた地区に最初に入ったテナントのひとつは、カーネギーメロン大学(ピッツバーグ)である。同大学は 2002 年、エイムズ NRP 内にカーネギーメロン大学シリコンバレー校(Carnegie-Mellon University Silicon Valley:CMU-SV)を設立した。

図表 17:エイムズ NRP の航空写真



出典:エイムズNRPディレクターMichael Marlaire氏プレゼン資料⁶⁵

⁶⁵ http://iis-db.stanford.edu/evnts/6597/SPRIE_Innovation_Beyond_Boundaries

カーネギーメロン大学は、CMU-SV 創設を通じて、エンジニアリング専攻の大学院生にシリコンバレーでの就業体験を得る機会を提供した。また、サンフランシスコ湾岸在住の 5,000 人以上の同大学卒業生とのつながりを維持し、さらに、同大学とシリコンバレー企業との研究提携の構築においても CMU-SV を役立てている。CMU-SV では、ソフトウェア・エンジニアリング、ソフトウェア管理、電気・コンピュータ・エンジニアリング、情報技術、エンジニアリングおよび技術イノベーション管理の修士課程が設けられている。また、キャンパスには米東西両海岸に拠点を置く電気・コンピュータ・エンジニアリングの博士号プログラムがあり、学生はシリコンバレーとピッツバーグの両方で授業を受け、研究を行うことができる。

CMU-SV 内には、現在、7 つの研究センターが設立されている。2008 年に設立され、Martin Griss 教授が率いるモビリティ・リサーチ・センター (MRC: Mobility Research Center) は、IT、特に、サイバーセキュリティ、プライバシー、サイバー物理システムの分野において、全米トップの大学研究所であるカーネギーメロン大学のサイラボ (CyLab) の一部門である。MRC は、インテル、ヒューレット・パッカート、オラクル、ヤフーなど、モバイル・コンピューティングに力を入れる企業が同地区に集中していることから、CMU-SV 内に設立された。Griss 教授の前歴はヒューレット・パッカート・ラボ (Hewlett Packard Labs) の研究リーダーであり、現在は MRC の共同所長と、CMU-SV の副学部長および所長を兼任している。

CMU-SV が注力する新たな研究分野を特定するプロセスにおいて、Griss 教授は、災害管理を重大な影響を与え得る分野と判断した。地震、ハリケーン、その他世界中で発生した一連の災害を踏まえ、災害管理技術向上の必要性を認識し、また、災害管理において重要な機能を発揮するのはモバイル・コンピューティングであると考えた。また、CMU-SV には、この分野の研究に適した、以下のような重要なメリットがある。

- NASA ARC の隣という好条件のもと、CMU-SV は、NASA のリモート・センシング、地球観測システム、高性能コンピューティング分野の技術と専門知識にアクセスすることができる。また、NASA ARC は、NASA の技術と専門知識を被災地で適切に役立てることを目的とした、NASA の災害支援・救援チーム (Disaster Assistance and Rescue Team) も抱えている。
- CMU-SV で行われる研究は、運用研究、モバイル・ヘルス、セキュア・コンピューティングとコミュニケーション、自然言語処理、機械学習、そしてオープンソース・ソフトウェア開発を含む、災害管理に応用可能な数多くの技術を網羅する。
- モフェット・フィールドは湾岸地区において、未開発のまとまった土地としては最大規模のものであり、緊急避難場所として、また地震などの大規模災害が湾岸地区

を襲った場合の中間準備地域に指定されている。そのため、モフェット・フィールドは、消防や救援部隊の駐屯地、緊急飛行場、緊急作戦センターなど、初動要員組織の利用地となっている。

2010 年 3 月、CMU-SVIは、災害管理イニシアチブ(Disaster Management Initiative: DMI)を立ち上げた⁶⁶。DMIでは、研究センター、施設内の新興企業インキュベーター、初動要員の集合地を一体化することが計画されている。「複数管轄地域で発生したすべての災害のための、開かれた、相互運用可能な次世代技術ソリューション」を提供することが、DMIのミッションである。DMIは、災害管理ワークショップ(Disaster Management Workshop)の開催で始められた。このワークショップには、初動要員組織、地方政府、業界代表らが招待された。その後、クライシスキャンプシリコンバレー(CrisisCampSiliconValley)と題する、「アンカンファレンス(unconference)」⁶⁷が続いて行われた。クライシスキャンプシリコンバレーは、バーチャル会議にソフトウェア開発者を集め、災害時に利用できるオープンソースのソリューション開発を目的とした世界的な取り組み、クライシスコモンズ(CrisisCommons)をモデルにしており、ボランティアのソフトウェア開発者と災害対応分野の専門家を一同に集め、災害管理に使用する新しいシステムに関するブレイン・ストーミングを行った。

DMI のビジョンは、以下のような基本方針に基づき、災害管理における技術的機会を追求することである。

- システムは、初動要員のコストを下げ、かつ柔軟性を向上させるため、オープンアクセス、オープンソース、かつ相互運用可能なプラットフォームを基盤とするものでなければならない。
- システムは、モバイル、ソーシャル、クラウド・コンピューティング、そしてセンサー技術分野の最新イノベーションを活用しなければならない。
- システムは、特定のひとつの災害向けではなく、「すべての危険な」環境で使えるように設計しなければならない。
- システムは、地域、コミュニティを基盤とした手法を取らなければならない。地域全体に包括的な対応を提供する必要がある。
- システムは、緊急時に初動要員に対し、明確かつ包括的な全体図を提供する状況マップを統合する。
- システム、開発は設計と認識活動の段階で市民の参加を求めなければならない

⁶⁶ <http://www.cmu.edu/silicon-valley/dmi/news-events/news/2010/dmi-workshop-release.html>

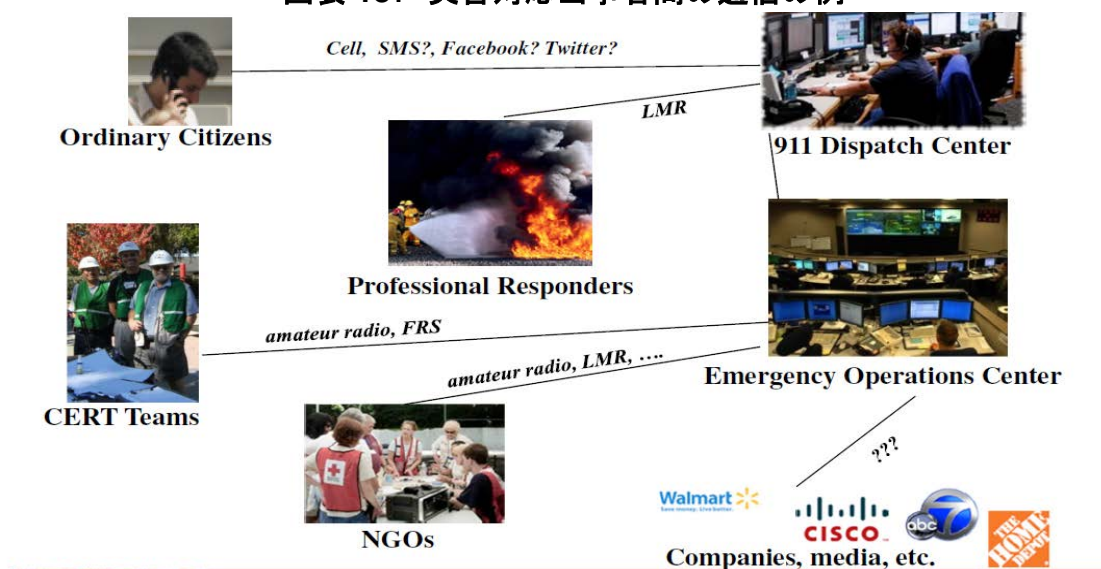
⁶⁷ 「アンカンファレンス」とは、事前に議題を決めることなく、ひとつのテーマに沿って組織されるワークショップである。アンカンファレンス当日、参加者は論議とプレゼンテーションのアイデアを貼りだし、同時に興味のあるセッションやプレゼンテーションに投票する。カンファレンスの主催者は、人気のあるテーマをワークショップ・セッションとして取り上げ、会議を進行する。

い。

- システムは、実践的なソリューションを提供すべきである。今日実装できない概念を基にしたプロジェクトなどありえない。

また、DMI のビジョンは、災害対応には複数のステークホルダーや人々、グループが関わっており、それぞれがもっとも便利な通信ネットワークで災害状況を伝えると共に、緊急対策センター(Emergency Operations Center)が発する情報を広めることができることを前提としている。

図表 18: 災害対応当事者間の通信の例



出典: CMU-SV⁶⁸

DMIは、カーネギーメロン大学から助成制度を通じて支援を受けると共に、提携組織からも支援を受けている(下記参照)。主要な活動は、毎年開かれる災害管理ワークショップで、第3回目は2012年11月に開催された⁶⁹。このワークショップにおいて、CMU-SVは、DMI研究プロジェクトの現状を説明し、業界パートナーが開発し初動要員が導入した開発技術を発表した。また、緊急対応分野のリーダーによる基調講演とパネルディスカッションも行われた。

現在、DMI は、次世代緊急対応センター(Next-generation emergency operations center)を建築中である。この施設は、災害管理 IT システムの実演場所として利用されるほか、複数ソースからの通信とデータを統合することにより、危機発生時に初動要

⁶⁸ http://www.ptc.org/ptc13/images/papers/upload/PTC13_Griss_Martin_PPS.pdf の5ページを参照

⁶⁹ <http://www.cmu.edu/silicon-valley/dmi/workshop2012/program.html>

員への指令と要員間の協調をいかに向上できるかを例証する場となる予定である。DMI は緊急対応センターのモバイル版にも取り組んでおり、これは DMI 研究成果のハイライトになるとみられる。

また、この取り組みは、エイムズ NRP 内の国立耐災害センター (National Disaster Resiliency Center: NDRC) の設立によって補完されている⁷⁰。官民の合同出資で支援される NDRC は、以下の 3 つのプログラムを運用しており、モフェット・フィールドを拠点とする初動要員の活動の中心となることが期待されている。

- 初動要員が最新技術について情報を取得し、新しい災害管理システム利用方法に関する訓練を受ける学習センター
- 将来大規模災害が湾岸地区を襲った際に、救援物資と人材の流れを管理し、輸送または配置する物流センター
- 新しい災害管理技術を開発するリサーチ・センター(このプログラムは DMI の実働部隊 (operating arm) として機能する)

その他の研究機関は、NASA ARC と提携し、間接的に CMU-SV にも関わる形で、災害管理技術に取り組んでいる。カリフォルニア大学サンタクルーズ校 (University of California at Santa Cruz: UCSC) は、エイムズ NRP 内の CMU-SV 近くにサテライト・キャンパスを設立し、同大学のエンジニアリング専攻学生や初動要員に災害管理技術コースを提供している。また、現在、エイムズ NRP は、サンノゼ州立大学 (San Jose State University)、ハネウェル・インターナショナル (Honeywell International)、シーラス・デジタル・システムズ (Cirrus Digital Systems)、ロッキード・マーチン (Lockheed Martin) などが参加する UAV コラボレーティブ (UAV Collaborative) の拠点となっている。UAV コラボレーティブは、災害対応支援に利用できる低コストの無人機 (ラジコン飛行機) の開発を進めており、この技術は空中センサー・プラットフォームとしての利用が想定されている。

<研究分野とプロジェクト>

現在、DMI は、提携組織やその他スポンサーと共に、いくつかの正式な研究プロジェクトに取り組んでいる。以下に研究プロジェクト例を示す。


- **共生ヒューマン・マシン・コンピューティングによる体系的状況ナレッジの能動的収集 (Active Collection of Structured Situational Knowledge via Symbiotic Human-Machine Computing)**: 災害時の状況認識では、情報処理・分析に新たな要件が求められる。すなわち、かなりの短時間内に収集された大量の情報を組み立て、関連づけを行い、簡単に解釈可能なフレームワークでそ

⁷⁰ http://www.thendrc.org/The_NDRC/index.htm

れら情報を表示する情報管理システムが要求される。CMU-SV の研究者らは、共生ヒューマン・マシン・コンピューティング (Symbiotic Human-Machine Computing) と呼ばれる新たな情報処理アプローチを開発した。これは、現実世界での大規模なナレッジ獲得や情報処理を実行するために、能動的な機械学習にヒューマン・ベース・コンピューテーションを組み合わせるものである。

- **状況認識統一図フレームワーク(COP Framework)**: このプロジェクトでは、地理空間的にカスタマイズ可能な状況認識統一図(COP)エンジンの作成を目指す。同エンジンは、共同作業を可能とするオープン・ディスプレイ・システムで、ユーザーが、主要リソースをマッピングしたり、重要なイベントや環境変化の警告を他のユーザーに発することを可能とし、組織内のコラボレーションを促進する。同エンジンのプロトタイプは、州と地域の初動要員組織、また政府機関やサンフランシスコ湾岸地区の公益事業者間の協力を管理する統轄団体、ゴールデン・ゲート安全ネットワーク(Golden Gate Safety Network)向けに開発されている(下図表 19 参照)。

図表 19: COP フレームワーク・インターフェースの説明




Facility Status

Facility Info

Resource Info

Common Operating Picture

A user friendly internet map for sharing situation awareness among public and private safety organizations during large incidents that require significant coordination of emergency response resources.



School

Water Leak

GPS Tracking

Display Controls

出典: CMU-SV⁷¹

⁷¹ <http://www.cmu.edu/silicon-valley/dmi/files/images/cop-lq.jpg>

- **ジオカム (GeoCAM)**: NASA ARCとCMU-SVの共同プロジェクトで、危機状況を理解し、リソース配分の決定ために重要な写真や地図データにジオタグを付けることで、災害対応者が迅速に共有できるようにするものである。類似プロジェクトであるピッツバーグのアイバーク (iBurgh)⁷² や新興企業のシヴィガード (CiviGuard)⁷³と同様に、ジオカムも以下の 2 つの主要構成要素によって成り立っている。
 - ジオカム・モバイル (GeoCam Mobile): ジオタグが付けられた写真と GPS トラックを地上網または無線網で収集する携帯電話用ソフトウェア
 - ジオカム・シェア (GeoCam Share): 緊急対応者による地理空間データの共有、発見、編集を助けるウェブ・アプリケーション

ジオカム・システムは、カリフォルニアで山火事が発生した際に、カリフォルニア消防隊 (California Fire Service: CAL FIRE) による現場指揮に利用された実績がある。

- **ハイパーウォールとモバイル技術 (Hyperwall and mobile technology)**: このプロジェクトでは、COP インターフェイスのための 8 面のスクリーンからなるディスプレイが開発された。ユーザーは、携帯電話プラットフォームと、マイクロソフトのキネクト (Kinect) 動作検出インタフェース・システムを使い、COP を操作することができる。ハイパーウォールは、DMI の次世代緊急対応センターでの設置が進められている (下図表 20 参照)。

図表 20: ハイパーウォール・モバイル・インターフェイス



出典: CMU-SV⁷⁴

⁷² <http://www.cmu.edu/homepage/computing/2009/fall/iburgh.shtml>

⁷³ <http://civiguard.com/>

⁷⁴ <http://www.cmu.edu/silicon-valley/dmi/research/projects/hyperwall/index.html>

- **インシデント支援システム—初動要員向け技術 (Incident Aide System - Technology for First Responders)**: このプロジェクトでは、初動要員のユニフォームに装着する高耐久携帯コンピューティング・プラットフォーム (タブレット PC) を開発している。同プラットフォームから無線通信ネットワーク経由でクラウドに保管された情報やアプリケーションにアクセスできることから、現場での重要な最新情報の配信や、チーム間のコミュニケーションが可能になる。現在、同プロジェクトチームでは、初動要員やその他関係者にインタビューを行い、システム要件項目を収集している。

図表 21: インシデント支援システムのプロトタイプ (モックアップ)



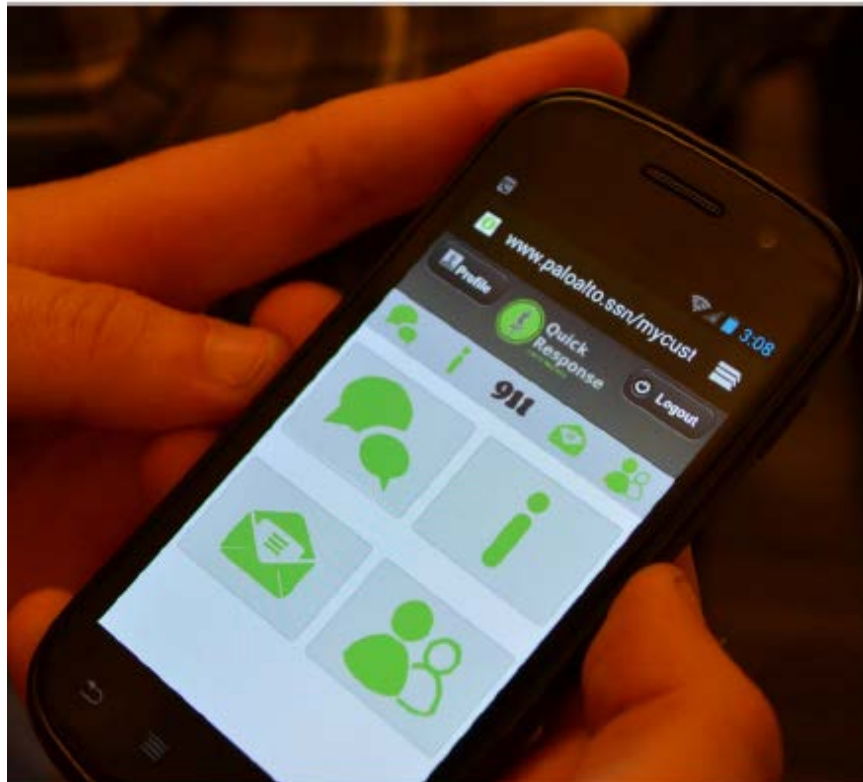
出典: CMU-SV⁷⁵

- **次世代緊急作戦センター (Next-Generation Emergency Operations Center)**: CMU-SV は、NASA ARC から 18 フィートのトレーラー 2 台を譲り受け、その中に可動式緊急対応センターを設置した。トレーラーでは、屋根に取り付けたソーラーパネルで発電した電力を利用して、特殊な低消費電力ハードウェアを起動し、WiFi と無線メッシュ・ネットワーク経由で情報を送受信したり、COP などのシステムを稼動する。同プロジェクトでは、車両重量の減量、信頼性向上、省電力化を可能とするために、ソフトウェアとハードウェアの緊密な統合が要求される。

⁷⁵ <http://www.cmu.edu/silicon-valley/dmi/research/projects/incident-aide/index.html>

- **存続可能なソーシャル・ネットワーク(Survivable Social Network:SSN)**: このプロジェクトでは、緊急警報の配信手段として、また、市民に主要リソースを提供したり、さらに市民が助けを必要とする人を発見したり、隣人に助けを求めたりできるようにする手段として利用できる、コミュニティ向けソーシャルネットワーキングプラットフォームを開発している。同プラットフォームは、極めて信頼度の高い設計が施され、ネットワークに常時接続していなくても操作可能となっている。また、同プラットフォームは、サンタクララ郡と周辺コミュニティ向けに緊急通信および情報システムの構築を目指す、シリコンバレー回復ネットワーク(Silicon Valley Resilient Network)と呼ばれる地域イニシアチブの一環として、試験的に配備されている(下図表 22 参照)。

図表 22: 存続可能なソーシャル・ネットワークのプロトタイプ・アプリケーション



出典:CMU-SV⁷⁶

- **セマンティック・ジオタギング(Semantic Geotagging)**: 災害対応調整における課題のひとつは、様々な場所やソースから抽出され、しかも精度が不明なことの

⁷⁶ www.ptc.org/ptc13/images/papers/upload/PTC13_Griss_Martin_PPS.pdf の 9 番目のスライドを参照

多い大量の情報を、理解し、取り入れることである。このプロジェクトでは、現場の人間から送られてくるショートメッセージ(インスタント・メッセージ、SMS、その他テキストなど)を受け取り、それに地理位置情報コード、情報の脈絡、想定される返信の種類といった知的メタデータを追加するシステムを開発している。受信情報は、テーマ、位置、緊急度、求められる行動、その他の役立つ分野別に自動的に分類される。

<資金源>

CMUは、DMIによって調達される資金規模を公開していない。DMIの研究者は、大学からの資金に加え、連邦政府からも助成金を受け取っている。例えば、セマンティック・ジオタギング・プロジェクトは、陸軍研究室(Army Research Office)からも資金援助を受けている。

また、DMIは、提携組織からも資金を調達している。DMIの提携組織は、参加条件を定めた覚書(MOU)をCMU-SVと締結している。提携組織は以下3つのレベルに分類される。

- 参加者(Participant)：年間5,000万ドルをDMIに寄付、または、スタッフの稼働を年間100時間提供。
- 貢献者(Contributor)：年間1万ドルの寄付。そのうち半分までは、設備や施設など「現物支給」が認められる。
- 理事会(Board)：年間最高10万ドルを寄付。

また、覚書には、参加条件のほか、提携組織がDMIで参加するプロジェクトの範囲、また、規定の年間寄付に加え、特定のプロジェクトに直接出資する際の手段などが記載される。

<組織構成と参加機関>

DMIの責任者はGriss教授であるが、実際の取りまとめには10人未満の教員陣と研究者から成るチームも関与している。また、CMU-SVの修士号課程や博士号課程に在籍する学生も、研究助手として支援にあたっている。さらに、特定の授業を受けている学生たちも、DMIプロジェクトに貢献している。例えば、上述の「インシデント支援システム」プロジェクトでは、ソフトウェア・エンジニアリング・プログラムの要件管理(Requirements Management)クラスの学生たちが収集・分析したシステム要件を基にシステムが設計された。

また、DMIの参加組織には、以下が含まれる。

- ゴールデン・ゲート安全ネットワーク(Golden Gate Safety Network)：州と地域の

初動要員による連合で、カリフォルニア緊急管理局 (California Emergency Management Agency) が管理する。

- 協業科学とアプリケーション・センター (Center for Collaboration Science and Applications : CCSA) : 共同研究を強化する技術に焦点を当てた研究所で、CMU-SV、NASA ARC、ロッキード・マーチン (Lockheed Martin) が参加している。
- ツウィキ (TWiki, Inc.) : ツイッター (Twitter) にウィキ (Wiki) インターフェースを統合するソーシャル・メディア関連の新興企業。
- ワイヤレス・コミュニケーション・アライアンス (Wireless Communications Alliance) : 司法機関と初動要員にモバイル緊急通信機器を提供するハードウェア・ベンダーの業界団体。
- クリアワイヤー (Clearwire) : ワイマックス (WiMAX) ネットワーク事業者
- エアシップ・アース (AEC: Airship Earth Corporation) : 偵察、監視、ビデオ・アプリケーションのための無人軽飛行機を開発する新興企業。
- テックネット (TechNet) : シリコンバレー企業を代表し、ロビー活動や資金集めを行う非営利団体。
- ジョイント・ベンチャー・シリコンバレー・ネットワーク (Joint Venture-Silicon Valley Network) : コミュニティを拠点とする官民フォーラムで、シリコンバレーの企業や政府機関が地元の公共政策問題を共同調整する場となっている。

3.3.5. NSF—効果的災害管理支援のための IT 適用に関するグローバル研究 (Global Research on Applying IT to Support Effective Disaster Management)

<背景>

NSF の「仮想研究所を横断する科学 (Science Across Virtual Institutes : SAVI)」プログラムは、米国研究者と他国機関との長期的な共同研究を管理、支援するフレームワーク構築を目指すイニシアチブである。SAVI が助成する共同研究の目的を以下に示す。

- NSF 支援分野の最前線にいる、科学、技術、工学、数学 (STEM: Science, Technology, Engineering, and Mathematics) 研究者／教育者による共同研究を支援する。
- NSF が助成する米国研究者で、共通の関心を持ち、互いに補完し合える者同士のネットワーキングを活性化し、首尾一貫した研究チームの形成、および仮想研究所の設立を促す。
- NSF が助成する研究センター／研究所 (仮想と現実の両方) と、同等の外国機関の間で STEM 研究と教育パートナーシップを促進する。

- 学生、博士課程修了者、若手教員に、海外で研究体験を得る機会を提供し、長期的な国際共同研究につなげる。
- NSF と、他国における NSF 同格の STEM 研究助成組織とのつながりを、お互いの基礎研究と人材育成への投資を通じて強化する。

2012 年 7 月、NSF のコンピューティングおよび情報科学エンジニアリング局 (Computing and Information Sciences and Engineering Directorate) は、災害管理に注目した、新たな SAVI である「効果的災害管理支援のための IT 適用に関する世界的研究 (Global Research on Applying IT to Support Effective Disaster Management: GRAIT-DM)」の設立を発表した。NSF による提案要請書の要約には、GRAIT-DM の支援内容として以下が示されている。

災害管理の様々な側面で活動する多くの研究者によって共有される、環境センサーと情報ネットワークから抽出される大型データセットの収集。この仮想研究所は、ビッグデータ生産者 (例、センサー・ネットワーク研究者)、ビッグデータ消費者 (例、災害管理研究者)、そしてビッグデータ生産者を消費者へとつなぐビッグデータ・マネージャー (例、データ分析研究者) を引き込むことにより、情報技術アプリケーションのグローバルな研究を推進する⁷⁷。

GRAIT-DM は、災害管理と対応研究の実施を目指す日米政府間の初期交渉をもとに進められている。2011 年、NSF は、東北地方太平洋沖地震と津波、そして原発事故の影響をさまざまな角度から研究を行うために、米国研究者に約 20 の RAPID 助成金 78 を提供した。2012 年には、将来の災害に備え、同様の共同作業を支援する高次フレームワークについて議論するため、NSF の Subra Suresh 長官が東京を訪れた。

NSF は 2012 年 6 月 8 日、災害予防、軽減、管理に焦点を当てた共同研究課題の策定について、日本の文部科学省と暫定契約を締結したことを発表した。両者の話し合いで特に関心が高かった主要テーマを以下に示す。

- 確率的災害発生予測モデルなどのアプリケーションを用いた分析、モデル化、そして計算能力の向上を目的とする、災害から得られたビッグデータの活用
- 一刻を争う意思決定に不可欠リアルタイム・データ検知、視覚化、分析、実験、そして予測を可能にする、情報技術の回復力と対応力の向上

⁷⁷ http://www.nsf.gov/awardsearch/showAward?AWD_ID=1250260

⁷⁸ RAPID 助成金は、データ収集が一刻を争う状況、特にデータが刻々と変化したり、イベントの後に消滅してしまったりするような災害時の研究を対象に助成金を与えるために、特別な迅速承認プロセスを採用した NSF の助成メカニズム。

- 回復力と持続性を備えた公共インフラと分散インフラ・ネットワークのための、基礎知識とイノベーションの促進
- ビッグデータの取得と、人、社会、経済、環境面を含む人的・社会的・世界的規模での災害準備と対応の幅広い知識の向上
- 複数分野の専門知識、エンドユーザーからのインプット、そして緊急対応コミュニティにおけるすべての関連ソースからのビッグデータの統合

また、GRAIT-DM の注力分野には以下が含まれる。

- 一刻を争う意思決定に不可欠リアルタイム・データ検知と分析を可能にする情報技術の回復力と対応力の向上
- 回復力と持続性を備えた公共インフラと分散インフラ・ネットワークのための、基礎知識とイノベーションの促進
- ビッグデータの取得と、人的・社会的・世界的規模での災害準備と対応の幅広い知識の向上

<研究分野とプロジェクト>

GRAIT-DM は、研究資金を提供したり、プロジェクトを直接支援するのではなく、共同研究を推進する役目を果たす。GRAIT-DM の提案要請書によれば、同イニシアチブの活動には以下が含まれる。

- 日本と米国におけるコミュニティ構築ワークショップ
- アウトリーチと研究報告書の出版
- 大学院生向けのサマースクールや若手研究者向け交換プログラムなどの教育活動
- データへのアクセスを可能にし、さらにコミュニティによるソフトウェア・ツール利用をサポートするウェブ・ポータル

なお、GRAIT-DM は、正式な研究テーマをまだ発表しておらず、助成対象のプロジェクトも未公開となっている。

<資金源>

GRAIT-DM のための最初の SAVI 助成金は 30 万ドルで、その大半は GRAIT-DM のウェブサイト構築と企画会議に充てられる。日本の文部科学省側でも、GRAIT-DM に従事する日本の研究者に対し、同様の額の助成金を用意していると思われる。この資金は予備的研究助成金として分類されている。つまり、この資金が、予備的な概念研究に利用されると意図されている。GRAIT-DM が正式に活動を開始すれば、資金は増額されると

見られる。

<組織構成と参加機関>

GRAIT-DM で米国側活動を率いる主要研究員は、ジョージア工科大学 (Georgia Institute of Technology) コンピューティング・カレッジのソフトウェア学部の教授、Calton Pu 博士である。Pu 博士の研究分野は、分散コンピューティング、インターネット・データ管理、オペレーティング・システムである。一方、日本側の代表者は、東京大学の喜連川優博士である。

また、GRAIT-DM の創立メンバー (founding member) であり、その活動を支援する大学研究者を以下に挙げる。各研究者は、日本の研究者と共同研究するプロジェクトを提案する予定である。

図表 23: GRAIT-DM 創設メンバー

大学名	研究者名
デンバー大学 (University of Denver)	Anneliese Andrews
テキサス大学ダラス校 (University of Texas, Dallas)	Farokh Bastani
南カロライナ大学、ミシガン州立大学 (University of South Carolina, Michigan State University)	John Besley
テキサス A&M 大学 (Texas A&M University)	James Caverlee
	Robin Murphy
ユタ州立大学 (Utah State University)	Yangquan Chen
カリフォルニア大学バークレー校 (University of California Berkeley)	Trevor Darrell
フロリダ大学 (University of Florida)	Jose Fortes
バージニア工科大学 (Virginia Tech)	Edward Fox
レンセラー工科大学 ニューヨーク (Rensselaer Polytechnic University, New York)	Jose Holquin-Veras
ハワイ大学 (University of Hawaii)	Bruce Houghton
	Gregory Moore
デラウェア大学 (University of Delaware)	James Kendra
ペンシルバニア大学 (University of Pennsylvania)	R. Vijay Kumar
ジョージア工科大学 (Georgia Institute of Technology)	Eva K.Y. Lee
カリフォルニア大学アーバイン校 (University of California Irvine)	Gloria Mark

出典: GRAIT-SM – SAVI⁷⁹

⁷⁹ <https://grait-dm.gatech.edu/people/savi-founding-members/>