戦略的創造研究推進事業 -CRESTタイプー

研究領域 「先進的統合センシング技術」

研究領域事後評価用資料

平成25年3月8日

目次

1. 7	研究領域の概要	1
(1))戦略目標	1
(2))研究領域	2
(3))研究総括	9
(4))採択課題・研究費	4
	研究領域および研究総括の選定について	
3. 7	研究総括のねらい	6
4. 7	研究課題の選考について	8
5. 1	領域アドバイザーについて	g
6. 7	研究領域の運営について	10
7. 7	研究を実施した結果と所見	15
8. 7	総合所見	30

1. 研究領域の概要

(1) 戦略目標

「安全・安心な社会を実現するための先進的統合センシング技術の創出」

具体的な達成目標

自然災害や人為的作用など社会の安全・安心を脅かす危険や脅威に対する迅速かつ的確な対応を可能とするため、センサデバイス、情報処理・ネットワーク技術の各技術分野及びそれらを統合した技術開発により、危険物・有害物質や、ビル・橋など建造物の異常等を高感度・高精度に検知し、その情報を迅速に伝達することが可能な先進的統合センシング技術を創出する。

● 目標設定の背景及び社会経済上の要請

近年、犯罪・テロ等の増加といった社会の安全・安心を脅かす危険や脅威が顕在化してきている状況を受け、これらに対応するための科学技術への社会的関心が高まっている。その中にあって、センシング技術は、セキュリティの確保のみならず、環境計測、社会インフラの安全確保(トンネルや橋梁のモニタリング、工場事故の防止、等)など多くの分野での活用が見込まれており、大規模災害への対応にも重要な役割を期待できることから、将来にわたり安全・安心な社会を維持するための技術基盤となるものである。

特に、異常を早期に検知し、その情報を迅速に伝達する統合センシング技術を確立することで、迅速かつ的確な対応をとることが可能となり、被害を大幅に軽減することが期待できる。例えば、危険物・有害物質を高感度・高精度に検知し、その情報を迅速に伝達する技術を確立することにより、危険物・有害物質を用いた犯罪・テロ、環境汚染等の発生を迅速に把握し、的確な対応を講じることが可能となる。また、建造物の劣化や異常等を高感度・高精度に検知し、その情報を迅速に伝達する技術を確立することにより、災害・事故発生時の建造物の被害状況を迅速に把握し、的確な対策を講じることが可能となる。

異常を迅速に検知するためのセンシング技術は、産学官の有識者による安全・安心な社会の構築のための科学技術に関する検討において、多くの安全・安心を脅かす要因の解決に資する共通基盤として取組むべき重点課題として示されている(「安全・安心な社会の構築に関する科学技術政策に関する懇談会」報告書)。また、内閣府総合科学技術会議の「平成17年度科学技術に関する予算、人材等の資源配分方針」(平成16年5月26日決定)においても、強化すべき取り組みとして、テロ(NBC(核・生物・化学)等)の脅威や、過密都市圏等における災害脆弱性の増大等への対策が、また、社会基盤分野の重点領域として、有害危険物質の検知・除染技術や、社会基盤を適切に維持・管理するための対策が挙げられている。このような状況を踏まえ、現在、各省庁においても安全・安心な社会を構築するための科学技術の取組が進んでおり、関係省庁間における将来的な連携についても検討しているところである。

一方、海外においては、これまでに、米国が国内30都市に生物剤を検知するセンサを 組込んだポストの設置や、鉄道(特に地下鉄)において有害化学物質等を検知するセンサ システムの設置を進める等、社会における安全確保のためのセンサの研究開発及び標準化・実装を国主導で進めている。EUでは、欧州レベルでのセキュリティに関する研究開発への取組を抜本的に強化すべく議論が進められ、2007年に欧州セキュリティ研究プログラムを創設することが検討されている。日米間においても、安全・安心な社会の構築に資するためのセンシング技術に係る基礎研究分野の協力が実施されている。

このように国際的な競争と協調が展開されようとしている状況において、統合センシング技術の研究開発を早急に開始し、新技術シーズを創出することは、我が国にとって喫緊の課題である。

● 目標設定の科学的裏付け

統合センシング技術の創出には、センサデバイス、情報処理・ネットワーク技術の各技 術分野及びそれらを統合した技術開発が必要である。

危険物・有害物質、ビルや橋など建造物の劣化や異常等を高感度、高精度に検知するセンサデバイスに関しては、バイオセンサ、ナノセンサ、化学センサ、光ファイバセンサ、アレイセンサ、MEMS(Micro Electro Mechanical System)等のセンサにおいて、高感度化、高精度化、小型化等の技術課題の克服に向けた研究を行う必要がある。

情報処理・ネットワーク技術に関しては、情報を的確に処理し迅速に伝達することを可能とするために必要な、センサからの多様な情報から異常を検出するための統合的な情報処理技術や、瞬時に双方向で大量のデータのやりとりができるリアルタイム通信路等のネットワーク技術の研究開発を、センサデバイスの開発と統合して行う必要がある。

将来にわたり安全・安心な社会を維持していくためには、今後発生するであろうさまざまな脅威や危険に対応するために不可欠な新技術シーズの創出を、持続的な研究開発を行うことで図る必要がある。特に、本戦略目標で推進しようとしている、異常を早期に検知し的確に情報を伝達するための統合センシング技術は、従来技術の組み合わせだけでは困難であり、新技術シーズの創出が不可欠な領域である

(2) 研究領域

「先進的統合センシング技術」(平成17年度発足)

本研究領域は、自然災害や人為的作用など社会の安全・安心を脅かす危険や脅威を早期かつ的確に検知し、その情報を迅速に伝達する統合センシング技術を創出することを目指す研究を対象としている。

具体的には、危険物・有害物質や、ビル・橋などの人工物・建造物の劣化・異常の検知や人間のバイタルサインの検知など、人間環境や人工環境、または自然環境の状態を検知する高感度・ワイヤレス・超小型の革新的なセンサ技術、ネットワーク異常発生時や災害時などにもデータ伝送を保証するネットワーク技術、センサからの多様なデータを解釈し、異常検知・迅速な対応・処置を提示する情報処理技術に関する研究などを対象としている。さらに、個別要素技術の組み合わせにより、検知の感度・精度・選択性の飛躍的な向上を

実現する技術、情報処理・ネットワーク技術にブレークスルーをもたらすセンサ・ネット ワーク・システム技術、一体的なシステムを実現する技術などを目指した研究などを含ん でいる。

(3) 研究総括

板生 清(東京理科大学専門職大学院 イノベーション研究科 教授)

(4) 採択課題・研究費

(百万円)

採択年度	研究代表者	研究終了時の所属・役職	研究課題	研究費*)
	石田 誠	豊橋技術科学大学工学部 教授	社会の安全・安心に貢献するユビキタス集積化マイクロセンサの開発	3 7 6
	車谷 浩一	産業技術総合研究所情報技術研究部門 グループ長	安全と利便性を両立した空間見守りシステム	3 5 4
平成	佐藤 知正	東京大学大学院情報理工学系研究科 教授	安心・安全のための移動体センシング技術	6 0 4
17年度	都甲 潔	九州大学大学院システム情報科学研究院・教授	セキュリティ用途向け超高感度匂いセンサの開発	3 0 2
	西田 佳史	産業技術総合研究所デジタルヒューマン研究センタ チーム長	事故予防のための日常行動センシングおよび計算論の基盤技術	2 6 6
	安田 二朗	科学警察研究所・法科学第一部 室長	全自動モバイル型生物剤センシングシステム	2 4 3
	伊藤 寿浩	(独) 産業技術総合研究所集積マイクロシステム研究センター	安心安全のためのアニマルウォッチセンサの開発	5 0 5
		副センター長		
平成	徐 超男	(独)産業技術総合研究所生産計測技術研究センター チーム長	応力発光体を用いた安全管理ネットワークシステムの創出	3 4 9
18年度	戸辺 義人	東京電機大学未来科学部 教授	実世界検索に向けたネットーワークセンシング基盤ソフトウェア OSOITE	3 4 6
	山中 一司	東北大学未来科学技術共同研究センター 教授	多種類の危険・有毒ガスに対する携帯型高感度ガスセンサシステム	4 0 0
	藤野 陽三	東京大学大学院工学系研究科 教授	都市基盤の災害事故リスクの監視とマネジメント	3 4 7
	東野 輝夫	大阪大学大学院情報科学研究科 教授	災害時救命救急支援を目指した人間情報センシングシステム	276
平成	本田 学	国立精神・神経医療研究センター神経研究所 部長	脳に安全な情報環境をつくるウェアラブル基幹脳機能統合センシングシス	3 4 1
. , , ,			テム	
19年度	前田 太郎	大阪大学大学院情報科学研究科 教授	パラサイトヒューマンネットによる五感情報通信と環境センシング・行動誘導	402
	山田 一郎	東京大学大学院工学系研究科 教授	生体環境情報処理基盤の開発とメタボリック症候群対策への応用	275
			総研究費	5,383

^{*)} 各研究課題とも5年間の執行総額

研究費については、当初の計画値に対し、新たな知見に基づく有効な新規取り組みや状況変化に伴う研究加速などに対して研究費追加による支援を行なうことを基本としている。本研究領域では、社会実装による社会への成果還元を重視しており、社会実装に繋がる実証実験には、特に配慮した。重点配分趣旨の例を以下に示す。

(1)佐藤チーム:

人の生活行動、自動車・家電などの機械の稼動、その利用者の行動などのふるまい情報を計 測・蓄積し、それからふるまいの特徴パターンを抽出し、日常生活に密接に関わる安全安心に役 立つ情報に結びつける統合センシング技術が、生活、自動車、物流の分野でニーズが明確な応 用イメージがあり、早期社会実装を狙う目的で重点配分を行った。

(2)伊藤チーム:

人獣共通感染症である鳥インフルエンザ対策の社会的重要性が高まっており、早期に応用可能なレベルに研究を深耕する必要がある。このため、実機による実験、感染動物における病態変化の解析は欠かせないため、研究費の重点配分を行うと共に平成 20 年度から茨城県畜産センターグループを新たにチームに加え、大規模鶏舎での実証実験を伴う研究加速に配慮した。

(3)徐チーム:

研究期間中、応力発光の捕捉および伝送のための有線・無線ネットワークそれぞれのセンサ・ノードを開発した。安全管理ネットワークシステムを実装するには、実証実験を通じて安定性・信頼性の改良を行い、十分実用に耐えられるように完成させる必要がある。早期の社会実装を狙う目的で、配分を実施した。

(4) 本田チーム:

ウェアブル基幹脳機能統合センシングシステムを社会実装するため、日常生活空間で簡便に使用できることを最終目的とし、臨床用意匠の検討を進めてきた中で、実用化に向けて有効性が極めて高いと考えられる静電容量結合型電極による電気生理計測法が発表された。本方式は、日常生活空間で簡便に脳波のみならず心電、眼電、筋電などあらゆる電気生理計測を行うウェアラブル技術の究極の基盤技術と成りえるものであるため、早急に実装にあたり想定される課題を確認・克服し、社会実装を加速させる目的で配分を行った。

2. 研究領域および研究総括の選定について

研究領域の選定

以下のような検討結果に基づいて本研究領域が選定された。

本研究領域は、今後発生するであろうさまざまな脅威や危険に対して、迅速かつ的確な対応をとることを可能とする先進的なセンサ技術、ネットワーク技術、情報処理技術等の要素技術を組み込んだ統合センシング技術の創出を目指した研究を対象とする。ここでの「統合」は、単なる個別要素技術の組み合わせにとどまらず、検知感度の飛躍的向上や従来技術にブレークスルーをもたらす新技術の創出を対象とする研究を期待している。また、安全・安心な社会の実現を確保するための科学技術を指向した研究を推進するよう設定されており、将来にわたり安全・安心な社会を維持していくための新技術シーズの創出を目指す戦略目標の達成に向けて適切に設定されている。なお、センサ・ネットワーク・情報処理と多岐にわたった要素技術を対象とし、多様な研究者の組み合わせによる応募が期待されるよう設定されており、優れた研究提案が多数見込まれる。

研究総括の選定

以下のような検討結果に基づいて研究総括が選定された。

板生清氏は、企業において現在のDVDの原型となった光ディスク等の精密工学分野における最先端の研究開発および国際標準化活動に携わり、光ディスクの実用化および情報通信システムへの世界初の導入に貢献してきた。また、大学教員としてマイクロメカトロニクス分野等において微小センサの基本技術となったマイクロカンチレバーの設計法や光エネルギーによるマイクロセンサの駆動法、レーザ光センサ素子による変位計測システム、生体センサによるバイタルサイン検出システムおよび環境モニタリング用携帯端末のフィージビリティ研究など幅広い分野で研究成果をあげており、本研究領域について先見性・洞察力を有していると見られる。

現在、精密工学会長、研究開発型NPO法人の理事長などを歴任しており、安全・安心という目的を指向し、複数の技術分野にまたがる研究を総合的に推進する本研究領域について、適切なマネジメントを行う経験・能力を有していると見られる。さらに、日本学術会議専門委員会委員長、国際機械機構理論学会(IFToMM)メカトロニクス技術委員長などを歴任している。これらを総合すると、関連分野の研究者から信頼され、公平な評価を行いうると見られる。

3. 研究総括のねらい

国の科学技術基本計画において指摘されているように、犯罪・テロ等の増加や社会の安全・安心を脅かす危険や脅威の顕在化に対応可能な科学技術への社会的関心が高まっている。その重要性は、一昨年前に発生した東日本大震災による大規模な災害により、更に強

く指摘されている。

センシング技術はこれらに的確に応える基盤になり得る技術であり、セキュリティの確保や環境計測、社会インフラの安全確保、大規模災害の予防・減災等への活用に重要な役割を果たし、社会的なインパクトを与える技術として期待されている。さらに人間が保有・発信する様々な情報を把握・分析・活用することにより、人の健康や快適性など安全・安心な国民生活に役立たせることも期待できる。

本研究領域は、このような社会的なニーズと技術シーズをマッチングさせるべく、国の資金を有効に使って、その成果を社会に還元することを目標とした。従って、本領域では、戦略目標である安全・安心な社会の実現に向けて、ただ理論のみに傾くことなく、現実的で具体的な安全・安心システムを描いて着実に段階的にシステム化を進めてゆくのに役立つ、より具体的な研究開発を狙った。そのため、ニーズをもつ人・組織、シーズをもつ人・組織、これを機器・システムとして実現できる人・組織の連携を重視した研究開発により、世の中で現実に必要なニーズに結び付く成果を具体的な形で社会実装し、社会に還元することを期待した。

具体的には、国家的な重点課題となっているテロ(NBC(核・生物・化学)等)の脅威や、過密都市圏等における災害脆弱性の増大等への対策や有害危険物質の検知・除染技術、社会基盤を適切に維持・管理するための対策、さらには人間や動植物が保有・発信する様々な情報を把握・分析・活用することによる健康や快適生活、汚染・感染対策など安全・安心な国民生活に役立たせるセンシング技術とその統合化による、科学技術、国民生活、社会・経済への貢献を目標とした。

4. 研究課題の選考について

選考に際しては、研究の狙い、新規性、独創性、研究計画、研究実施体制などの項目に 優れていることは当然として、本研究領域では、社会のニーズに的確に対応し、具体的な 形で社会に役立ち、社会貢献することを重視した。

その観点から、

- ① 技術として安全・安心な社会実現に役立つ分野である。
- ② 実現に際し、様々な技術の融合技術をベースとしたセンシング技術の創成が見込まれる。
- ③ ただ理論のみに傾くことなく、現実的な安全・安心システムへの展開を志向している。
- ④ 領域全体として幅広い分野で成果が出せる。

を念頭に入れた選考を基本方針とし、さらに研究総括の狙いでも示した、社会的ニーズと技術シーズのマッチングを重視し、ニーズをもつ人・組織、シーズをもつ人・組織、これを機器・システムとして実現できる人・組織との積極的な連携に対応できることにも留意して選考した。

この結果、

- 1) 平成 17 年度は82件の応募があり、そのうち13件について面接審査を行い、自然環境モニタリング、人工環境モニタリング、情報セキュリティ、知的交通システム (ITS)、食品流通のトレーサビリティ、健康・医療システムに着目、それらにハード関係の共通基盤技術を加え、空間見守りシステム分野、ヒューマンインタフェイス分野、超高感度においセンシングシステム分野、人間の福祉向上分野、バイオテロ分野、集積化マイクロセンサ分野の提案6件を採択した。
- 2) 平成 18 年度は、4 8 件の応募があり、そのうち1 1 件について面接審査を行い、前年度採択課題のカバー分野を勘案し、構造物の劣化・損傷・診断、食の安全、人体の安全、自然災害システムに着目、それらにソフトウェア関係の共通基盤技術を加え、鳥インフルエンザからの食品の安全分野、配管構造物の劣化・亀裂などを検知する人工構造物の安全分野、過密化が進む都市基盤の安全分野、独創性に優れた技術を用いた携帯型の有害・有毒ガスからの安全分野、センシングネットワーク基盤ソフト分野の提案 5 件を採択した。
- 3) 平成 19 年度は、42件の応募があり、そのうち8件について面接審査を行い、前2年間の採択課題のカバー分野を勘案し、特に人の健康・医療・福祉に着目した人間情報システムに着目、人の五感情報通信と環境センシングと行動誘導分野、脳に安全な情報環境を作る基幹脳統合センシング分野、災害時救命救急支援を目指した人間情報センシング分野、生体・環境情報処理基盤とメタボリック症候群対策への応用分野の提案4件を採択した。

この結果下記の通り、人間系、自然系、人工系にハード・ソフト基盤をカバーし、それらの成果を安全・安心な社会の実現に役立たせ、社会実装により大きな社会還元が期待できる課題が採択出来たと考えている。

研究課題選考結果

センサ応用分野		お用分野	研究課題名	研究代表者
			脳に安全な情報環境をつくるウェアラブル基幹 脳機能統合センシングシステム	本田 学 部長 国立精神・神経センター
		人間 ヘルスケア	生体・情報環境処理基盤の開発とメタボリック症候群対策への応用	山田 一郎 教授 東京大学大学院
			パラサイトヒューマンネットによる五感情報通信 と環境センシング・行動誘導	前田 太郎 教授 大阪大学大学院
	人間系		災害時救命救急支援を目指した人間情報セン シングシステム	東野 輝夫 教授 大阪大学大学院
		人間 行動なび	安全と利便性を両立した空間見守りシステム	車谷 浩一 研究グループ長 (独)産業技術総合研究所
応用			安全・安心のための移動体センシング技術	佐藤 知正 教授 東京大学大学院
技術開発			事故予防のための日常行動センシングおよび 計算論の基盤技術	西田 佳史 チーム長 (独)産業技術総合研究所
101100	自然系	動植物 ヘルスケア	安全・安心のためのアニマルウォッチセンサの 開発	伊藤 寿浩 グループ長 (独)産業技術総合研究所
	人工系	構造物 ヘルスケア	応力発光体を用いた安全管理ネットワークシス テムの創出	徐 超男 研究チーム長 (独)産業技術総合研究所
			都市基盤の災害事故リスクの監視とマネジメント	藤野 陽三 教授 東京大学大学院
			セキュリティ用途向け超高感度匂いセンサシス テムの開発	都甲 潔 教授 九州大学大学院
		危険物 センシング	全自動モバイル型生物剤センシングシステム	安田 二朗 室長 科学警察研究所
			多種類の危険・有害ガスに対する携帯型高感 度ガスセンサシステム	山中 一司 教授 東北大学
	基盤	ミドルウエア	実世界検索に向けたネットワークセンシング基盤ソフトウェア OSOITE	戸辺 義人 教授 東京電機大学
技術	行開発	マイクロセン サ	社会の安全・安心に貢献するユビキタス集積化 マイクロセンサの開発	石田 誠 教授 豊橋技術科学大学

5. 領域アドバイザーについて

領域アドバイザーは、本研究領域に密接に関連する専門分野のセンサ、無線通信、ネットワーク、情報処理の技術に先見性や洞察力を有し、優れた研究実績及び省庁等の各種委員会や学会等で主導的に活躍されている方々の中から専門分野、産官学、所属地域、経験年数などのバランスに留意して選定した。

産業界から三菱エンジニアリング(㈱尾形仁士社友(当初、三菱電機(㈱取締役開発本部長)、特定研究機関から(独)産業技術総合研究所前田龍太郎センター長(当初、上席研究員)、技術と経済の専門家として東京大学前田章特任教授(当初、京都大学准教授)にお願いするとともに、各アドバイザーからは、それぞれの課題の研究に対する評価・助言、さらには大所高所から的確なアドバイスを頂いた。

領域アドバイザー 名	現在の所属	役職	任期
青山 友紀	慶應義塾大学	教授	平成 17 年 6 月~平成 25 年 3 月
梅津 光生	早稲田大学	教授	平成 17 年 6 月~平成 23 年 3 月

尾形 仁士	三菱電機エンジニアリング(株)	社友	平成 17 年 6 月~平成 25 年 3 月
金出 武雄	カーネギーメロン大学	教授	平成 17 年 6 月~平成 25 年 3 月
岸野 文郎	関西学院大学	教授	平成 17 年 6 月~平成 25 年 3 月
	(前大阪大学)		
高木幹雄(注1)	芝浦工業大学	教授	平成 17 年 6 月~平成 18 年 2 月
谷江和雄(注2)	首都大学東京	教授	平成 17 年 6 月~平成 19 年 6 月
徳田 英幸	慶應義塾大学	教授	平成 17 年 6 月~平成 25 年 3 月
保立 和夫	東京大学	教授	平成 17 年 6 月~平成 25 年 3 月
前田 章	東京大学	特任教	平成 17 年 6 月~平成 25 年 3 月
		授	
前田 龍太郎	産業技術総合研究所集	センター	平成 17 年 6 月~平成 25 年 3 月
	積マイクロシステム研	長	
	究センター		
森泉豊榮 (注 3)	東京工業大学	名誉教	平成 17 年 6 月~平成 22 年 2 月
		授	

- (注1) 平成18年ご逝去、所属・役職はご逝去当時
- (注2) 平成19年ご逝去、所属・役職はご逝去当時
- (注3) 平成22年ご逝去

6. 研究領域の運営について

(1) 運営方針

本研究領域では、社会実装による社会への成果還元を重視しており、本研究領域の最終目標として「15研究チーム全てが成果を、より具体的な形で社会実装に結び付けること」を重要な運営方針として研究領域運営を行ってきた。

具体的活動としては、年次計画書、年次報告書のレビュー、サイトビジット、評価会、 公開シンポジウム、個別ヒヤリングなどを通じて行なっており、その中で研究課題の方向 付けや進捗状況、成果達成の見通しなどを随時チェックし、指導や助言を行なってきた。

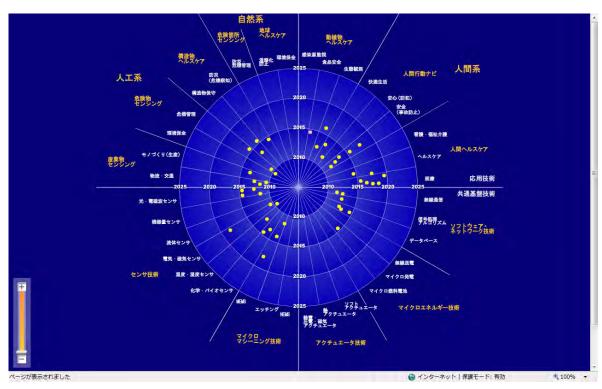
(2) バーチャルラボとしての活動

バーチャルラボとしては、課題間の連携を重視し、チーム間の情報共有、成果やノウハウの活用などによるシナジー効果を狙った。具体的には、統合センシングデータベースの構築や技術と研究出口のアドバイス、公開シンポジウム等において推進した。また、チーム毎に割り当てた2名の領域アドバイザーは、サイトビジットの際にも同行する等、頻繁に特許・技術アドバイスを実施したり、総括と進捗状況について共有する等、常に総括と共同で研究の方向性をチェックした。

統合センシングデータベースの構築

研究チーム間の相互情報共有及び外部への情報発信手段として、「統合センシングデータベースの構築」を企画し、センシング関係者全員で作り上げるデータベース構築を目標に取り組んだ。

本データベースは「安全・安心のための統合センシング技術の可視化」を狙い、本研究 領域全研究チームの技術情報およびその周辺技術を、分かり易くかつ要求度に応じて深 く・詳細に検索可能なデータベースである。下記に統合センシングデータベースのトップ 画面を示す。



統合センシングデータベースのトップ画面

公開シンポジウム

主として企業、大学、研究機関の研究者を対象に早期に本研究領域の研究内容や成果を公開・発信すること、研究チーム間の情報共有、外部への周知、外部と意見交換による研究チェックなどを目的として、最初の中間評価時期の平成 20 年より、年に1回の割合で公開シンポジウムを開催した。平成 20 年は JST 東京本部地下ホール、平成 21 年以降は東京大学一条ホールにて毎年開催し、各プロジェクトの中間・事後評価会もこれに併行して実施した。総括は、シンポジウムのみならずその後の交流会においても、例えば藤野研究代表者と徐研究代表者が連携して、構造物の安全性に対するセンシング技術の研究を進めていく議論の場を設ける等、代表者や担当者が、効果的に連携できるように頻繁に指導・助言を実施し、チーム間の連携を促進した。最終年度となった昨年 11 月開催のシンポジウム

では、既に終了した17年度、18年度プロジェクトの研究代表者が一同に揃い、領域アドバイザーをモデレータとしてパネルディスカッションを実施し、安全・安心な社会の実現に向けて、当領域のプロジェクトはどのように役立つことができたのか、また今後克服すべき課題は何であるかについて、活発な議論を実施し社会に向けた提言を実施した。

当領域は、安全・安心社会に向けたセンシング技術の社会実装という明確なゴールを設けていることから、大学関係者のみならず、同分野の技術開発に関心をもつ産業界からも多数の参加があった。多くのプロジェクトが、同シンポジウムをきっかけに社会実装に向けて本格的な話し合いを設ける等、学術研究者同士の研究発表・交流の場に止まらず、実用化に向けた共同プロジェクトの第1歩になったことも特筆すべき成果と言える。

・技術と研究出口のアドバイス

中間評価会やサイトビジットにおいては、社会ニーズの十分な把握とそれを反映した研究成果の追求の視点と課題横断的な視点にも留意し、極力研究チーム相互間の意見交換や連携を取り、情報共有しながら進めるよう助言し、領域内でのシナジー効果を狙った。サイトビジットにおいては、研究代表者のみならず、各研究担当者から報告を求め、研究室内の装置、デバイス等を見学し、研究が適正に実施されているかをチェックした。また、社会実装に向けて確実に研究が進められるように、担当者全員と密接な議論を実施し、必要に応じて研究開発の展開や加速に適切なパートナーを紹介した。(具体的な助言・指導の内容については、下記(3)課題の助言・指導を参照)

(3) 課題の指導・助言

サイトビジットや中間評価会および年次計画書・年次報告書のレビューを通じてのフィードバック、個別ヒヤリングなどを通じて、下記に示すような戦略目標達成に向けての指導・助言を行った。

研究課題の指導・助言事項の例

採択年度	研究チーム	指導·助言事項	経過·備考等
	石田チーム	無線給電の研究強化と応用対象の探索	微弱無線給電技術確立、センサとの一体 化、生体(牛)埋め込み応用の評価を実施
H17	車谷チーム	研究ゴールの明確化に向けて実証実験 による研究加速と生体運動見守りシステ ム	横浜ランドマークプラザで測位・ナビ ゲーションと独居高齢者の日常生活にお ける運動の見守りシステムの実証実験実 施
	佐藤チーム	社会的ニーズが大のオンデマンドバス研 究の強化	JST-ASTEP に採択、実用化段階へ 移行

	都甲チーム	利便性に優れた吸い込み法取り組みの 強化	関税中央分析所の実証実験	
	亜田エ /	幼児の安全安心から独居老人の見守り	幼児対応の成果をまとめ、老人ホーム内	
	西田チーム	への成果応用	高齢者行動データ収集蓄積	
	## /	文科省の安全安心プロジェクトへのアプ	文科省安全安心プロジェクトに採用され高	
	安田チーム	ローチ、共同研究企業による製品横展開	度化開発中、製品市販化	
	伊藤チーム	インフルエンザ予兆把握に向けた動物に おけるフィールド実験の強化	大規模実証フィールドにおいて実験	
			福岡朝日橋や大阪鳥飼大橋等にて実験	
	徐チーム	応用検証に向け橋梁やトンネルでの実	実施、目視で確認できない歪応力発光を	
		証実験 	確認。ビルの耐震モニタリングへ応用。	
H18	戸辺チーム	基盤ソフトとしての統合データベースの	要素技術として群馬県館林市で微気象セ	
Піб		強化	ンシング実験中	
	藤野チーム	応用研究に向けて豊洲地区のビルでの	豊洲芝浦工大ビルでセンサの高密度配置	
	膝野ナーム	実証実験	による実データ(東日本大震災時等)収集	
	山中チーム	小型化だけでなく経済化の研究強化	東日本大震災により実験スペースと実験	
			機器の半分を失ったものの、経済化への	
			検討は一定の目処がついた	
	東野チーム	惨事現場だけでなく病院内や救急搬送	順天堂大浦安病院での実証実験	
		車内への応用研究の取組み	順入主八州女娲郎(の夫皿夫歌	
	本田チーム	日常生活中に計測可能なメガネ型脳波	パートナー企業と実現に向けて、実装研	
H19		センサ電極埋め込み研究の強化	究を本格化	
שודו	前田チーム	研究成果の応用ターゲットの絞込み	京大医学部における手技トレーニング教	
			育を始めとする応用技術を確立	
	山田チーム	時間的制約を考えた応用ターゲットへの	東大病院における生活習慣病対策サービ	
		集中	スの開発に集中	

(4)領域中間評価結果について

当領域中間評価においては、戦略目標の達成に向けた達成状況が評価されたが、研究 領域としてのねらいに対する研究成果の達成状況のみならず、科学技術の進歩、およ び社会経済的な効果・効用に資する研究成果という点において、特に優れた成果が得 られているとの評価を得た。また研究領域としての研究マネジメントに関しても、研 究総括の卓越したリーダーシップのもとで、人間系、自然系、人工系およびハードウ ェア・ソフトウェア基盤をカバーしつつ、戦略目標に対応する体制が整えられ、特に 優れているとの評価を得ており、中間評価後も引き続き、センシング技術を活用した 安心安全社会に向けた効果的な研究マネジメントを実施してきた。

中間評価においては、センシングを活用した安心安全な社会の実現に向けて、更に 必要な取り組みとして、以下の5点が助言された。

1. 安全・安心社会実現のためのセンシング技術マップによる俯瞰

センシング技術により安全・安心な社会を実現するための研究開発としては、本研究 領域で取り上げたもの以外にも、多様な対象分野・アプローチ・研究フェーズがあり 得ると思われることから、15 研究課題が揃った中間評価時期において、それらの全体 的な技術マップを描き、俯瞰することが望ましいとの助言であった。

2. 「共通基盤技術」を始めとするコア技術の精査

「共通基盤技術開発」をはじめとして科学技術の進歩に資する大きなブレークスルーを生むコア技術がどれだけ得られているかを精査することが重要であることから、これを従来技術とも比較して明確化することが助言された

3. 研究課題間の連携強化

15 研究課題のなかには類似の基盤技術や共通した利用シーンが想定される研究チーム もあり、これらのチーム間の連携がなされることにより、領域全体の連携強化が図られ、真の意味の統合センシング技術の創出を生み出すことを期待して助言された

4. プライバシマネジメントに関する研究の展開

プライバシマネジメントの研究をしているグループとも連携して、議論を深めること が期待された

5. 社会実装の研究へのフィードバック

社会実装を、単に研究の出口としてだけではなく、むしろ研究のプロセスとして捉えて、それを研究そのものにフィードバックしていくことも重要であることから、その方法論の体系化も今後の研究推進の過程に含めていくことが期待された。

上記に関しては、先に挙げた課題間の連携強化に向けた活動のみならず、例えば佐藤 知正チームにおいて、プライバシマネジメントに関する検討がなされ、研究報告書が作 成される等、5つの点全てについて留意してプログラムが推進されてきた。その中で、 特筆すべき成果といえるのは、先に挙げたセンシング技術マップの作成と、社会実装の 研究へのフィードバックである。

「センシング技術マップ」に関しては、研究領域開始当初より、総括直轄で、センシング領域のデータベースを作成し、アップデートを進めてきた。同データベースの作成によって、本研究領域全研究チームの技術情報およびその周辺技術を、分かり易くかつ要求度に応じて深く・詳細に検索することが可能となり、本研究領域の対象範囲、各研究課題の範囲が明確に位置づけられた。これは、本研究領域のもたらす意義の明確化のみならず、

当センシング技術分野のさらなる進展、また同分野における新たな研究領域設定にも大き く貢献するものと思われる。

また「社会実装研究へのフィードバック」に関しても、総括の頻繁かつ詳細な指導により、15 プロジェクトにおいて幅広く顕著な成果を生み出したということができる。多くのプロジェクトにおいて、工学研究者と医師、土木関係者、民間企業等広範囲に渡るユーザとの多くの実証実験のみならず、実験結果に基づく研究論文が多く発表され、国内外において多くの特許も出願された。これらの成果の重要性は、正に領域中間評価において指摘された点であり、今後更に社会実装の方法論体系化に向けて発展していくことが期待できる。

7. 研究を実施した結果と所見

本研究領域は平成 17 年度に発足後8年目に入り最終年度となった。平成 17 年度採択課題、平成 18 年度採択課題については、既に事後評価を終了し、平成 19 年度採択の4課題は今年度に全て終了見込みである。

本研究領域において研究総括のねらいである「安全・安心な社会の実現に向けて、ただ理論のみに傾くことなく、現実的で具体的な安全・安心システムを描いて着実に段階的にシステム化を進めてゆくのに役立つ、より具体的な研究開発と成果を、より具体的な形で社会実装に結び付けること」に関しては、後述の特筆すべき成果に示すように、製品化や社会実装、別の推進事業プログラムへの継承等の形で、多くの成果が得られている。

プログラム期間中は、JSTが主催する新技術説明会、シーズ報告会(Innovation Bridge)やNEDOとの意見交換会等を通して、実用化に向けて共同研究や研究成果(特許)の技術移転の可能性のある企業に対して、随時情報発信を行なった。更に、各プロジェクトにおいても積極的に社会に向けた情報発信を行っており、これらの社会実装を目指した多くの積極的な活動が、総括が設定した成果につながったといえる。

以下に各チームの研究成果と所見について述べる。

(1) 平成17年度採択チーム

1) 石田チーム:

本チームは、社会の安全・安心に貢献するユビキタスセンサネットワークにおける無線型集積化マイクロセンサ・ノードの実現を目的として、要素技術となるRF回路集積型スマートセンサ形成プロセスの確立、自立発電システムの開発、ならびに、マイクロセンサノードの応用に関する実証実験を行った。最終的に、マイクロセンサのマルチモーダル化技術を開発し、農業分野での生育制御のための土壌中養分管理、畜産分野における乳牛健康管理のための胃(第一胃)の中のモニタリング等、農業・畜産分野に特化したマルチモーダルセンサ等を始めとした、応用分野の用途開発に成功した。更には、エネルギーハーベストによるバッテリーなしの理想的マイクロチップ技術、オンチップアンテナ技術等、未来の理想的スマートマイクロチップの可能性を持った世界初の技術を基に、新たな異分

野融合研究所(豊橋技術科学大学、EIIRIS)を設立し、平成22年度に終了した。

研究成果を基に、豊橋技術科学大学内に新たな研究所(EIIRIS)が設立される等、社会へのインパクトは非常に大きく、重要な成果が得られたと考えられる。今後は、更なる性能向上と、農業や畜産分野以外にも広く活用されるべく、EIIRISを活かして継続して、この研究分野を発展させていくことが望まれる。またそれに伴い、同研究所の活動を通じて、今後は更に充実した人材育成が期待される。

2) 車谷チーム:

本チームは、街角・オフィス・美術館・家庭のような人間の生活空間を見守り、安全と 利便性を同時に達成する空間見守りシステムを実現することを目的とし、最終的に協調ナ ビゲーション・危険状況の検知・緊急時避難計画作成などの安全・安心・利便性提供のた めの情報環境(サービスシステム)を実現するプロジェクトである。人流センシングとシ ミュレーション・情報共有による予測型情報を統合し、社会の共有資源(通路・広場・窓 口・施設等)の利用を円滑化する動的資源割当を行い、携帯情報端末装置への情報配信シ ステムとしての実現に向けた研究を実施し、平成22年度に終了した。

空間における測位システムと生体運動見守りシステムという2つのシステムにおいて、独自性のある研究成果が達成された点、また当初の計画とは異なるものの現場での実証実験を実施した点が評価できる。屋内自律型測位システムは、空間における位置同定法という観点からは様々な応用分野が想定される基盤技術であり、今後の他分野での研究展開にも期待できる。人の位置情報に加えて運動状態をセンシングするシステムは、今後の超高齢者社会を背景に社会的需要が大きく、実用化が期待できる。一方で、大規模な避難誘導システムの社会実装までは到達しなかった。携帯情報端末による避難誘導情報の提示システムが、現状の法令等によって定められている人による避難誘導への追加的システムという位置付けであり、携帯情報端末による避難誘導援助の有効性が社会的にまだ充分認知されていないのが原因と思われる。今後の実用化の過程において、大規模な避難誘導を実現するシステムとして利用される展開を期待したい。

3) 佐藤チーム:

本チームは、生活・人と物の流れ・自動車分野における移動体に着目し、1)自動車・家電などの機械の稼動や利用者の行動などのふるまい情報を計測・蓄積し、その特徴やくせを抽出する統合センシング技術、2)この情報に基づいて個別適合したサービスを可能とする技術を確立するプロジェクトであり、個性をもつ個人や個別状況に対応した、きめ細かな安全・安心サービスの実現を狙った。研究体制としては、生活、自動車、人とモノの流れを扱う3つの班と、それらに共通する法倫理とデータベースを扱う総括班により研究を実施した。いずれの班も、センシング、データ蓄積、特徴抽出、サービス創出のスキームで各テーマ間の連携をとりつつ研究を進め、平成22年度に終了した。

生活分野では異変検知のアルゴリズムの開発による成果をあげ、人の移動履歴データか

ら生活パターンを自動推定し、高齢者異常検知に適用し、北陸の独居高齢家庭での実証実験(数百日)で有効性が確認された。更に社会実装に向けてのサービス創出と実用化に向けて、実証実験を進めた。自動車分野では、運転行動パターンの自動推定から異常運転を検知するアルゴリズムを開発、運転診断付きドライブレコーダの社会実装を目指してタクシー会社を巻き込んだ都内公道での実証実験により実用性を検証した。

また、人とモノの流れ班における利用者が好きな時間にバスを予約でき、約束した時間を守って運行するオンデマンド型の交通システム実現を支援する「オンデマンドバス」の研究は、柏市や堺市(大阪府. 電気バス利用)、茅野市(長野県. Bio-Diesel Fuel バス利用)他、合計6地域で実証実験を行い、システムが普遍的に利用可能なことを確認した。この技術はJSTの A-STEP (中小ベンチャー)に応募・採択され、実用化フェーズに継承され、国民生活・社会・経済の発展への貢献が期待されている。同研究は、今後の社会において人間情報を人工物がいかに理解するかという点が重要になることを考えると、「人間と人工物とのインターフェースの高度化研究」の基礎を築いたといえる。

4) 西田チーム:

本チームは、ユビキタス技術・インターネット技術を活用した人間センシング技術、大規模な人間行動蓄積データの処理技術、人間行動の計算論を統合し、個々の人の「現在の状態」から「一歩先の状態」を観察するセンシング基盤技術の確立を目指した。ここでの技術成果を、社会システムとして乳幼児・高齢者の事故予防分野へ応用し、事故予防のためのセンシングおよび「日常の知の体系」を創造するための具体的な方法論を提示することを目標とした。具体的には、保育園と共同で子どもの日常行動データ、国立成育医療センターと共同で事故事例を収集(9,025件)し、身体地図機能を有する事故情報のWeb 公開や事故予防に関し北九州市や横浜市の公園遊具の改善、国交省の遊具の安全基準改定などに貢献している。検討にあたっては製品分類コード(JICFS)の利用や指標を作り、標準化の取り組みも行なっている。これらの活動は NHK スペシャルや新聞などでしばしば報道され、成果は WHO の国際会議で発表するなど社会的認知度は高い。当研究は、センシング技術やモデリング技術の個々の要素技術を開発するだけでなく、これらの開発技術に基づく新たな傷害予防の方法論「傷害予防工学」の体系化を行っており、高く評価された。今後は更に人間全体に研究対象を広げることが期待される。

5) 都甲チーム:

本チームは、爆発物、薬物などの危機から被害を未然に防ぐためのセンサの実現に向けて、爆薬物等の目的分子と選択的に結合する抗体及び鋳型分子認識膜を、表面プラズモン共鳴センサ及び表面分極型センサと組み合わせ、イヌの鼻の感度を超える ppt (parts per trillion) レベルの検出感度を有する超高感度匂いセンサシステムの開発を目指した。空港・鉄道等のセキュリティ、警察での爆発物探知等への応用のみならず、食品や水の品質管理

も含め、安全・安心な社会の実現への貢献を狙っている。

検査物質の収集方法には「拭き取り法」と「吸い込み法」がある。まず、「拭き取り法」によるコンパクトな計測装置の試作に成功し、千葉県の財務省関税中央分析所において税関との実証実験を実施した。科学警察研究所からの知見に基づき、爆薬付着状況を作成し、爆薬のサンプリングから検出までを1分以内で達成することができた。また、吸い込み法における、気相から液相へのTNTの濃縮にも成功し、濃縮管、ヒーター、マスフローコントローラー、ポンプ等から構成されるサンプリング装置の試作も行った。しかし、サンプリングに約8分を要しており、実用化に向けて、濃縮時間の短縮と濃縮効率の向上を図ると共に、現場における実証試験を繰り返すことが課題となった。

6) 安田チーム:

近年、生物剤を用いた犯罪・テロが国民の安全・安心を脅かす大きな脅威となっている。 本チームは、そのような事案の発生に対し、迅速な検知・同定・情報伝達により被害の最小化を目指し、研究は平成 20 年に終了した。

本プロジェクトでは、現場で生物剤の存在が疑われる試料を携行型の検知機器に適用することにより、その場で多項目の生物剤についてその存否を迅速に検知・同定かつ情報通信できる世界に先駆けた先進的統合センシングシステムを開発、「小型生物剤検知システム」として製品化され、テロ対策用として警察庁に導入された。現在、防衛省や内閣府からも引き合いがある。研究開発から民間企業と連携し、製品化に成功、安全・安心社会の実現に向けて実際に警察庁に活用されている点は、特筆すべき成果である。

本研究成果は生物剤に限定することなく、他の分野・用途(食品の衛生検査、法微生物学鑑定など)にも応用可能であり、また文部科学省の安全安心プロジェクトにおいて、さらなる高度化に採用されるなど、安全・安心に向けた社会実現への貢献は大きい。

(2) 平成 18 年度採択チーム

7) 伊藤チーム:

本チームは、動物の健康状態をモニタする無線センサ端末と、動物集団の健康管理を行うアニマルウォッチセンサネットの開発を目指したプロジェクトであり、特に、パンデミック対策として、鳥インフルエンザ発生の早期発見システムへの応用に主眼をおいた小型・軽量・フレキシブル・メンテナンスフリーなセンサ端末を、超低消費電力 MEMS センサとフィルムシステム実装技術により実現することで、人への感染防止等、人類の健康確保と食の安全・安心の確保に資することを目的として、平成 24 年に終了した。

本研究は、①鶏インフルエンザの拡散を防止するために小型のアニマルウォッチセンサを開発し、②鶏のビヘイビアを観察、③センシングシステムを構築、④インフルエンザの 予兆を把握すると言う流れの手順で進められた。養鶏場モニタリングシステムの開発や茨 城県畜産センターにおける大規模な鶏舎での実証実験を通して、動物、特に鶏のインフル エンザ感染前後のビヘイビアについての重要な項目を鳥の動き(加速度および鳥の体温) に絞り込んだ点は高く評価できる。今後、現場ニーズに関し、畜産関係者の知恵や経験を 聞き取り、工学の技術を駆使して、ユーザである畜産関係者が使いこなせるツールを開発 する必要がある。

8) 徐チーム:

本チームは、力学的エネルギーを直接、光エネルギーに変換し、その微粒子一つ一つがセンサ素子として機能する応力発光体によって、ごく微細な異常を広範囲にわたって検出可能なセンサデバイスの開発を目指した。このデバイスを使用してトンネルなどの構造物に対するリアルタイム応力異常検出・応力履歴記録システムを開発し、更にこれらをネットワーク化して危険兆候を包括的に早期検知する安全管理システムを創出する方向性を明確に示して、平成 24 年に終了した。

応力発光塗膜センサの発光特性データベースの構築、応力異常検出システムの構築に最適化した光センシング方式の開発、微小亀裂発生検出システムの構築、光記録システムの検証と最適化の技術開発を行い、「リアルタイム応力異常検出システム」および「応力履歴記録システム」の創出と実構造物での実証試験が並行して進められた。実構造物(橋梁)での実証試験は築50年で交通量の多い福岡県朝倉郡の朝日橋等において実施され、車両通過に伴うひび割れ変位量に応じた目視では確認できない応力発光データが得られ、実用化のための基礎的準備は整ったといえる。

9) 戸辺チーム:

本チームは、携帯型端末を有したユーザに対して、平常時および非常時の両面で「実世界検索」オーバーレイセンサネットワークにより都市生活における安全・安心な行動支援のためのミドルウエアソフト基盤の提供を目的とした。実時間センシング情報を含んだ複数の異種類のデータベースに対する情報検索を可能にし、検索時に高次処理により有意情報を抽出し、ユーザにバックエンド支援警報、安心ナビゲーション等の容易な提供を目指した。

具体的には、分散センサデータベース機構と柔軟かつ記述性の高い検索インタフェースを構築するために、異種センサデータ統合用内部データ構造や実世界検索入力インタフェース、Web からの実世界情報取得機能、物理センシング・不審者検出情報生成機能、ナビゲーション支援機能等の開発を行なった。社会実装に向けた取り組みとしては、これら成果をベースに微気象センシングの技術を群馬県館林市において適用し、気象協会、自治体、企業と連携して、熱中症対策や快適ナビゲーションサービスを実施した点が評価できる。一方、統合イメージの詰めは不足しており、本ソフト基盤のユーザが有効に利用できる最終提供イメージを描いて他の研究チームなどからも利用できるような完成度をめざすことを課題として、平成24年に終了した。

10)藤野チーム:

本チームは、建物群や交通施設などの都市基盤構造物にかかわるハザードと脆弱性をモニタする広域センサネットワークを構築し、事故・災害リスクを定量化・可視化する実用性の高いシステムの実現を目指した。個別技術に関しては、センシング技術を中心に、センサを含むネットワーク、光を用いた多自由度変位センシング、電磁波による降雨環境センシング、光ファイバ分布センシングについて、4グループがそれぞれ推進し、また実務への展開も検討し、平成24年に終了した。

具体的には、都市基盤のハザード・脆弱度センシングと統合リスク評価に向け、光系センシングおよび電磁気系センシングに関する基盤技術の研究開発を進め、同時にセンサ情報の収集・配送に関するフィールド実験、リスクの統合的な指標の可視化技術の研究が進められた。フィールド実験は豊洲地区の芝浦工大ビルで、センサ(加速度・変位・歪・風速計測など)の高密度配置による実データ収集、健全性監視への適用検討やJR新幹線沿いに侵入者検知用敷設済の漏洩同軸ケーブルを降雨計測への利用実験などがある。特に芝浦工大でのデータ収集は、311東北太平洋地震(M9)による免震構造における揺れが高密度な記録としてとれ、その後の余震も継続的に記録でき、これまでの免震建物の記録として最も貴重なものの一つになると考えられる。これらの成果の結果、内外の評価も高まり、国際会議や国内集会での基調講演の依頼が非常に多くなる等、藤野プロジェクトチームは都市基盤モニタリングの世界拠点とみなされるようになった。2700ページを超える構造へルスモニタリングの世界拠点とみなされるようになった。2700ページを超える構造へルスモニタリング百科事典をヨーロッパ、北米の研究者と藤野研究代表者が編集者となってワイリー出版社から平成21年春に世界で初めて刊行する等、構造物モニタリングに関しては、世界的に非常に高レベルの成果が得られていると言える。

11)山中チーム:

本チームは、多種類の危険・有害ガスを高感度で迅速に検知することにより、日常の安全・安心の確保を目指して、独自考案の球の弾性表面波(SAW)が平行ビームを形成して多重周回する現象を用いて吸着分子による特性の変化を高精度に計測するボールSAWセンサを高度化した。MEMSによるガス分離カラムと組み合わせて環境中の多種類のガスを検知する技術開発とそれを利用した携帯型の高感度センサの開発を目的とし、平成24年に終了した。

最終年度に、東北大震災により機器の甚大な被害が発生したにもかかわらず、(1)結晶球における弾性表面波の蛇行ルートの発見、(2)センサを通過したガスを再利用する室温動作ガスクロマトグラフの開発、およびこれに基づく(3)公的指針の基準濃度以下の多種類ガスの高感度検出という3つの顕著な成果を生み出すことに成功した。これにより手のひらサイズの携帯型ガスクロマトグラフの開発にめどを付け、その社会実装の可能性を検証した。

(3) 平成 19 年度採択チーム

12)東野チーム:

本チームは、地震や列車事故など短時間に多数の傷病者が発生する事故現場において、生体情報センサを介して傷病者の情報を迅速に収集すると共に、無線アドホックネットワークを用いて傷病者の位置や病状変化をリアルタイムで監視・収集し、救命活動を行う関係者にその情報を提示する救命救急医療支援システム開発を実施した。順天堂大学病院や市立堺病院の外来における同システムの運用実験を行うとともに、順天堂大学病院における災害時救命訓練演習を実施し、データ収集、システムの課題改善ならびに有用性の実証を行った。本年度3月に終了予定である。

本研究においては、災害時における救命緊急医療支援への応用以外にも、位置情報技術やトリアージ訓練シミュレータ等の様々な要素技術が開発され、また基盤的研究が広く蓄積されており、多くの社会実装の可能性を有している。

13)本田チーム:

情報環境と脳との不適合によって発生する特異なストレスは、生命活動を制御する基幹 脳 (脳幹・視床下部などからなる生命の基幹的機能を担う脳部位) の機能異常を導き、情動・自律神経系や内分泌・免疫系の不調を介して様々な現代病の原因となる。本研究では、安全・安心な情報環境の創出に資するために、従来の大規模な医療画像装置に代わる、脳波計測を中核とする小型軽量で高確度なウェアラブル基幹脳機能センシング技術を創成し、日常生活空間で簡便に基幹脳の活性状態をモニタできるシステムの開発を目的とした研究を遂行してきた。本年度3月に終了予定である。

脳波と fMRI との同時比較計測により得られた成果は、特に高齢化やうつ病が社会問題化している昨今の状況においては、科学的、技術的に、インパクトが非常に大きい。同成果は、病院での診断・治療等、医療への応用のみならず、健康機器、オフィス環境や車の車内環境等の非常に幅広い空間設計にも応用可能であると考えられ、社会実装面におけるインパクトも大いに期待できる。

14)前田チーム:

本チームは、人間の感覚・運動・生体情報を計測し同時に各種感覚提示による錯覚利用の運動誘導を可能にするウェアラブル技術「パラサイトヒューマン」を用いて、装着者自身をセンサとアクチュエータを備えた双方向機能ノードとしてネットワーク接続し、五感情報通信による協調作業型行動支援や、少数装着者による群衆の移動誘導などにより、安全・安心をより直観的で効果的な行動支援の実現を目指した。本年度3月に終了予定である。

特に中間事業評価後に、新しい「視野合成法」の社会実装に積極的に取り組んだ結果、 京都大学付属病院消化管外科との協力により開発した「腹腔鏡下術技スキルトレーサー"追 いトレ"」を始めとして、社会的に高いインパクトのある応用ケース先を見つけて積極的に 研究開発を進めた。パラサイトヒューマン技術の本質的な部分の応用はこれからであるが、 今後の展開に期待が持てる。

15)山田チーム:

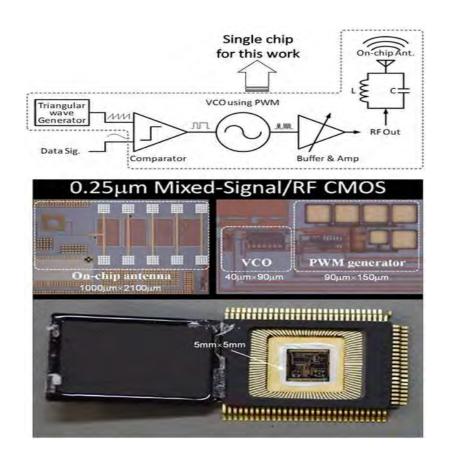
本チームは、日常生活における生体・環境情報を長期間に渡って常時モニタリングでき、個人が自らの生活習慣を振り返ることのできる生体・環境情報処理基盤(人間の日常生活を科学するプラットフォーム)を開発するために、日常生活をモニタリングするセンシングシステムの開発とセンサ情報を加工・処理する基盤ソフトウェアの開発を目指してきた。中間評価以降、実証実験を、東大病院との連携によるヘルスケアサービスの実証実験に絞込み、さらに、ウェアラブル血圧センサを中心に、医学・健康に応用できるような道筋を立て、ヘルスケアサービスとして確実な成果を出すことに成功した。本年度3月に終了予定であるが、当初目標設定したメタボリック症候群対策への応用に向けて、今後は産業界との具体的な連携を進めていくことが期待される。

(4)特筆すべき研究成果

当領域では、全プロジェクトにおいて、学術面における成果のみならず、社会実装に向けた明確な道筋をつけることに成功したことに見られるように、学術研究・社会実装両面において、顕著な成果が生まれている。以下では、その中でも特筆すべき成果を下記に示す。

1)「ユビキタス集積化マイクロセンサ」の研究(石田チーム)

平成 17 年度採択の石田チームによる「ユビキタス集積化マイクロセンサ」の研究では集積化大容量無線発電機構と RF 集積回路が一体化された完全無線動作が可能なマイクロセンサノード素子の開発を行った。世界でまだ実現されていないこれらの技術は未来の理想的スマートマイクロチップの可能性を持った大切なシーズであり、将来の発展が期待される。本研究成果を基に、豊橋技術科学大学内に新たな研究所(EIIRIS)が設立される等、社会へのインパクトは非常に大きく、重要な成果が得られたと考えられる

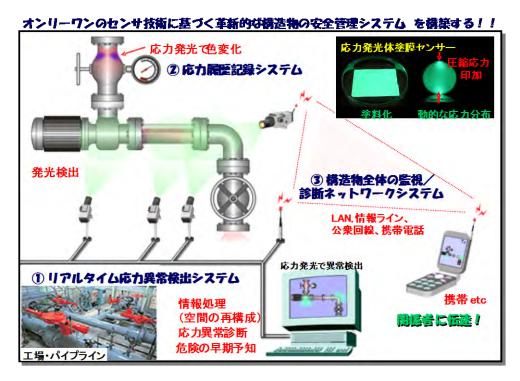


概念図と送信器のブロック図及び試作したチップ

2)「応力発光体を用いた安全管理ネットワークシステム」の研究(徐チーム)

平成 18 年度採択の徐チームの「応力発光体を用いた安全管理ネットワークシステム」の研究は、構造物全体の応力状態を、独自の応力発光デバイスによって包括的に監視し、重大事故につながる破壊や劣化を早期に予知・検出する新安全管理ネットワークシステムを創出した。具体的には、産総研の応力発光技術グループに加え、構造物の異常診断、応力解析の専門家、センサネットワークの開発メーカー、およびトンネル等の構造物安全検査の企業と研究チームを構成し、世界に先駆けて、リアルタイム応力異常検出システム、応力履歴記録システムの開発を行い、これらをネットワークの接続・統合によって包括的な安全管理システムを創出した。さらに、研究チームに加えて、ユーザー企業、学会・行政・試験団体等の協同により、研究成果のセンサシステムの実現場への実証試験および最適化を行った。

本研究では、応力発光というユニークな研究からスタートして、これを社会に実装することを主眼にした研究を開発してきた。応力発光体を活用した構造物の応力分布の可視化に世界に先駆けて成功し、社会から多くの関心を集め、社会実装に必要なシステムの研究を遂行した点は高い評価を得ている。



本研究の成果によるサービスイメージの一例

3)「電子トリアージシステム」の研究(東野チーム)

平成19年度採択の東野チームの「電子トリアージシステム」の研究は、下記に示すように、電子タグを災害現場の傷病者に装着し、時々刻々変化する生体情報を、無線を介してサーバに自動集約し、無線の接続関係の情報から傷病者や医療従事者の位置を推定する技術を開発、これらの情報を利用して関係者間の情報共有や様態監視、位置把握により救急救命活動を支援するものである。

本研究の技術ポイントは、センサデバイス(電子トリアージタグ)の開発と位置推定技術である。電子トリアージタグについては、現場の医師の要求にもとづく、必要最小限のバイタルサイン(「脈拍」、「血中酸素濃度」)に絞り、徹底した省電力化と小型化を実現、位置推定については GPS の使えない地下でも、複数の電子トリアージタグが発する電波の到達性から推定するアルゴリズムを考案し対応した。本研究成果は、事故や災害時の人命救助に貢献するほか救急外来や救急搬送時の的確な医療処置に役立ち、社会的インパクトは大きい。

本研究の実証実験については、昨年の9月「防災の日」に実施し、その模様はNHKテレビ等で「最新技術でトリアージ」として大きく報道された。また研究成果の一部は地下街の避難誘導に向けた取り組みの構成要素に適用される等、社会的に注目される中で実装が進んでいる(地下空間測位・地図表示、救急救命活動支援、防犯見守りへ適用)。

電子トリアージシステムによる災害時救急救命

■ バイタルサインをセンサーネットワークで収集するシステムは存在
■ 傷病者の位置推定や複数の医療関係者への病状変化の通知など、日



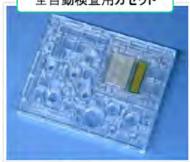
4)「生物剤検知用 DNA チップ」の研究(安田チーム)

平成 17 年度採択の安田チームによる「生物剤検知用 DNA チップ」の研究は「小型生物剤検知システム」として製品化された。テロ対策用として警察庁に導入され、防衛省や内閣府からも引き合いがある。

生物剤遺伝子を核酸増幅させてプローブと反応させ、挿入剤架橋により発生する電流検知型DNAチップを利用する技術は独自性があり、その成果を適用した下記「生物剤全自動検知システム」はユーザニーズに応えた市場競争力の高いものとなっている。また、本研究成果は生物剤に限定することなく、DNAチップを利用した手法として他の分野・用途(食品の衛生検査、法微生物学鑑定など)にも応用可能であり、安全・安心に向けた社会実現への貢献は大きい。

生物剤全自動検知システム

全自動検査用カセット



全自動検査装置



試作機での反応条件

増幅反応 :63℃ 60分 ハイブリタ イセーション反応 :45℃ 15分 洗浄反応 :30℃ 3分

試作した全自動検査用力セットと全自動検査装置

装置は幅252mm、高さ425mm、奥行き506mm、重さ約20kgであり、当初目標としていた<mark>小型・軽量化</mark>(目標:50cm角以内、20kg以内)をほぼ達成している。

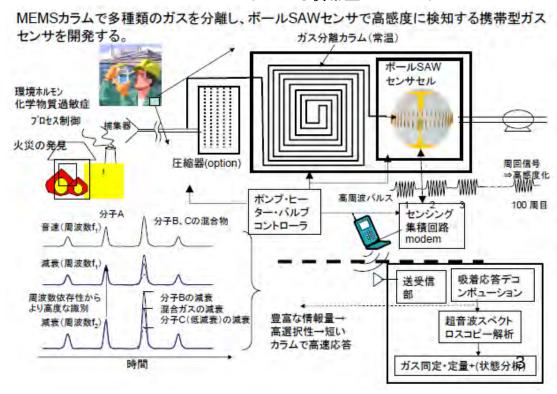
装置本体は、コンピュータとEthernetケーブルで接続されており、コンピュータによって制御されている。コンピュータは無線LAN内蔵であるため情報通信も可能なシステムである。

実際に本物の生物剤を用いた実証実験を行い、高い検出特 異性を確認できた。検出感度は菌数換算で40から4x103個で あり、若干の改良の余地を残している。

5)「携帯型高感度ガスセンサ」の研究(山中チーム)

平成 18 年度採択の山中チームの「携帯型高感度ガスセンサ」の研究は、多種類のガスを同時検知でき、災害現場での毒ガス検知やシックハウス症候群(新築・改築時等の室内空気汚染によるアレルギー症状)の原因物質検出などに向けた実用化への適用が見込まれており、さらに工業分野で天然ガス採掘の計測システムへの適用等の波及効果も見込まれている。

下記に示すように、球の弾性表面波の無回折・多重周回現象に基づくボール SAW (弾性表面波) センサと微小電気機械システム MEMS によるガス分離カラムや周辺部品をシステム化して、多種類の危険・有害ガスに対する「携帯型高感度ガスセンサ」システムを開発、ボール SAW素子の優れた特性による携帯可能な小型のガス検出器を世に先駆けて完成させることを目指した技術は独創的で社会的インパクトがある。今後、量産を目指した製品化対応技術等の進展により幅広い社会実装が期待できる。なお、この技術は平成 20 年度科学技術分野の文部科学大臣表彰科学技術賞(研究部門)を受賞している。



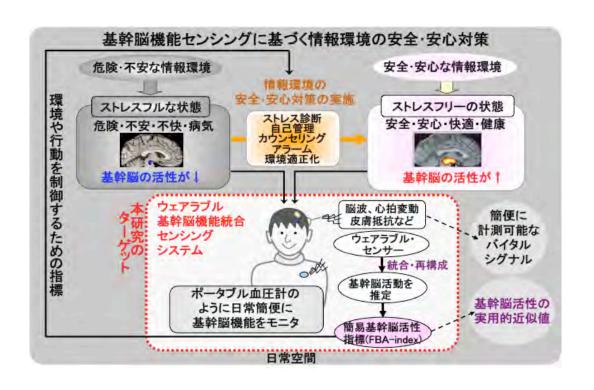
ボール SAW センサによる携帯型ガスセンサ

6)「脳に安全な情報環境をつくるウェアラブル基幹脳機能統合センシングシステム」の研究(本田チーム)

「脳に安全な情報環境をつくるウェアラブル基幹脳機能統合センシングシステム」の研究 では、安全・安心な情報環境の創出に資するために、脳波計測を中核とする小型軽量で高 確度なウェアラブル基幹脳機能センシング技術を創成し、日常生活空間で簡便に基幹脳の 活性状態をモニタできるシステムの開発を目指した。

具体的には、頭皮上の限定された電極から記録されたシグナルをもちいて、ポジトロン断層法または磁気共鳴機能画像といった医療用の大規模画像装置をもちいて計測された基幹脳の活性と相関の高い基幹脳活性指標(Fundamental Brain Activity index: FBA-index)を開発した。更に、生活環境下で取得する脳波から FBA-index を導出するために必要な雑音除去技術および装着の容易なドライ電極に発生する雑音除去技術や、それを組み込んだ 2.4GHz 帯無線伝送用チップをもちいた小型低電力 RF-EEG 送受信モジュールとデータ欠損部分の補完技術を開発、臨床試験用 ES 品として、これらの要素および電源を搭載したスタンドアロン型のウェアラブル脳波センサー(ヘッドバンド型、カチューシャ型)等の開発を通じて、日常生活環境において日常的な活動を妨げることなく、FBA-index の計測が可能なセンサシステムを開発した。

従来病院でしか計測できなかった基幹脳波について、装着性の高い基幹脳モニタリング 手法を開発し、ウェアラブルで計測できる技術開発に成功したことは、非常にユニークで ありかつ、社会への日常生活に大変役立つものである。開発した日常生活で使用できるウ ェアラブル脳波センサーは、臨床実験も実施し、本格的な臨床応用を計画できるまでにな っている。具体的なセンサ・システムを構築し、実証したこと、更にはプロトタイプとし ての成果から始まり、より量産化可能となることを目指した体制を確立したことは、 社会実装への道筋もつけることが出来たという面においても大いに評価することができる。

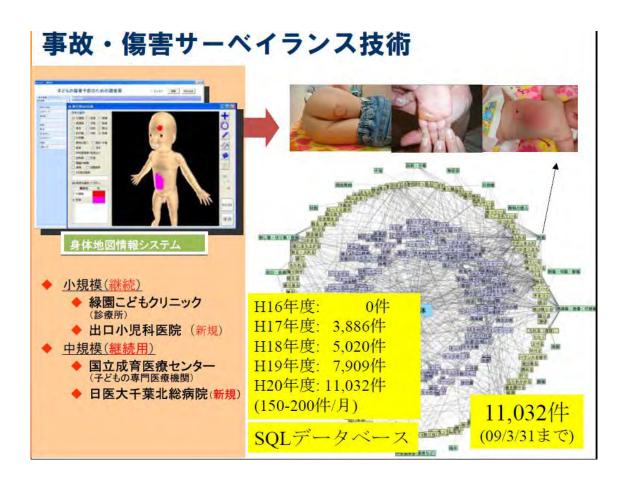


7)「事故・傷害サーベイランス技術」の研究(西田チーム)

平成17年度採択の西田チームの「事故・傷害サーベイランス技術」の研究では、事故予防をターゲットに子供の「日常行動のセンシング」とそれによる「日常生活のモデリング」、及び「事故情報のデータベース」を統合し、事故予防支援サービスの実現を推進した。研究に当たっては子供クリニックや医療機関などの臨床現場との連携や、遊具製品への反映に向けて企業との連携により、社会応用を目指した。

具体的には、子供の事故に関する大量の詳細情報を収集・蓄積し、身体を地図に見立て、事故と傷害箇所に関する情報を表示する下記の「事故・傷害サーベイランス」を開発、Web公開した。さらに日常生活における行動現象や事故現象を表現する様々な言い回しに関する一種の辞書(1500個)を構築し、状態変数の標準化技術の開発や、事故サーベイランスシステムを利用して、各変数の標準化を行い、確率的構造学習・推論手法(ベイジアンネットワーク)用いて、事故と行動の因果構造をモデル化する技術を開発した。

これらの取り組みは、現在においても、WHOや国民生活センター、内閣府などポリシーメーカーとの国際連携、国内連携などを積極的に進めており、NHKスペシャルなどでも取り上げられ、社会的に注目を集めている。また、国際シンポジウムを開催するなど国際的な取り組みも展開している。



8. 総合所見

(1)研究領域と研究総括の選定について 前項2.参照

(2) 研究領域のマネジメントについて

既述のように、「先進的統合センシング技術」研究領域は、単なる個別要素技術の組み合わせに止まらず、検知感度の飛躍的向上や従来技術にブレークスルーをもたらす新技術の創出を目指す研究や、安全・安心な社会の実現を確保するための新しい科学技術を指向した研究を対象としている。これに基づき、課題選考に関しては、理論だけでなく、具体的な形で社会の安全・安心に役立つこと、ニーズとシーズのマッチングが追求できるチームであること、研究領域として幅広い分野をカバーすることを念頭に選考を行い、人間系、自然系、人工系及びハード・ソフト基盤をカバーし、戦略目標に対応できる選考を考えた。

研究領域の運営に関しては、研究チーム相互間での緊密な連係による高い研究成果の追求、物作り局面等での企業との連携や利用者ニーズ反映に向けてユーザを積極的に巻き込むように助言・指導し、関連情報の提供に努めた。さらにより高い研究成果が見込まれるにも拘らず目標達成に必要な研究費用が不足している場合などは総括裁量による研究費増額に心がけ、その効果が得られている。いずれの場合も公式会議以外の対話の機会を多く設けるように努めた。アドバイザーには研究課題対応に数名の担当課題をお願いし、サイトビジットなどに参加、助言をお願いするとともに、公開シンポジウムや評価会では質疑討論などのリードをお願いし、結果的に活発な会合とすることができた。

(3)研究領域としての成果

ライフサイエンス、情報通信、環境、ナノテクノロジー・材料の重点4分野を縦糸とするなら、安全・安心は横糸であって、両者が織りなす技術ウイービング*が将来の社会の重要技術となる。

本研究領域では、どのように安全・安心な社会を実現するかという将来的なサービスイメージを設定し、それを実現するためのブレークスルー技術の創出を目指し、以下のような研究提案を期待してスタートした。

*技術ウイービング:縦糸と横糸が織物を織りなすように、ひとつひとつの技術が他の 技術と絡み合い独特な色を生み、個が失われることなく新しく生み出される技術。第 18期日本学術会議メカトロニクス専門委員会(板生清委員長)の提言書に記載されて いる

1) カテゴリー1:(総合技術)

設定されたサービス(システム)イメージ実現へのキーとなる個別要素技術の研究開発を行なうとともに、その応用プロダクト、且つ/又は、システムの実用化実証までを

目指す研究提案。なお、対象となる安全・安心分野として、特に、構造物の劣化・損傷・ 診断分野、食の安全分野、人体の安全分野、自然災害分野などに着目した提案。

2) カテゴリー2:(要素技術)

安全・安心分野における応用サービスの実現を想定した、独創的・革新的なセンシング技術、及びセンスした情報の効率の良い転送を実現する独創的・革新的無線ネットワーク基盤技術の創出などの要素技術中心の研究提案。

本研究領域が目指す技術の究極は、超小型センサ・情報処理・微弱無線・パワーマネジメントなどの技術融合と、これらの融合技術をベースにしたセンサネットワーク技術を創出することである。研究公募にあたっては、このような究極の形を描き、そこに至るまでのマイルストーンを提案することを周知した。

即ち、本研究領域では、ただ理論のみに傾くことなく、現実的な安全・安心システムを描いて着実に段階的にシステム化を進めてゆく研究の推進を目指すので、そのためにも、研究チーム内にユーザ、実用化担当企業の参画があることが望ましいとした。

その結果、

- ① 安全・安心に関する国家基本技術であるテロ対策技術
- ② 国民生活の安全・安心に関するサービス (システム)
- ③ 安全・安心を実現する要素技術

に関する研究および技術開発が進み、社会への実装の見通しが、多くの課題において可能 となった。

また、それらの研究に関する情報は「統合センシングデータベース」として公開し、その要素技術と結び付いた新たな展開の可能性を提供できつつある。現在においても、随時情報を更新しており、社会への情報発信効果も高い。

(4) 感想、その他

平成17年度に総括を拝命したのち、平成18年3月6日には文部科学省の科学技術政策局内に設置された安全安心科学技術委員会の座長を拝命し、政府としての安全安心政策の立案に参画して今日に到っている。

このような政策の立案の過程で、国家基本技術としてテロ対策技術は文部科学省直轄の安全安心プロジェクト(振興調整費、2011年からは科学技術戦略推進費での支出)で今後強化することとし、国民生活の安全・安心技術は、昨年 JST 社会技術開発センターにて「コミュニティがつなぐ安全・安心な都市・地域の創造」の中で、さらに拡大して扱うこととした。

私が担当した「安全・安心社会を実現する先進的センシング技術」全領域においては、「先進的統合センシング技術」は国民生活の安全・安心、特に、人間の健康、建築物・構造物の健全性に重点化して進めてきた。現在、医療費拡大と高齢化進展の状況から国民の健康

が益々重要になることを見通し、技術の社会実装へ力を振り絞り、安全・安心社会実現の一助となることを目指してきた。その結果、無医村における遠隔医療の推進や都会の独居高齢者の安全・安心の実現のための社会的イノベーションの原動力となるセンシング技術や、建物、橋等の構造物の老朽化や整備不良による事故を避けるために、危険性を事前にキャッチできるセンシング技術等、実際に社会に役立つ具体的な技術が多く生み出された。私の基本方針は、「万物は情報を発信する」である。人間、人工物、地球は、全て情報を発信し続けているが、その情報を人類は全て検知することが出来ないが故に、「想定外」の大地震、大事故として片付けてきた。しかし今後は、何かの予兆を捉えた予知の研究が進展することを期待している。人間、人工物においても、危機管理としてのヘルスケアが重要である。人間も人工物もともに複雑系であるが故に、センシング技術によってヘルスケアが完璧にできるとは考えられない。しかし、一部を覗くことは可能である。それ故に、人間の情報センシングによって、病気の兆候を予測したり、ビル等の建造物の倒壊を予知して、メンテナンスの手を打つなど、センシング技術による効用は、枚挙にいとまがない。

これらの成果は、先進的統合センシング技術領域が作られたことにより生み出されるものである。しかし、センシング技術の発展がもたらす安全・安心社会の実現という目標に対しては、その第一歩を踏み出したにすぎない。実現にあたっては、当領域の目指した学術研究、社会実装両面にバランスのとれた研究を数多く生み出し、センシング技術の体系化、更には社会実装方法論の体系化を目指していくことが必要である。本領域においては、様々な技術において世界的な研究拠点が生み出され、若手研究者も育った。今後一層の発展を期待したい。

以上