

◇研究室便り

「IoT センサ技術を活用した構造物ヘルスケア」 ～電力設備のスマートな管理をめざして～

大阪大学産業科学研究所 教授 関谷 毅

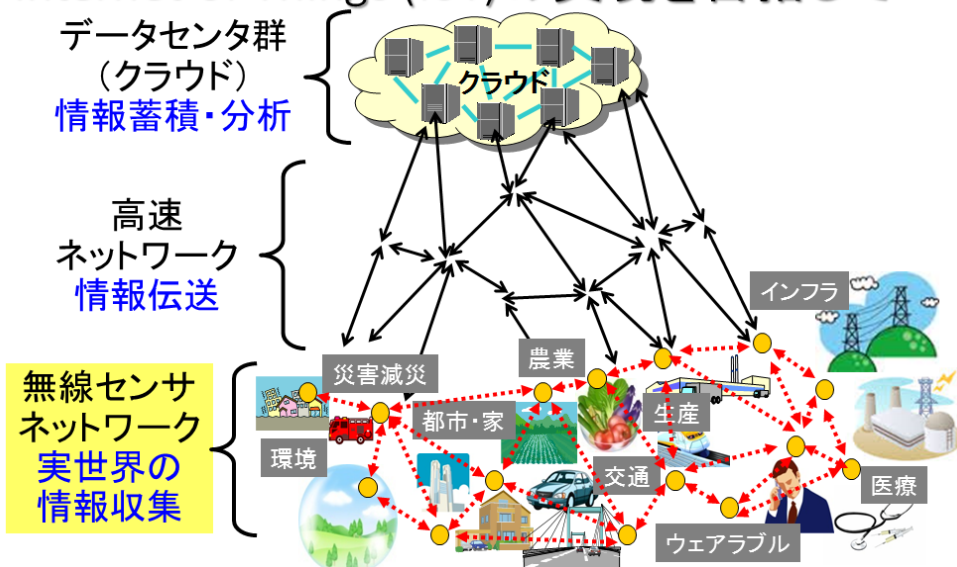
平成 26 年度研究助成（基礎研究）採択（研究期間：平成 27 年 4 月～29 年 3 月予定）

はじめに

我々のグループでは、【印刷技術により作製できる大面積センサ】と【シリコン LSI 技術を用いた超低消費電力情報処理回路、無線通信回路】を集積化することでシート型の構造物モニタリングシステムを開発している。構造物に対して歪みや振動などの物理的情報を“多点で面計測”することで、構造物の状態変化、劣化をワイヤレスで捉えることができる。実際に、公益財団法人 東電記念財団の研究助成のもと、東京電力株式会社、東電設計株式会社と共同研究し、電力設備の保守に適した大面積センサを試作している。今年度中に地中ケーブル坑道（洞道）等へ展開することでその有用性を実証する取り組みを進めている。

近い将来は、電力設備のみならずトンネル内壁、ビル外壁、橋桁、橋脚へ展開することで大規模なインフラの老朽化具合を広い範囲でモニタリングしていく予定である。老朽化する構造物を人手を掛けることなく安全に保守管理していくための基盤技術の構築を目指して進めている。

Internet of Things (IoT)の実現を目指して



**大面積、かつコスト効率の高いセンサネットワークの構築が不可欠
→プリントド、フレキシブルエレクトロニクス技術が有効な手段**

図1：モノのインターネット（Internet of Things: IoT）技術とその課題

研究背景と取り組み

高度経済成長時代から 50 年が経ち、ビル、トンネル、橋桁などの大きなインフラの老朽化が大きな社会問題となっている。老朽化の進行具合は、外見だけでは判断できず、多くの場合、人の手による「打点検査」により検査されている。今後少子高齢化と共にますますインフラの老朽化が進む我が国において、人手をかけたインフラ検査、管理には限界がある。カメラなどを用いた監視システムにより老朽化した部位のおおよその位置は特定できるものの、コンクリートの酸性化に伴う鉄筋の腐食、浸食、これに伴う微小な壁面の歪み、ヒビを“常時計測”することはできない。現在のセンサ技術では、大規模な範囲を“低コストでかつ常時管理”するインフラモニタリングシステムは存在しない。

本研究では、東京電力株式会社、東電設計株式会社と連携し、インフラの中でも社会に大きく展開されている電力設備に焦点をあて、このスマート管理に資するセンサ開発を進めている。本研究では、具体的には大面積性と低コスト性に優れたワイヤレス歪みセンサ、振動センサを開発し、インフラの状況変化（老朽化など）を常時モニタすることで、この有用性を実証する取り組みを進めている。まず始めに、地下の電力配線坑道である洞道の劣化を計測することを目的に、洞道壁面のひずみや振動などの状態計測をシート型のワイヤレス計測装置により計測している。細部に亘る研究は、現在、共同研究で鋭意推進中である。

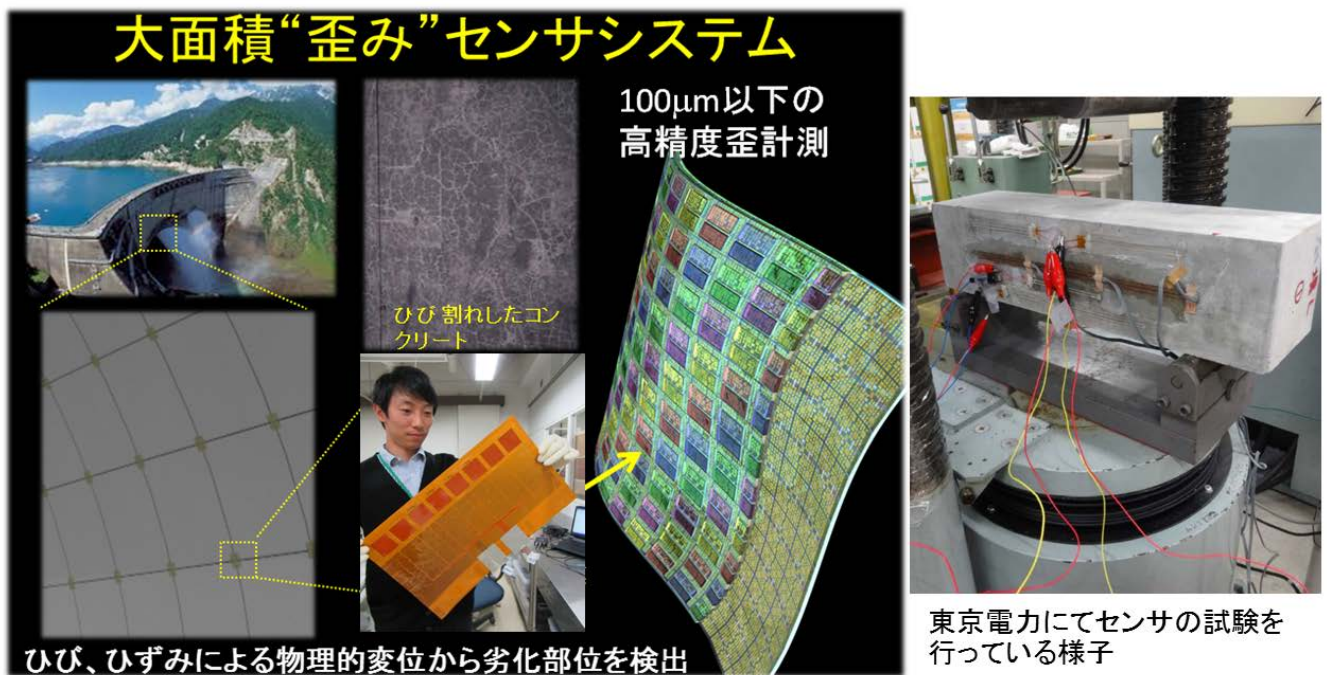


図 2：ワイヤレス構造物センサの構成と計測の様子

研究が社会・産業に与えるインパクト

持続可能社会の考え方が浸透し、省エネ、節電が当たり前の社会において、電力需要が急速に伸びることは考えにくいとされている。さらに、電力の自由化によりコスト競争が激しくなる社

会情勢、65 歳以上が 25%以上の割合を占めるに至った超高齢社会の我が国においては、構造物の保守管理、とりわけ大規模な構造物に位置づけられている電力設備を人手に頼ることなく保守管理を効率的に行うことは極めて重要である。今後、社会インフラの安心安全を追求する上で、既存のコンクリート診断士による打音検査では限界が来る。シート型センサなど、構造物のヘルスケアを行い、補修を行う優先順位を付けていく技術が強く求められている。

実際、「我が国の公共インフラの維持管理」の重要性は枚挙にいとまがない。たとえば国土交通省の調べによれば、公共インフラの維持管理は、2020 年には約 12 兆円、2030 年には 18 兆円近くに達する (H22.8 国土交通省より)。同時に国土交通省は、2060 年までに必要とされるインフラ更新費 190 兆円のうち、センサなどを用いた予防保全の取り組みを行うことで、約 30 兆円が削減できると試算している。但し、これは従来のセンサであり本提案の大面積フレキシブルセンサではない。本研究提案を実施することで、さらなる大幅削減が期待でき、我が国にとっても必要不可欠な研究開発といえる。

本取り組みは、電力設備のスマートな保守にとどまらず、ビル、トンネル、橋桁などの大きなインフラの老朽化の早期発見と早期補修に資する取り組みである。本助成を受けて取り組むシート型センサと、これより得られる構造物のビッグデータ処理、すなわちアルゴリズム (情報の可視化技術) を融合させることで、大きな社会問題となる構造物のヘルスケア技術を創出する。未来の社会が安全安心であり続けるために、IoT 技術を活かした研究開発を続けていく。

謝辞

本研究の取り組みは、公益財団法人 東電記念財団の支援を受けて進められている。さらに東京電力株式会社および東電設計株式会社と緊密に連携し進めている。センサシステムの開発においては大阪大学産業科学研究所の植村隆文特任准教授、荒木徹平助教、吉本秀輔助教および関谷研究室のメンバーとの共同研究によるものである。この場を借りて心から御礼申し上げたい。

参考文献

1. M. Kaltenbrunner, T. Sekitani, et al., *Nature* 499, 458 (2013).
2. M. S. White, T. Sekitani, et al., *Nature Photonics* 7, 811 (2013).
3. M. Kaltenbrunner, T. Sekitani, et al., *Nature Communications* 3, 770 (2012).
4. K. Kuribara, T. Sekitani, et al., *Nature Communications* 3, 723 (2012).
5. T. Sekitani, et al., *Nature Materials* 9, 1015 (2010).
6. T. Sekitani, et al., *Science* 326, 1516 (2009).
7. T. Sekitani, et al., *Nature Materials* 8, 494 (2009).
8. T. Sekitani, et al., *Science* 321, 1468 (2008).
9. T. Sekitani, et al., *Nature Mater.* 6, 413 (2007).
10. T. Sekitani, et al., *アメリカ科学アカデミ紀要 PNAS* 105, 4976 (2008).
11. T. Sekitani, et al., *IEEE Transactions on Electron Devices* 56, 1027 (2009).
12. Y. Kato, T. Sekitani, et al., *IEEE Transactions on Electron Devices* 57, 995 (2010).

◇平成 28 年成果報告会・贈呈式を開催



去る平成 28 年 4 月 20 日、日本工業倶楽部（千代田区丸の内）において、平成 28 年成果報告会・贈呈式を開催いたしました。

成果報告会では、例年通り平成 27 年度基礎研究助成終了代表者による研究成果が発表されました（写真）。専門外の皆様にも分かり易いよう工夫して発表して頂いた結果、ご来賓の皆様にも大変ご好評を

頂きました。

続く贈呈式では、審査委員長・小山二三夫先生による選考評の後、新規採択者（基礎研究・一般研究・奨学生）の皆様、田村滋美理事長・山口学理事から贈呈書が授与され、終了後の懇親会では、過去の基礎研究受給者や新規採択者、また、財団関係者の皆様が和気藹々と交流を図る姿が見られ、お蔭で盛会のうちに終了することが出来ました。

◇平成 27 年度研究助成（基礎研究）終了者

氏名・所属 (敬称略50音順)			研究題目
富士田誠之*	大阪大学	准教授	テラヘルツ波フォトニック結晶と金属微細構造の融合
松井浩明	産業技術総合研究所	主任研究員	産業用イオン加速器を用いた高温超電導線材の高特性化技術の研究
森 昌司*	横浜国立大学	准教授	ぬれ・細孔構造を制御した高機能ハニカム多孔質体による超高熱流束除去への挑戦

※成果発表代表者 2 名

◇平成 27 年度採択実績

平成 27 年度の新規採択総額は、92,600,000 円です。

- ・研究助成（基礎研究）： 7 件 …………… 総額 65,000,000 円
- ・研究助成（一般研究）： 16 件 …………… 総額 16,000,000 円
- ・国際技術交流援助*： 22 件 …………… 総額 3,800,000 円
- ・奨学金給付： 6 件 …………… 総額 7,800,000 円

(※採択後辞退者 1 名により、件数・総額が事業報告書と異なります。)

◇研究助成（基礎研究）採択者

氏名・採択時所属 (敬称略50音順)			研究題目	研究 期間 (年)	助成 総額 (万円)
網代広治	奈良先端科学 技術大学院大 学	特任 准教授	高効率ガスハイドレード防止剤のための高分子合成	3	900
安藤景太	慶應義塾大学	専任 講師	液中レーザー誘起現象における熱力学的散逸の定量 評価のための計測法の開発	2	1,000
大口裕之	東北大学	准教授	室温超伝導への挑戦	2	900
庄司雄哉	東京工業大学	准教授	次世代光信号処理ネットワーク実現に向けた磁性光 メモリの開発	3	1,000
豎 直也	九州大学	准教授	ナノ光技術を活用した高収率光エネルギー変換シー トの開発	3	1,000
塚原剛彦	東京工業大学	准教授	機能性拡張ナノ空間を利用した革新的金属イオン分 析法の開発	3	700
山内悠輔	物質・材料研究 機構	独立 研究者	分子鋳型を活用した新規 Li-ion 電池用負極材料の開 発	2	1,000

◇研究助成（一般研究）採択者

氏名・採択時所属 (敬称略50音順)			研 究 題 目	研究 期間 (年)	助成 総額 (万円)
伊藤靖仁	名古屋大学	准教授	亜鉛電析を伴う固液界面近傍における現象解明と電 析制御	1	100
稲田優貴	埼玉大学	助教	電子密度可視化センサと可変型インパルス電圧発生 器を用いた放電活性種の生成機構解明	2	100
今榮一郎	広島大学	准教授	アルコキシチオフェンを部分的に含むオリゴ／ポリ チオフェンの熱電変換材料への応用	1	100

氏名・採択時所属 (敬称略50音順)			研究題目	研究 期間 (年)	助成 総額 (万円)
鵜野将年	茨城大学	准教授	再生エネルギーシステムにおいて複数台コンバータの一体化を可能とするマルチポートコンバータの開発	1	100
遠藤洋史	富山県立大学	講師	相分離型カーボンナノシートによるフレキシブル微細リンクル配線技術の確立	1	100
大塚朋廣	理化学研究所	特別 研究員	高速量子ドットプローブによる固体微細構造中局所電子状態の評価手法の研究	1	100
岡本浩明	山口大学	准教授	有機ゲル電解質への応用を目的とした非プロトン性有機ゲル化剤の開発	1	100
荻原陽平	東京理科大学	助教	バイオマス資源のシラン還元剤によるファインケミストリーへの利用	1	100
久保田繁	山形大学	准教授	屈折率3次元ナノ制御による有機薄膜太陽電池の光反射防止技術	1	100
櫻井庸明	京都大学	助教	熱力学的に安定な電子ドナー・アクセプター分離積層ナノ構造の構築と光電子材料への応用	1	100
當摩哲也	金沢大学	准教授	繰り返し交互吸着法による溶液からのペロブスカイト太陽電池の作製	2	100
竹岡裕子	上智大学	准教授	有機無機ペロブスカイト太陽電池材料の多様化技術と安価プロセスの開発	1	100
中山雅晴	山口大学	教授	カーボンの湿式改質技術に基づく高性能ウェアラブルスーパーキャパシタの開発	1	100
林 宏暢	奈良先端科学技術大学院大学	特任 助教	エッジ修飾グラフェンナノリボンの創成と機能開拓	1	100
増田貴史	北陸先端科学技術大学院大学	助教	n型液体 SiC および塗布型 SiC 薄膜の研究開発	1	100
元垣内 敦司	三重大学	准教授	植物工場での植物栽培に適した分光放射照度スペクトルを有する LED 光源の開発	1	100

◇国際技術交流援助採択者

氏名・採択時所属 (敬称略50音順)			渡航件名 (上期)	渡航先	援助額 (万円)
大谷祐貴	大阪大学	修士2年	第8回 BNCT 国際会議	イタリア (パドヴァ)	20
木内祐樹	慶應義塾大学	修士1年	光 MEMS とナノフォトニクス	イスラエル (エルサレム)	20
平等雅巳	福井大学	博士後期 課程1年	GLOBAL 2015	フランス (パリ)	20
高木 謙一郎	大阪府立大学	博士後期 課程3年	13th European Conference on Molecular Electronics	フランス (ストラスブール)	20
田嶋元紀	名古屋工業大 学	博士後期 課程2年	エネルギー変換に関する会議	カナダ (モントリオール)	20
鄭 進宇	東京大学	博士後期 課程1年	環太平洋国際化学会議	アメリカ (ホノルル)	10
徳光政弘	米子工業高等 専門学校	助教	第19回知識ベース・知能情報工学システムに 関する国際会議	シンガポール (シンガポール 市)	10
外山亜郎	東京理科大学	修士1年	第22回ヨーロッパ低重力学会シンポジウム	ギリシャ (アテネ)	20
長尾祐樹	北陸先端科学 技術大学院大 学	准教授	第5回機能性物質とデバイスに関する国際会 議	マレーシア (ジョホール州)	10
福間 恵	香川大学	修士1年	VTC2015-秋	アメリカ (ボストン)	20
BOSSARD Antoine	神奈川大学	助教	第31回計算機とその応用に関する国際会議	アメリカ (ラスベガス)	20
真栄城 正寿	北海道大学	特別 研究員	アジア/環太平洋化学工学国際会議	オーストラリア (メルボルン)	15
三輪 修一郎	北海道大学	助教	原子炉熱流動国際会議	アメリカ (シカゴ)	20

氏名・採択時所属 (敬称略50音順)			渡航件名 (上期)	渡航先	援助額 (万円)
山内聡子	名古屋工業大学	修士2年	第16回流体力学国際会議	ハンガリー (ブダペスト)	20
八巻和宏	宇都宮大学	助教	2015年超伝導の物質と機構に関する国際会議	スイス (ジュネーブ)	20
米澤 輝	東京理科大学	修士2年	第37回 IEEE 生体医工学国際会議	イタリア (ミラノ)	20
氏名・採択時所属 (敬称略50音順)			渡航件名 (下期)	渡航先	援助額 (万円)
池澤佑太	東京大学	修士1年	29th International Electric Vehicle Symposium	カナダ (モントリオール)	20
小川 雅	横浜国立大学	助教	第10回残留応力に関する国際会議	オーストラリア (シドニー)	15
昆盛太郎	産業技術総合研究所	主任 研究員	精密電磁気計測会議	カナダ (オタワ)	20
常安翔太	千葉大学	博士後期 課程1年	2016年電気化学秋季大会	アメリカ (ハワイ)	10
中野元博	奈良先端科学 技術大学院大学	博士後期 課程1年	第17回ナノチューブ科学と応用に関する国際 会議	オーストリア (ウィーン)	20
朴 鍾湜	東京工業大学	助教	マイクロ化学とマイクロシステムに関する国 際シンポジウム	中国 (香港)	10

◇奨学生採択者

氏名 (敬称略50音順)	所 属 (給付開始時)	月額 (万円)	給付 期間 (月数)
阿部晃大	長岡技術科学大学大学院エネルギー・環境工学専攻 博士後期課程2年	5	24

氏名 (敬称略50音順)	所 属 (給付開始時)	月額 (万円)	給付 期間 (月数)
梶原大河	熊本大学大学院自然科学研究科 博士後期課程 2 年	5	24
齋藤勇士	北海道大学大学院工学院機械宇宙工学専攻 博士後期課程 1 年	5	36
進藤怜史	東北大学大学院知能デバイス材料学専攻 博士後期課程 2 年	5	24
滝口雄貴	東京工業大学大学院理工学研究科電子物理工学専攻 博士後期課程 2 年	5	24
吉永祐貴	東京大学大学院新領域創成科学研究科人間環境学専攻 博士後期課程 2 年	5	24

◇平成 28 年度募集

平成 28 年度の募集は、残すところ国際技術交流援助下期のみとなりました。募集スケジュールは、以下のとおりです。詳しくは、ホームページをご覧ください。

種 別	対 象	申込締切日
国際技術交流援助下期 (渡航・滞在)	研究成果発表や打ち合わせ等に伴う 海外渡航・研究滞在	平成 29 年 1 月 31 日(火)

※平成 28 年度基礎研究は、平成 28 年 9 月末日をもって応募締切となり、国際技術交流援助上期・研究助成(一般研究)・奨学金給付の募集は、既に終了しております。

過 去 助 成 実 績				
年 度	研究助成 (基礎研究)	研究助成 (一般研究)	国際技術 交流援助	奨学金 給付
昭和 61～平成 22 年度	1 4 7	5 5	6 1 1	2 2 4
平成 23 年度	7	1 6	1 5	4
平成 24 年度	4	1 2	2 0	4
平成 25 年度	5	1 3	2 3	5
平成 26 年度	5	1 5	2 0	5
平成 27 年度	7	1 6	2 2	6
合 計	1 7 5 件	1 2 7 件	7 1 1 件	2 4 8 件

◇役員・評議員・審査委員

(平成 28 年 9 月現在・50 音順)

理事長	田村 滋美	元(社)関東電気協会会長
常務理事	原 築志	(公財)東電記念財団(常勤)
理事	小原 實	慶應義塾大学名誉教授
	西澤 俊夫	元東京電力(株)
	藤嶋 昭	東京理科大学学長
	三島 良直	東京工業大学学長
	山口 学	(株)関電工取締役会長
	横山 明彦	東京大学大学院教授
監事	埴 章次	元東京電力(株)副社長
	水嶋 利夫	元新日本有限責任監査法人理事長
評議員	伊賀 健一	前東京工業大学学長・東京工業大学名誉教授
	茅 陽一	(公財)地球環境産業技術研究機構理事長・東京大学名誉教授
	庄山 悦彦	(株)日立製作所名誉相談役
	白土 良一	(一財)エネルギー総合工学研究所理事長
	正田 英介	(公財)鉄道総合技術研究所会長・東京大学名誉教授
	榊本 晃章	(一社)日本動力協会会長
	三浦 宏文	工学院大学顧問・東京大学名誉教授
審査委員長	小山二三夫	東京工業大学科学技術創成研究院未来産業技術研究所長教授
審査委員	石山 敦士	早稲田大学理工学術院先進理工学部電気・情報生命工学科教授
	小田 哲治	東京大学名誉教授
	篠崎 和夫	東京工業大学大学院理工学研究科材料工学専攻教授
	鈴木 啓介	東京工業大学大学院理工学研究科化学専攻教授
	瀬川 浩司	東京大学先端科学技術研究センター附属産学連携新エネルギー研究施設長教授
	原 辰次	東京大学大学院情報理工学系研究科システム情報学専攻教授
	菱田 公一	慶応義塾大学理工学部システムデザイン工学科総合デザイン工学専攻教授

お陰様で、平成 27 年度も多くの皆様にご応募頂きました結果、例年にも増し、より充実した審査を行うことが出来ました。今後もより一層助成活動を充実すべく努力して参りたいと存じますので、皆様のご支援、ご鞭撻のほど宜しくお願い申し上げます。

公益財団法人東電記念財団

〒100-0006 東京都千代田区有楽町 1-7-1 有楽町電気ビル北館 12 階

Tel: 03-3201-2659 Fax: 03-3201-8630

tmfinfo@tmf.tgn.ne.jp <http://www.tmf-zaidan.or.jp/>