

MATERIALS and PROCESSING



Materials and Processing
Division Newsletter November 2019

NO.58



日本機械学会
機械材料・材料加工部門ニュースレター

巻頭言

「減災・サステナブル学」 —Disaster Free を目指して—



千葉大学
浅沼 博

機械学会に間借りする臆病な一材料研究者が、防災という、とてつもない領域に足を踏み入れてしまった。2011年3月11日のことである。丁度、サンディエゴで開催されたスマート材料・構造シンポジウムからの帰りだった。搭乗中のユナイテッドB747-400型機が房総半島に差し掛かった時、何か大変なことが起ったようである。もちろん成田空港には着陸できず、横田基地に向かった。基地では入国できないため、結局は関空での手続きとなった。空港には人が溢れ、どのホテルも満室だった。仕方なく終電に飛び乗り、新大阪に向かった。新幹線は運休していたようで、何とか空室にありついた。落ち着く間もなくテレビを点け、漸く事情が分かって来た。スクリーンからは、映画としか思えないシーンが飛び出してきたのである・・・

忘れようのない出来事である。前日まで、NASAのJ. Su博士始め、内外の有能な研究者達と交流し、未来の航空宇宙分野に思いを馳せていたが、それは一瞬にしてリセットされてしまった。地上で被災された方々に比べたら、微々たることかもしれないが。

このような惨めな状況で、Before 3.11の研究活動をAfter 3.11に活かせないかと考え始めた。大災害が頭から離れず、過去の未練も捨てきれない中、「減災・サステナブル学」を始めた。既に、当部門の大会、年次大会、会誌、新聞記事等で紹介済なので詳述は避けるが、御存知で無い方が殆どかと思われるので、先ずは以下に概要を記させて頂く。

「減災・サステナブル学」とは、“防・減災が主目的ながら、災害時、非常時のみならず平常時、日常的にも有用な機能を発現し、社会の経済的・持続的発展を可能とするサステナブル

な仕組み創成の学問”である。世の中には既に素晴らしい防・減災技術や製品があるが、日常的有用性を付与したり高めたりすることで、比較的頻度が低くかつ極めて過酷な災害時に向けての有用性、経済性が改善され、災害時に機能することの確実性も高まると考えた。

減災・サステナブル学、減災サステナブル技術の意義は、科学技術が目覚ましい発展を遂げているにもかかわらず、地球上では多くの人命が災害により失われていることに対し、新たな学問と技術の力を以って立ち向かうことにある。それらは、卓越したアイデアを創出する、発想力を高めるための人材育成にも通じる。

現在は、減災・サステナブル学の哲学の下、先人達の偉業を称えつつ、様々な科学、技術、材料、人材等も注入し、異分野・業種との連携も深め、防災という極めて高いハードルをクリアすべく最高の英知集積に努めている。災害と言う負の力をバネに、それを利用するまでの科学技術創出、人材育成を日本のステータス、ブランディング戦略とし、それをもって持続的に世界貢献する、そのための経済性確立、産業化を推進すべく努力中である。また、それは国際的にも極めてオリジナルであり、千葉大学の減災・サステナブル学（浅沼）研究室を拠点に、米国・NASAのJ. Su博士始め、海外の卓越した研究者達と協働している。

減災・サステナブル学の概念を端的に示す例は、スマート減波システムである。それは、平時には波力による発電を行い、その電力で様々な機能を発現し、災害時には、水の力、水と言う物質を利用して堤防が出現する。筆者らは、そのようなスマート堤防の研究等を行っている。

企業の製品は、防災・減災目的のみのものが大半であったが、先ずは目立たない、日常に溶け込んでいることだけでも有意義である。さらに最近、減災サステナブル仕様の製品が増加しつつある。従来の製品で最も成功している例の一つとして、日立造船の陸上設置型フラップゲート式防潮堤「neo RiSe®」を挙げたい。減災サステナブル仕様化は、ミズノマリンが開発した津波救命艇シェルターにおいて、既に日常利用タイプ（ベッド、書斎、娯楽スペース）が開発され、小野田産業の津波・洪水・火山用シェルターでは、憩い、遊び、備蓄等々の利用が充実し、また、ベンチ型の公園用津波シェルターまで、各種の魅力的な製品が開発されている。さらに、スターライト工業が開発中のシェルカーは、ガレージそのものが水に浮くことで車ごと避難できるという優れものである。また、フジワラ産業には、各種避難タワーからシェルターベッドに至るまでの多様な製品群が整い、さらには富士山の根本的噴火対策まで進めている。浮き上がること、津波の高さを克服するのが困難な場合は、潜ることが有効な手

段となるため、レスキューによるPCコンクリートボックス避難シェルター等が極めて有効であり、その日常利用に関しては、フィットネス、アミューズメント等を含めた、様々な楽しいアイデアが浮かぶ。

昨年の11月5日(世界津波の日)には、一般社団法人減災サステナブル技術協会を創設し、会長に就任した。一刻も早くDisaster Freeに近づくためである。同協会は、あらゆる科学技術を駆使し、災害の元になる各種の破局的自然現象等を回避、緩和あるいは無害化するための、様々な革新的技術を創造、開発、実践することを目的とした協働体である。千葉大学の河野一義氏、同大学院生の坂本優太氏の熱意ある協力の下、日刊工業新聞社主催の防災産業展2017 in 仙台で展示、講演したことがきっかけで、津波シェルター普及研究会の大内照雄氏、浅野英樹氏と出会い、それを母体として、減災・サステナブル学研究会(知的材料・構造システム等の革新的分野の防・減災への適用のため2011年に千葉大学に設立)、それを日本機械学会で発展させた減災・サステナブル工学研究会、およびそれらの実践的成果等を併せ、同協会を設立した。その事務機能はラックの前村誠氏による御支援と、楠美健太氏の御尽力により実現している。また既に紹介した企業・皆様に加え、鬼怒川ゴム工業、日東、百年住宅、三和シャッター、深松組、未来を創る、イエムラ、他企業・皆様の御尽力も多大である。

未だ幼い協会であるが、高い理想を忘れることなく現実を直視し、既に企業が有する将来性高き製品群への絶妙な味付け等、メンバーネットワークを駆使し実施している。特に、様々な優れた技術分野に、メンバーの強みである材料や加工技術を横糸として通すことで、異文化を教え、学ぶ、新鮮で刺激的な風土が培われ、協会の強みになっている。横糸としては、鬼怒川ゴム工業の先端的な材料技術、フジヤマの画期的な不燃材料技術、コンクリートでは日東、高分子材料ではスターライト工業、特に超高強度材であるポリウレタ樹脂のハンドリング技術では、同社と小野田産業、複合材料では日本エフ・アール・ピー、等々、大変な充実ぶりである。テーマは様々で、例えば、超小型(ウェアラブル)から超大型(減災スマートアイランドリゾート)まで視野に入れた各種スマートシェルターの構想、開発、各種防波・耐洪水スマートシステム開発等に注力しており、得意分野である材料面からのアプローチ(高強度、軽量、耐熱、不燃、スマートマテリアル、等々)を重視し各種災害に対応しつつ、さらには、澤田正志氏提案のOcean Republicとも協働を開始している。また、地域性活用、各種事業化(ゴム関連、不燃関連、テーマパーク関連、等々)、自治体、研究機関、様々な研究グループ(地震予知など)との連携、教育組織の形成等々も視野に入れ、注力しつつある。

今後は、日本機械学会や減災サステナブル技術協会に、益々多様でグローバルな研究者、技術者等が集まり、共に考えることを楽しみ、刺激し合い、相補い、さらにそのネットワークを拡張することで、防・減災分野の難題に挑戦したい。また、多くの災害に見舞われるネガティブな日本を、むしろ災害をばねに人材・科学技術を磨くポジティブな場へと進化させたい。減災産業立国化、永世中立科学技術大國化、さらには知的で優美な国造りの実現へと頑張りたい。どのような状況においても思考停止にならないレジリエントな社会を構築すべく努力したい。我国を、ディザスターフロントからスマートジャパンへ、国内のみならず世界の防・減災、安全・安心に貢献可能な尊敬される国へと発展させようではないか。100年後、1000年後に歴史遺産と思える画期的製品を今、実現することで。

本特集号では、日頃、当部門・分野で様々な御指導、御活

躍を頂いている皆様方の中から、御都合や御意向等も尊重し、そのほんの一部の紹介になるが、活動、研究、開発等についての分かり易い解説を頂いた。海外からはハワイ大学Nejhad教授のD³(Disaster Deployable Devices)プロジェクト1件に留めたが、海外グループの代表をお願いしているJ. Su博士から、本特集に当って以下のメッセージを頂いた。

“Natural disasters have been causing the casualties of thousands of people and the damages of properties valued for \$ billions. How to effectively mitigate the natural disasters has been a great challenge we are facing. Smart Disaster Mitigation (SDM) that adopts smart materials and structure technologies into natural disaster mitigation engineering should significantly improve the effectiveness of the disaster mitigation. SDM play a critically important role to protect people and properties from being attacked by various natural disasters. Smart Disaster Mitigation with capabilities of self-sensing, self-acting, and self-power-supplying will provide not only effective technologies, but also provide a foundation for further development that can utilize artificial intelligent (AI) in the future.”

Ji Su (PhD)

Chair of International Advisory Committee
SSMARTACE (Society for Smart Mitigation And Related Technologies Against Catastrophic Events)

最後に、当研究会の講演・見学会プログラム例を紹介させて頂く。

「減災・サステナブル工学研究会」第7回会合

日時：7月31日(月)13:30~17:00

場所：日立造船・堺工場

プログラム

13:30-13:40 主査挨拶

日本機械学会の役割(学術)と減災サステナブル技術協会との連携(技術・実践)

学会+協会活動：学術・組織確立、プロパー組織・官連携、スマート化推進(日常性、経済性)、他

製品開発：スマートシェルター等開発(ヘルメットから減災スマートアイランドリゾートまで、and beyond!)

更なる出会い：小野田社長@小野田産業、藤井社長@フジヤマ、澤田様@海洋共和国、・・・

13:40-14:00 減災サステナブル技術協会紹介 大内様

14:00-14:20 製品・技術紹介(日立造船) 仲保様

14:20-15:20 Hitz 防災ソリューションラボトリー見学(10分休憩)

15:30-17:00 話題提供(各15~20分)・意見交換

1) 特別講演

「福島第1原子力発電所のデブリ取出し作業用の冷却水循環システム配管の管理方法に関する日仏共同研究プロジェクト」東北大学教授 高木敏行先生

2) 製品・技術紹介 小野田産業 小野田様

3) 製品・技術紹介 ミズノマリン 水野様

4) 製品・技術紹介 フジワラ産業 藤原様(17:30- 懇談会)

日本機械学会の皆様への御参加、協働を期待する。

また、お世話になった皆様方の御氏名を紹介できず、ここに深くお詫び申し上げますと共に、この場をお借りし感謝の意を表する。

■特集：減災・サステナブル学

□ 特集1 防災の未来 ～逃げる防災から、守る防災へ □

立憲民主党 政調会長代理
衆議院議員 阿久津 幸彦

1. 我が国の防災の現状

日本の防災の根拠となる法律は、主に「災害対策基本法」(昭和36年制定)と「災害救助法」(昭和22年制定)のふたつです。災害対策基本法では、防災に関する対策を行う責務、災害対応策および応急措置を行う義務を負うのは「市町村」であり、市町村の事務や業務の実施を助け、その総合調整を行う責務を有するのが「都道府県」と規定されています。このように、日本の災害対応は第一義的には、「災害に見舞われた被災地の地方公共団体が行う」とこととされているのです。法律上、国の役割はあくまで補完的・経済的な支援に限られており、被災市町村は多大な負担を強いられることとなります。

東日本大震災や熊本地震、西日本豪雨などを通じ、日本の防災制度には、次にあげるような3つの課題があると私は考えています。

1つめは、市町村によって、災害への対応に格差が生まれてしまうこと。

西日本豪雨の被災地を視察した際、市町村の規模や財政能力等によって、避難所の状況が大きく異なるのを目の当たりにしました。つまり、住んでいる地域によって受けられる支援に差が生じてしまうのです。その最も大きな影響がおよぶのが、高齢者や障がい者、子ども、外国人などの社会的弱者で、きめ細かい支援まで手が回らず、結果として切り捨てられてしまう可能性があります。

我が国の防災の現状

我が国の防災の根拠となっている法律

1. 災害対策基本法 (昭和36年制定)

市町村：基礎的な地方公共団体として、**防災に関する対策を実施する責務を有し、災害応急対策及び応急措置を実施する義務を負う。**

都道府県：広域的な地方公共団体として、**自ら防災に関する対策を実施するのみならず、市町村の事務又は業務の実施を助け、かつその総合調整を行う責務を有する。**

2. 災害救助法 (昭和22年制定)

法に基づく救助は、**都道府県知事**が、現に救助を必要とする者に行う。

		市町村	都道府県
救助法を適用しない場合		救助の実施主体	救助の後方支援、総合調整
救助法を適用した場合	救助の実施	都道府県の補助	救助の実施主体
	費用負担	費用負担なし	かかった費用の最大100分の50 (残りは国が負担)

3. 激甚災害制度

被災者に対する特別の助成を行うことが特に必要と認められる災害が発生した場合に、当該災害を激甚災害として指定し、災害復旧事業等にかかる**国庫補助の特別措置等を指定する。**

内閣府防災の資料をもとに、阿久津幸彦事務所が作成。

1

我が国の防災の現状

これまでの我が国の防災システムは、第一義的には、**被災地域が、地域の助け合い精神のもと自助努力・自己完結で、復旧・復興にあたってきた。**

災害救助法における救助の実施概念図



内閣府防災の資料をもとに、阿久津幸彦事務所が作成。

2

2つめは、自ら（とその家族）が被災した市町村職員に、長期間にわたって被災者支援を担わせることが果たして合理的なのかという問題です。すでに述べた通り、日本では災害時の判断が市町村長に委ねられすぎていて、いざというときに判断すべきことが多すぎて「思考停止」状態に陥ってしまうことがあります。実際、東日本大震災では、精神状態が不安定になり、適切な判断ができなくなってしまった市町村長等の姿を少なからず目にしました。

3つめは支援の継続性の問題です。災害対応は、避難所での「初期対応」から、3-5年続く仮設住宅などでの「緊急対応期」、その後の自立再建に向けた災害公営住宅などでの「復旧・復興期」といったフェーズに分かれ、被災者ひとりひとりに合わせた切れ目のない支援が求められます。しかしながら、東日本大震災の場合、初動対応期から仮設住宅入居までの緊急対応期の入り口までは内閣府防災が担い、それ以降のフェーズは復興庁が担うこととなりました。居る場所が変わるというフェーズの切れ目が支援の切れ目になっていなかったか、国としての切れ目のない支援が行えたかどうか、課題が残っています。切れ目のない被災者支援には、内閣府防災と復興庁を合わせた復興防災庁の設置が必要と私は考えています。

2. インクルーシブ防災という考え方

インクルーシブ防災という考え方をご存じでしょうか。インクルーシブとは、多様なあり方をそのまま尊重するという考え方で、インクルーシブ防災とは「包括的な誰も取り残さない防災」として、秋山愛子国連アジア太平洋経済社会委員会（ESCAP）障がい者問題担当官らが提唱しています。災害のリスクを減らし、その規模を小さくするために普段からの地域づくり、まちづくり、国づくりに、障がい者や高齢者、子ども、女性、外国人やLGBTの方なども参画していることが重要ということです。

日頃からこのインクルーシブ防災を進めておくことで、より多くの命を救うことができることが証明されています。災害時、障がい者や子どもの死亡率は健常者の2倍以上、障がい者は20%しかうまく逃げられない。例えば、2018年西日本豪雨では、岡山県真備町内で死亡した51人中82%にあたる42名が避難行動要支援者として名簿に登録された方々でした。

このように、災害時に犠牲になりやすい高齢者や障がい者、子どもを、防災の取組みに日頃から巻き込んでおくことで、多くの命を救うことにつながると私は考えています。

3. イタリアの防災システム

防災先進国のひとつであるイタリアでは、「防災は国がやるべき仕事」という考え方のもと、被災規模によって市町村対応レベル、州対応レベル、国対応レベルとランク分けがあり、法律で出動ガイドラインが定められています。国対応レベルの大規模災害時には、国が出動するので、地域によって避難所支援体制が異なるということは起こりません。国が責任を持ち、被災した行政を含む当事者が判断や決裁をしなくてよい仕組みになっています。アメリカでも、被災当事者が避難所運営をすることはなく、緊急事態管理庁（FEMA）が担う制度になっています。

また、イタリア市民保護省は700人規模で防災・災害対応にあっています。日本では内閣府防災と復興庁に、内閣府原子力防災を加えても約700人規模。人口はイタリアの2倍にもかかわらず、それぞれ縦割りの組織に少ない人数しかいません。

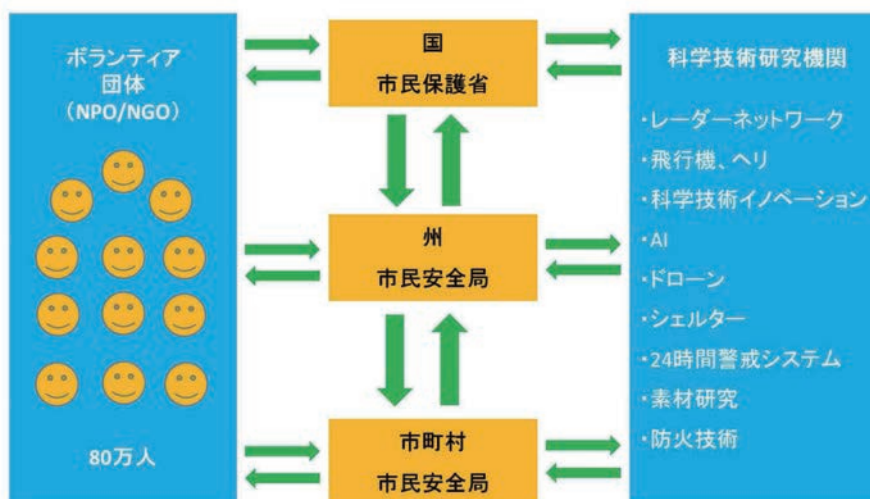
さらに、イタリアでは、市民保護省と対（ついで）を成すかたちでNPO/NGOが位置づけられ、豊富な人材と予算を得て、災害時に緊急支援を行っています。防災先進国イタリアから学ぶべきこととは、防災システム以外にも、避難所におけるトイレ&シャワー、温かい食事&キッチンカー、ベッド&テント（TKB）の設備充実など、まだまだあります。

4. 基幹産業としての「防災」

最後に希望の持てる話題をひとつ提供させていただきます。それは、「逃げる防災」から「守る防災」へ、さらにその先には「攻める防災」があるということです。災害の数が多い日本がそれを逆手にとり、我が国の科学技術イノベーションを駆使して、科学技術立国になるという発想。まさに、浅沼博千葉大教授等の提唱する「減災サステナブル」という考え方です。

20世紀の我が国の基幹産業は、鉄鋼、エネルギー、化学工業、自動車・造船等機械工業でした。21世紀の我が国の基幹産業は、マンガ・アニメ・ゲーム、日本食・酒・農業、iPS細胞等先端医療、FCV（燃料電池式）自動車、そして、「防災・減災サステナブル技術」になると私は考えています。例えば、日本の未来を支える新しい基幹産業となりうる「防災・減災サステナブル技術」には、次のようなものがあります。材料技術では、燃えない、軽い（状況によって重さが変わるスマートマテリアル）、強い材料を住居や防潮堤などに活かすことができます。また、災害時に人を物理的に守るシェルター、例えば、病院や保育・教育施設等をシェルター化するなども検討されています。そのシェルターも、ウェアラブル

イタリアの防災システム



ルからメガフロートまで収容人数もさまざまなサイズで提案が可能になっています。

気候変動の影響等もあり、考えられない規模の災害が頻発

する昨今、それを逆手に取り、人類を救う「防災・減災サステナブル技術」こそ、我が国をあげて重点投資を行い基幹産業に育てあげるべき分野であると私は確信しています。

□ 特集 2 減災サステナブル技術協会設立の経緯と今後の展望 □

一般社団法人減災サステナブル技術協会
大内 照雄，浅野 英樹

2011年3月11日、東日本大震災は、被害に直接遭わなかった人々の運命さえも大きく狂わせてしまった。当時、勤務先の会津若松で、津波に飲まれる家屋群の映像が無機質のテレビ画面を通して私が感じたこと、それは建築に携わる技術者としての「敗北感と後悔」でした。

震災直後からのボランティア活動の中から、もっと根本的に問題を解決する方法がないかを考え続けてきました。その「敗北感と後悔」の中でたどり着いたのは“建築技術を活かした津波シェルター”により人的被害を極限まで軽減させないかという構想でした。「人命こそ守ることができれば、人々は自力で再興していける。新たな災害が起きる前に“それを普及させられれば、ひとつでも多くの命が救える。」、そう考えた私たちは、震災後3年目に、理論上において最大水深30mに耐え得るコンクリートカルバートを使用した図1に示す“潜水式固定型津波シェルター”を開発し、「津波シェルター普及研究会」を発足させ、仙台の地から情報を発信し始めました。被災地である関上とカルバートメーカーが在する栃木県黒羽にそれぞれモデル棟を設置し、更には全国各地の防災展示会に出展しながら、昨今まで仲間・同志を募ってきました。

一方、災害対策や防災に対する関心はあの3.11の直後でさえも日々薄れ、震災の恐ろしさと準備の必要性を私たちが訴えても、「もう来ない」、「まだ来ない」と見向きもされませんでした。というよりもその事実・現実を、過去や未来から“なくしたかった”のかも知れません。

2017年11月、宮城県仙台市で開催された国際防災展に懲りもせずに出展した際、運命的な出会いを果たすことになります。後に当協会の会長となる（その防災展でのシンポジウムに講師として登壇されていた）千葉大学教授の浅沼博士との出会いでした。

浅沼先生もまた、震災直後から防災・減災を学問として意識され、ご自身の得意分野である材料工学を軸にして「スマー

トデバイス」を研究テーマとして提唱されていました。その当時はまだ“防災・減災は土木建築学会の仕事”と考えられていたこともあり、“独自のお考え”は異端と捉えられていたようです。

それから“事”は怒涛の如く進み始め、毎月のように東京や仙台で会合を重ねることになります。

2018年6月、“南海トラフ大地震発生時に甚大災害が危惧されている”高知県黒潮町の町長との面会。同年8月、千葉大学で開催された「材料工学合同研究発表会」へ参加。翌9月、関西大学での機械工学会減災サステナブル部門ワークショップにゲスト講師として登壇。そして同月、栃木県那須で「災害シェルター合同勉強会」を開催し、多くの賛同者が徐々に増えていきます。

そして浅沼先生との出会いから一年後の2018年11月5日津波防災の日・世界津波の日に、いよいよ「一般社団法人減災サステナブル技術協会」の設立を果たします。（協会ロゴマーク図2参照）

これを機に翌12月、大阪で「第1回減災サステナブル技術協会合同勉強会」を開催。2019年2月、災害リスク研究



SMARTACE

図2 一般社団法人減災サステナブル技術協会ロゴマーク



図1 潜水式固定型津波シェルター



図3 第2回減災サステナブル技術シンポジウムの様子

の第一人者である東北大学「災害科学国際研究所」の今村先生を訪問。翌3月、千葉大学で「第1回減災サステナブル技術シンポジウム」を開催。そしてその5月、東京と大阪での「ミニワークショップ」を開講し、6月には東京ビッグサイトで行われた「防災産業展 2019」には民間最大級となる8コマ抜き出展を実現させ、浅沼会長登壇による出展者セミナーには150人近い聴衆を集めます。そして同年8月、千葉大学で「第2回減災サステナブル技術シンポジウム」を開催することになります(図3参照)。これが、浅沼会長との出会いからわずか2年足らず、法人設立からはわずか9ヶ月の事実です。「減災サステナブル」という考え方を時代が求めているという、まさにその証拠ではないでしょうか。

当協会の強みは、津波避難タワーやフラップゲート、津波シェルターなど、会員企業が開発した具体的技術や製品を取り扱える事にあります。業種としても土木・建築に限定されず、造船・住宅・金属・ゴム・樹脂等の各メーカー、そして材料工学などの学問分野までを含め、単一業界を超えた技術交流を行っており、一見すると連携のない異業種間の交流は、互いの弱点を知る良いきっかけとなり、更には互いの技術を受け入れ取り込む事で、未知のそしてより革新的で洗練された技術や製品開発の場ともなっています。更には、浅沼先生を中心としたワールドネットワークにより、国内・海外にも多くの学識支援者の輪が広がっています。業界を超越した多種多様な「技術」、そしてその技術を裏付ける先生方の「知恵」。この2つが織りなす“交流”こそが当協会の最大最強の武器と言えましょう。

しかしながらシンポジウムや勉強会を何度開催しても災害を防ぐことはできません。本当に必要なのは「真に効果のある減災アイテムやシステムの開発と普及」です。そこには莫大な研究開発費用が必要になるものの、何百年に一度の災害に備えるための積極的投資を行えるほど国内の企業には金銭的余裕がないことも事実。更には時間の経過と共に災害被害の人々の記憶が風化していく感も否めません。

現実的に、防災・減災対策への投資は「国」しかできない、と考えます。政府は、大災害に備えて国土強靱化計画を強化しようとしています。その内容は既存の土木・建築技術か

ら抜け出しておらず、東北復興にある遅延の現状を見ても、近々の震災発生確率の高いとされる東南海地域における対策の立案と実施は、時間的にもそして技術的にも無理があると言わざるを得ません。

意識すべきは“超学会”です。単に高さだけを求める防潮堤ではなく、津波の高さに合わせて変動する可動式フラップを付加することで、景観破壊の低減効果が期待できつつも津波抑止効果を発揮し、より長く避難時間を確保できます。そして、複合的に避難タワーや津波シェルターを適正配置することにより、防潮堤を越してきた津波から避難活動に従事した方や逃げ遅れた人々をフォローする事ができます。「うちの技術はこうです」ではなく「私たちならこんなことまでできるかも知れない」という可能性の探求です。この狭い日本で、歴史上最大級の国難を乗り越えるためには個々の面子を気にしている場合ではありません。当協会の礎となっている「減災サステナブル学」に対して、国内に限らず海外の学識支援者を含めた“減災の輪”が広がっていることこそが、その証だと言っているようなものです。

さて、国土強靱化計画緊急対策に投入される予算は3年で7兆円とされますが、例えばその1割の資金でさえも超学会を基軸とする当協会技術により現計画以上の効果が十分に発揮できると考えています。と言いつつもポイントはあくまで「防潮堤」が前提だという事です。車で言えば、事故の際にはシートベルトがあるからこそエアバックが効果的に機能するのです。その補助的機能の技術こそが減災サステナブル技術です。

私たちは“国策の次弾”となり得るモノを何発も開発していると自負しています。そして今は世間から全く見向きもされず気付かれもしなくとも、そう遠くないいつか、人々の噂によって“国の耳”へ届くことになると考えています。その時は、この減災サステナブル技術協会が寸暇を惜しまず各地で減災助言活動を行うこととなると信じています。

その結果がひとつでも多くの命が救われることとなるのだとしたら、その時こそ3.11で失われた多くの失われた命への手向けになるのではないかと思います。

□ 特集3 IoT, AI, ロボティクス応用に向けたフレキシブル有機デバイス □

千葉大学

工藤 一浩, 酒井 正俊

1. はじめに

工学の基幹学問である機械、電気電子技術の革新と多様な場面で必要なセンサ、情報通信技術 (ICT: Information Communication Technology), さらには IoT (Internet of Things), 人工知能 (AI), ロボティクスを活用することで、より豊かな持続化社会を実現することができる。一方、有機材料は柔軟性、軽さといった特徴を有し、低価格、低温プロセスにより大面積デバイスの作製が可能となる。このような特長を活かした新たなデバイス応用や市場展開に期待が集まっている。特に多種多様な物に通信デバイスやセンサを本格的に搭載したフレキシブル、あるいはウェアラブルなデバイスが登場しつつある。

本稿では、今後進むであろう IoT, ICT, AI, ロボティクス分野に対応した社会状況変化を考察し、環境・エネルギーと持続可能社会に向けた有機エレクトロニクス分野の作製技術と応用について述べる。

2. 有機デバイスの低環境負荷作製技術

フレキシブル有機デバイスを低コスト・高スループットで作出す印刷 (プリント) プロセスが注目され、シリコンに代表される従来の半導体プロセスに比べて、塗布、印刷法は低温、省エネルギー、低環境負荷の観点から有用である。このような印刷技術を基盤とした電子デバイスへの応用はプリンテッドエレクトロニクス¹⁾と呼ばれ、近年新しいデバイス製造技術として注目されている。また、様々な形状を有する物の表面やパッケージに機能性を持たせるには、上記のフレキシブル、薄膜、軽量、低コストといった特徴を有する有機エレクトロニクスが重要となる。

産業用の塗装技術の一つとして電界を利用したスプレー塗装法 (Electrospray Deposition)²⁾が広く用いられている。また、トナーマーキング³⁾による無溶媒印刷法は電子写真 (ゼログラフィ) における複写機による印刷技術を応用し、機能性材料粒子のみを電極上に転写することができる。

一方、有機材料は低温で軟化、溶解するため、プラスチック

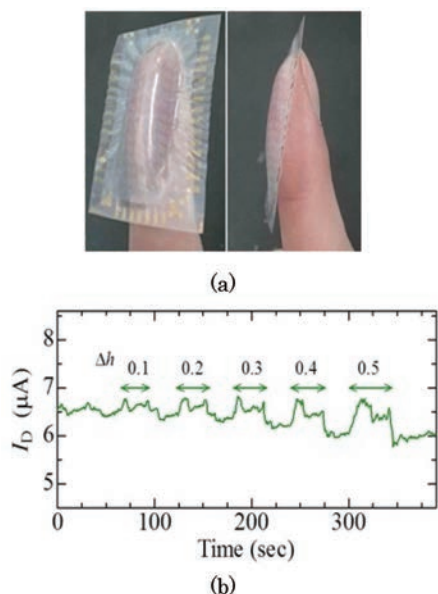


図1 (a)指先センサと(b)ひずみ応答

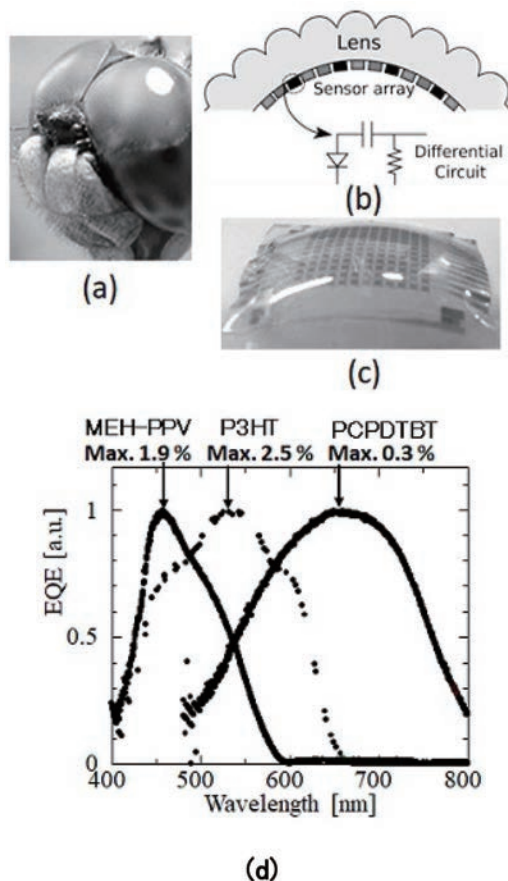


図2 (a)昆虫の複眼, (b)複眼カラーセンサの模式図, (c)熱プレス曲面センサアレイ, (d)カラーセンサの分光感度

ク基板と有機半導体を加圧、加熱して薄膜化できる熱プレス法⁴⁾と熱ラミネート法⁵⁾を採用するにより比較的簡単に任意形状のフレキシブルデバイスを作製することができる。さらに、接合部に超音波振動を与える超音波溶融⁶⁾を利用すればプラスチックフィルムの接触面だけを溶接することができ、様々な有機デバイスを作製することが可能である。

以上のような印刷技術を用いて半導体薄膜を形成し、有機薄膜トランジスタ (Organic Thin Film Transistor: OTFT)、太陽電池、センサなどのフレキシブルな有機デバイスが報告されている³⁻⁶⁾。

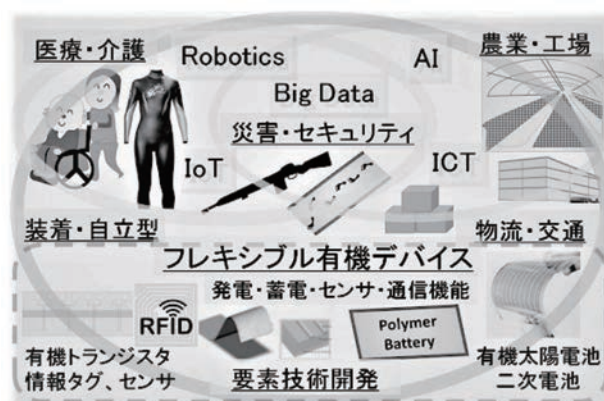


図3 IoT, AI, Robotics を支える要素技術と応用分野

3. フレキシブルデバイスの応用例

熱プレス法を用いてプラスチックでできた曲面に OTFT を多数配置し、その曲面が物体に触れた時の歪を検知することによって人工的な触覚を実現するセンサを紹介する。図1 (a) は作製した指先型 OTFT アレイの写真である。OTFT アレイは 88 個の OTFT から成り、物体が接触した位置を反映して、図1(b)のように圧縮もしくは引張応力を受けた変位に応じた可逆なドレイン電流 (I_D) の増加が観測された。

一方、防犯、減災対策への応用を考えると、ドローン等の飛行移動機器での運搬や種々曲面を有する物体へ貼り付けるセンサへの応用が期待されている。特に昆虫等の複眼は、空間分解能は低いものの、広い視野角と高い時間分解能を有する特徴を持っている。ここでは、3 原色 (RGB) それぞれに吸収波長ピークを有する有機半導体 (PCPDTBT, P3HT, MEH-PPV) と ZnO ナノ粒子層を用いたフレキシブルカラーセンサ (図2) の作製し、複眼 (図2(a)) の特徴を再現した微分回路素子 (図2(b)) について報告する。前述した熱プレス法で作製した曲面状のフレキシブルセンサアレイを図2(c)に示す。また、プラスチックフィルム基板上に作製したカラーセンサの分光感度を図2(d)に示す。

最初に述べたように、多様な機器やシステムがネットワーク接続し、様々な情報、サービスを提供する IoT の発展は、自動運転や物流、電力、ロボット、土木、医療、介護、農業などの産業構造を一変させる可能性がある。例えば、生体の形状に合わせたセンサデバイスはスポーツ・健康・医療分野において重要な役割を果たす。また、災害、テロなどの緊急時には軽量、薄膜化したデバイスはドローンなどでの配布、散布も可能となる。一方、人手不足が深刻な農業や工場現場、老朽化が進む道路・鉄道・上下水道・送電通信施設などのインフラ整備には数多くのセンサによるモニタリングと ICT による情報通信、さらには AI によるデータ解析と速やかな対応策の発信が可能となる。このように、フレキシブルデバイスの開発と IoT, ICT, AI 技術の進展により期待される応用分野を図3に示す。

参考文献

- 1) 工藤一浩, “分子技術と印刷技術を基盤とする有機電子デバイス”, 電気学会論文誌 C, 132(9), 1392(2012)
- 2) H. Yamauchi, M. Sakai, S. Kuniyoshi, K. Kudo: Fabrication of n- and p-channel step-edge vertical-channel transistors by electrospray deposition, Jpn. J. Appl. Phys., 53, 01 AB 16(2014)
- 3) M. Sakai, T. Koh, K. Toyoshima, K. Nakamori, Y. Okada, H. Yamauchi, Y. Sadamitsu, S. Shinamura, K. Kudo: Solvent-free toner printing of organic semiconductor layer in flexible thin-film transistors, Physical Review

- Applied, 8, 014001 (2017)
- 4) A. Inoue, T. Okamoto, M. Sakai, S. Kuniyoshi, H. Yamauchi, M. Nakamura, and K. Kudo: Flexible organic field-effect transistor fabricated by thermal press process, *Physica Status Solidi, A* 210, 1353 (2013)
- 5) M. Sakai, T. Okamoto, Y. Yamazaki, J. Hayashi, S. Yamaguchi, S. Kuniyoshi, H. Yamauchi, Y. Sadamitsu, M. Hamada and K. Kudo: Organic thin-film transistor fabricated between flexible films by thermal lamination, *Physica Status Solidi RRL*, 7, 1093 (2013)
- 6) T. Sasaki, M. Sakai, T. Ko, Y. Okada, H. Yamauchi, K. Kudo, Y. Sadamitsu, and S. Shinamura: Solvent-free Printing of the Flexible Organic Thin Film Transistors by Ultrasonic Welding Method, *Adv. Electron. Mater.* 2, 1500221 (2016)
- 7) M. Sakai, K. Watanabe, H. Ishimine, Y. Okada, H. Yamauchi, Y. Sadamitsu, K. Kudo: Thermal Molding of Organic Thin-Film Transistor Arrays on Curved Surfaces, *Nanoscale Research Letters*, 12, 349 (2017)

□ 特集4 機械工学から想定される火山噴火による災害について □

東京理科大学
荒井 正行

はじめに

近年、我が国において火山活動が活発になっている。桜島、西之島、霧島山（新燃岳）をはじめ多数の活火山が警戒レベル1ないし2に指定されている。これらの活火山が噴火すると、噴火の様式に応じて火山噴出物も多様な様相を示す。噴火様式がハワイ式であれば火口から溶岩が流れるため（溶岩流）、被害は局所的なものとなる。これに対してプリニー式では大量の火山灰を噴出し、噴煙柱が成層圏に達することになる。これら火山灰は上空にて吹き流され、遠く飛ばされるから被害は広域的となる。2011年1月26日に噴火した新燃岳は、典型的なプリニー式噴火であり、噴煙柱が7000mにも達したといわれている。噴火様式、溶岩の性質により火山灰はその大きさ、形状が異なる。すなわち、マグマが大量の水分を含んでいる場合には比較的粒径が大きく、多孔質な岩質であるのが特徴的である（図1）。

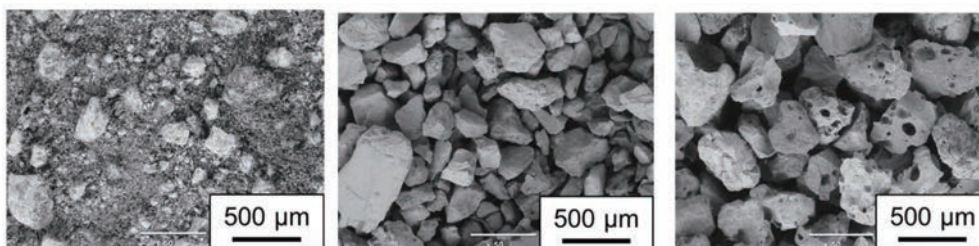
また、火山灰の主成分であるシリカを多く含むようになると粘り気も強くなる。当研究室では、このような多様な様相を有する火山灰が社会基盤としてのインフラ設備にどのような影響を及ぼすのか、機械工学的観点から調査を進めてきた。これまでに新燃岳（2011年1月26日噴火）、阿蘇山（2014年11月25日、2016年10月8日噴火）、桜島（2016年2月5日噴火）、三原山（1986年11月15日噴火）ならびに最近噴火した桜島から採取した火山灰を調査した。得られた結果は重要な示唆を我々に与えた。すなわち、i) 火山灰の粒子、ii) 火山灰の粒子表面に付着している可溶性成分が重大なファクタになりうる、ということである。最近では富士山噴火の可能性とそれによる被害想定も議論されて始めている。本稿では、これまでの知見に基づいて富士山噴火による関東平野への火山灰降灰がインフラ設備に及ぼす影響を、短期的ならびに長期的ダメージの観点で予見してみたい。

発電用ガスタービン

発電用ガスタービンは東京湾沿いに沿って設置されており、空気中に分散した火山灰を吸気することで、発電機をストップさせる短期的なダメージを引き起こしうる。同様な事例はすでに航空機用ジェットエンジンで多発していることは周知のことであろう。ガスタービンの主要部品は、燃焼器、静翼、動翼から構成され、火山灰ははじめに燃焼器で溶融する。この溶融粒子が高速で翼表面に衝突、付着する。例えば桜島から採取された火山灰は約1100℃で溶融し始める。翼表面には遮熱コーティング（TBC）と呼ばれる熱遮蔽層がコーティングされているが、TBCにこのような溶融粒子が付着すると、火山灰の主要成分（SiやCa）がコーティング組織に浸透し、相変態や内部膨張を生じてコーティングをはく離させる。この箇所が局所的に加熱され、基材部にき裂が発生する。この結果、ガスタービン運転開始から数時間で動翼が飛散することが予想される。これは発電用ガスタービンにとって短期的なダメージである。長期的なダメージとして連続的な火山灰衝突による減肉が挙げられる。ガスタービン後段翼では燃焼温度が十分に低いものの、初段翼を通り抜けた火山灰が後段翼表面に衝突し、所謂サンドエロージョンが生じる。当研究室で行った研究によると、わずか100回の連続衝突試験にて数百ミクロンの減肉が生じることを認めている。熱応力低減と冷却効率改善に配慮して翼構造は薄肉となっており、火山灰の連続衝突により設計限界とされる肉厚を下回ることが想定される。

電子機器

火山噴火時に火山灰と火山ガスが反応し、火山灰粒子の表面には可溶性成分が生成する。火山灰そのものは機械材料となら相互作用することはない。しかし、火山灰に付着して



(a) 新燃岳

(b) 桜島

(c) 阿蘇山

図1 様々な活火山から採取された火山灰の様相

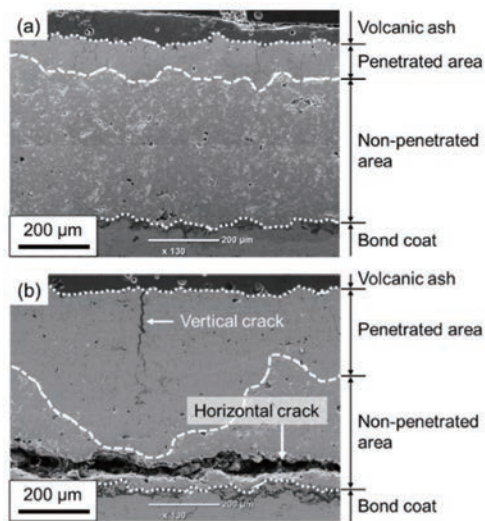


図2 TBC中に浸透する火山灰 ((a)60分, (b)300分,1140°Cでの曝露)

いる可溶性成分が腐食損傷をもたらす。火山灰と蒸留水の混合溶液における上澄み液をイオンクロマトグラフィーにより分析した結果、 SO_4^{2-} が桜島において20 mg/lであったのに対して、阿蘇山(2016年10月8日噴火)において2300 mg/lも検出された。また、同火山灰は強い酸性である。このため、火山灰は腐食性の強い火山ガスのキャリアーと解釈すべきである。このキャリアーが気流によって東方に飛散して、あらゆる機械表面に付着する。その結果、時間とともに設備を構成する部品に深刻な減肉をもたらす。これは長期的なダメージの一例である。当研究室では、このような損傷が最も問題となりうる電子機器に注目して研究を行っている。

電子機器のうち、その心臓部である電子基板は近年益々高密度化しており、金属配線間距離がマイクロオーダーにも達している。このような電子基板上に火山灰が付着すると、火山灰表面に付着した可溶性成分が気体中の水分により溶出し、エレクトロケミカルマイグレーション (ECM) が発生しうる。ECMとは、電位差のある配線間に水分が存在する際に、一方の金属配線から他方の金属配線に金属イオンが移動し、デンドライトとして析出・成長することで短絡回路が形成される現象である。このため、当研究室ではECM評価システムを開発した。直流安定化電源より楕円形プリント配線基板に電圧を印加する。試験環境は、砂糖水を用いた飽和塩法により湿度を制御する。そして、端子間電圧をモニタリングすることでECMの発生・進展を評価するというものである。新燃岳から採取した火山灰を評価した結果、数時間で回路が短絡するとともに、電極間には金属イオンが移動してデンドライトが析出している様子が確認された(図3)。火山灰堆積によるECMのメカニズムを図4に示す。配線間に堆積した火山灰は、多孔質組織や表面の可溶性成分に起因して水分を吸着する。水分を吸着した可溶性成分は電解液となって配線間に溶出する。この電解液によって陽極側でCuの溶出が加速され、陰極側から陽極側に向かってデンドライトが析出・成長する。このようなメカニズムに従って数マイクロン領域でECMが発生し、最終的に電子機器の誤動作をもたらすことになる。

想定すべき他の事象

以下に他の想定すべき事象も述べておきたい。(1) 電力設備における送電機器のひとつである碍子が挙げられる。灰付

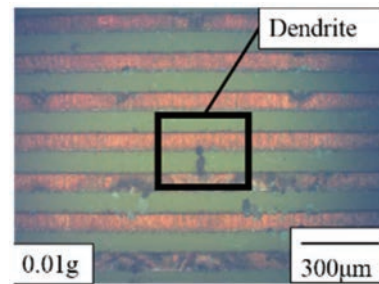


図3 火山灰付着により生じたECMの様相

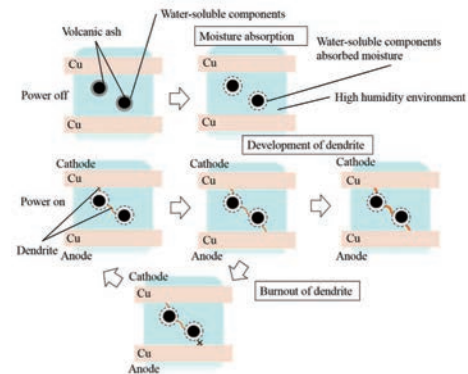


図4 ECM発生・進展メカニズムの模式図

着後に、降雨により可溶性成分が溶出し、漏洩電流が流れて電力供給がストップする。桜島の火山噴火では実際に降灰中停電が頻繁に発生していたようである。(2) 建屋の屋根に降灰した後、降雨により可溶性成分が溶出し、屋根や鉄筋、コンクリートに激しい腐食、減肉が長期にわたり生じる。これによる建屋の崩壊が心配される。(3) 火山灰中にはヘマタイトが数十重量パーセント含まれている。火山灰の可溶性成分とともにヘマタイトの存在により携帯電話などの電波障害が発生する可能性がある。これは噴火直後に懸念しなければならない重篤な障害となりうる。以上のように火山噴火は、火山灰の粉末のみならず火山ガスのキャリアーとして捉えなおすと、機械工学から見ても降灰に対して考慮すべき二次災害は無限に存在するものといえる。

参考文献

1. 石垣, 荒井, “高温・高速ガス流のもとで付着した火山灰堆積挙動と灰付着に対する損傷評価”, 日本機械学会論文集, 83巻, 845号(2017), pp.1-12.
2. M. Arai, “Mechanistic Study on the Degradation of Thermal Barrier Coatings Induced by Volcanic Ash Deposition”, *Journal of Thermal Spray Technology*, Vol. 26 (2017), pp. 1207-1221.
3. K. Ito, N. Sakai, M. Arai, “Electrochemical Migration of Copper Caused by Volcanic Ash Deposited on Printed Circuit Boards”, *Journal of Electronic Materials*, Vol. 47, No. 12(2018), pp. 7179-7190.
4. M. Arai, Y. Fukushima, K. Ito, “Numerical Simulation of Volcanic Ash Infiltration into Thermal Barrier Coatings”, *Key Engineering Materials*, Vol. 827(2019), pp. 367-372: ISSN: 1662-9795.
5. K. D. Gordon, et al, “Effects of Volcanic Ash on Computers and Electronic Equipment”. *Natural Hazards* Vol. 34 (2005), pp. 231-262

□ 特集5 津波避難シェルターペントハウス □

百年住宅株式会社
齊藤 裕

<取組みの概要>

津波に負けない住宅

大津波における押し波と引き波の周期は1時間程度であり、津波高が高いのは最初の3波程度となっている。このため3時間ほどシェルター内に避難できれば、津波は引いていく可能性が高い。弊社ではこのような想定の下、津波が襲来しても流されず、さらに水没しても家族4人が約3時間生存可能な津波避難シェルターとなる図1に示すペントハウス付きのプレキャスト鉄筋コンクリート住宅（WPC住宅）を提供する取組みを行っている。

取組みのきっかけ・苦労した点

東日本大震災における津波被害調査の結果、WPC住宅は流されず残存していることが確認された。弊社は静岡県を基点に全国でWPC住宅事業を展開しており、従来より災害に強い家造りを目指していたため、「津波にも負けない家づくり」に挑戦する使命感をもとに津波シェルターを開発することとなった。

開発にあたっては、内部気圧の上昇によるパネルのジョイントやドアの取り付け部からの空気漏れへの対策がポイントとなり、実物を水槽に設置して湛水させ水密性を確認する実験を何回か繰り返した。その結果、内部を防水シートで覆い、更に断熱材の発泡ウレタンで隙間を埋め、船舶用扉を参考に作製した防水扉を設置することで漏気の問題を解決し、販売に踏み切ることとなった。

また地震動による耐力の低下や破損による気密性能の低下が無いか検証するため、つくば市の（国研）防災科学研究所の振動台実験で図2のように実験を行い損傷させたのち図3のように湛水させ、損傷を受けても3時間の生存可能空間が確保できることを確認した。

動水圧に対する検討も東海大学海洋学部（静岡市清水区）の協力を得て模型による波動水路実験を行い、波力<建物耐力であることを確認した。

現状

静岡県内の沿岸部を中心に現在113棟の実績があり受注残は9棟ある。また単体の津波シェルターのみならず、連棟にすることで第2防波堤としての機能をもたせて都市防災に寄与する提案を地方自治体等の関係機関にしていくことを検討している。

今後の課題

動水圧に対する耐力は模型では確認できたが、実際の津波ではどういう挙動があるかの知見はまだ無い。実験が可能な施設である（国研）港湾空港技術研究所の大型波動水路を利用し、今後の課題に取り組んでいく。また安全性を評価する物差しが無いため、現在千葉大学工学部の浅沼博先生を会長とする減災サステナブル技術協会に参加し、評価のための尺度や技術指針等の構想をしている。



図1 津波避難シェルターペントハウス



図2 加振実験



図3 湛水実験

□ 特集 6 津波対応型救命艇シェルター □

株式会社ミズノマリフ
水野 茂

1. はじめに

2013年に発生した東日本大震災では18,000人を超える尊い命が失われた。死者の多くは地震発生後の津波被害によるものである。南海トラフ地震では東日本大震災の17倍を上回る死者33万人が推定されている。震災後の津波発生時に、津波到達時間が短いエリアや、アクセスを橋梁に頼る埋め立て地などの避難が困難とされるエリアが太平洋沿岸に多数存在する。これらの危険エリアで津波から人命を守るには現状、津波避難タワーの建設か船での避難に頼るしかない。津波避難タワーの建設には用地の確保と莫大な予算が必要となるため、ローコスト、短時間で津波対策が出来る救命艇シェルターの開発を手がけている。

2. 運用

津波発生時の避難方法として高台やビルの高所に避難する垂直避難が有効とされているが、津波到達までに垂直避難が困難なケースにおいて避難者が救命艇シェルターに乗り込み津波とともに漂流をする。引き波で沖合へ流されないよう津波が引きはじめたタイミングでアンカーを下ろし陸上に留まる。

当社が開発した津波救命艇シェルターは25人乗り(+CAL 25)と8人乗り(+CAL 8)に大別される。+CAL 25の外観および内装を図1に、+CAL 8の外観および全周のイメージを図2に示す。

津波という自然災害の脅威から人命を守るシェルターにつき設計コンセプトに3大特徴がある。

- ① 津波に巻き込まれ横転しても航行姿勢が復元するセルフライディング機能
- ② 艇体が破損し浸水しても沈まない不沈構造
- ③ 360度方向の衝突に耐える衝撃吸収フェンダーの設置(オプション選択)

25人乗り(+CAL 25)ではエンジン付きモデルもあり、IMO(国際海事機関)におけるSOLAS基準(海上における人命の安全のための国際条約基準)に基づく基本設計がなされている。エンジンを搭載しているため津波の引き波で万が一沖合に流されても自力で帰港する機能を持っており、プロペラガードを装備し落水者を巻きこまず、漂流物からプロペラの損傷を防止する設計がなされている。

また被災時に水上火災が想定される施設の救命艇として利用できるよう耐火機能をオプションとして設定している。石油コンビナート、LNG、LPGターミナルなどの大震災でオイル等の可燃物が海上に流出した場合に海面が炎に包まれる被害が想定される。炎上する水面から救命艇シェルター内の避難者を守るためには、大量の水を海中から汲み上げ、自船に散布する必要がある。これはエンジンを利用して海水ポンプを駆動させることにより、自船への大量の水散布をすることができることによるものであり、エンジンが搭載されている当社の救命艇であるからこそ可能な設計となっている。

2020年3月には一般家庭用に4人乗りを発表する計画である。



図1 +CAL 25の外観(左)および内装(右)



図2 +CAL 8の外観

□ 特集7 安心と楽しさを兼ね備えた災害用シェルター □

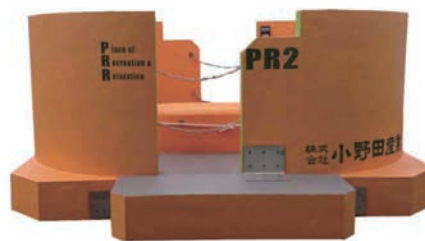
株式会社小野田産業
滝川 真哉



【SAM】



【SAMLIFE】



【PR2】

弊社のシェルターは難燃性発泡スチロールでできており室内並びに室外共にポリウレアを3mmの厚みでコーティングしてあります。ポリウレアはアメリカ軍にも採用されているもので実際にアメリカ国防省（ペンタゴン）の外壁にコーティングされているほど耐衝撃性・耐候性に優れています。

発泡スチロールの特徴は下記の通りです。

【軽量】 使用している発泡スチロールの倍率は40倍で比重は0.03以下です。ポリウレアを吹き付け定員が乗り込んでも水に浮かびます。また、定員搭乗時に転覆しても絶対に沈みません。

【緩衝性】 発泡した粒同士を密着形成しているのですクッション性があり、外部からの強い衝撃を和らげます。

【断熱性】 住宅の断熱材として使われる素材で150mmの厚みがあり室内を快適な環境に保ちます。

【低コスト】 一般に広く使われており低コストです。

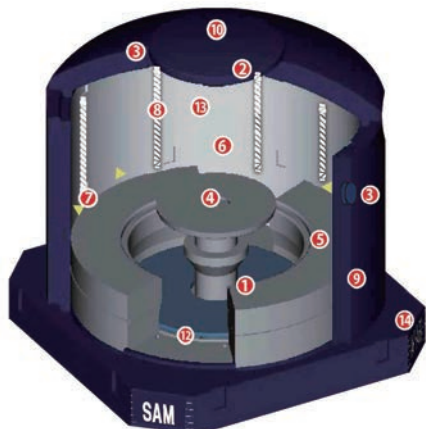
一方で発泡スチロールの最大のウィークポイントは弱くて耐候性が低いことです。これではシェルターとしての役割は果たせません。そこで弊社が採用したのはポリウレアです。20年は劣化しない耐候性を有し、米軍の採用実績から耐衝撃性に関しては間違いのないものです。こうして難燃性発泡スチロールとポリウレアの組み合わせにより弊社のシェルターは現実のものとなりました。

シェルターは現在3タイプを用意しています。下の写真左から『SAM』、『SAMLIFE』、『PR2』です。

SAMは(Shelter & Adventure Machine)の略で、SAMLIFEは(Shelter & Adventure Machine + LIFE)、PR2は(Place of Recreation & Relaxation)です。これら3タ

イプのシェルターに共通しているのはいずれも普段使いを主目的とし、いざとなったら命を守るシェルターとして機能することです。

SAMは主に一般家庭用向けです。大きさは長さ2,240mm×幅2,240mm×高さ2,250mmで駐車場1台分のスペースがあれば設置できます。重量は約250kgと軽いのでガレージやベランダなどに置くこともできます。定員は6名で平常時は子供部屋や趣味室などとして使用できる室内空間を有しています。標準装備としてLED照明、換気扇、固定式ベンチ、コンセント、手摺兼用大型固定テーブルを備えており日常使う上で一般住宅の部屋と比べても全く遜色ありません。そして非常時に役立つ機能として、ベンチの下には保存水や非常食など備蓄品を収納できる大容量のスペースがあり、被災時には足元のフラットボードを使って大人2名



① 被災時にはベッドに変身!!
エコノミー症候群を防ぎます。

② LED照明

③ 通気口及び換気扇
LED照明の熱等を外へと逃がし室内の空気を入れ替えます。

④ テーブル直径80cm

⑤ 収納庫
椅子の下は寝袋や非常食などが十分に入る備蓄スペースとなっています。

⑥ コンセント
非常時でも蓄電池に接続することで使用可能です。

⑦ 散乱防止留具
津波等の揺れでイスのフタが外れるのを防ぎ内部の収納物が飛び出さないように施されています。

⑧ ロープ

津波にのまれた際にはこのロープに掛まり衝撃に耐えることができます。

⑨ 外部接続プラグ

通常時は外部から電源を供給します。

⑩ 緊急脱出口

緊急時はここから脱出できます。

⑪ 赤色灯

非常時に発光することで位置を知らせます。

⑫ 水抜き穴

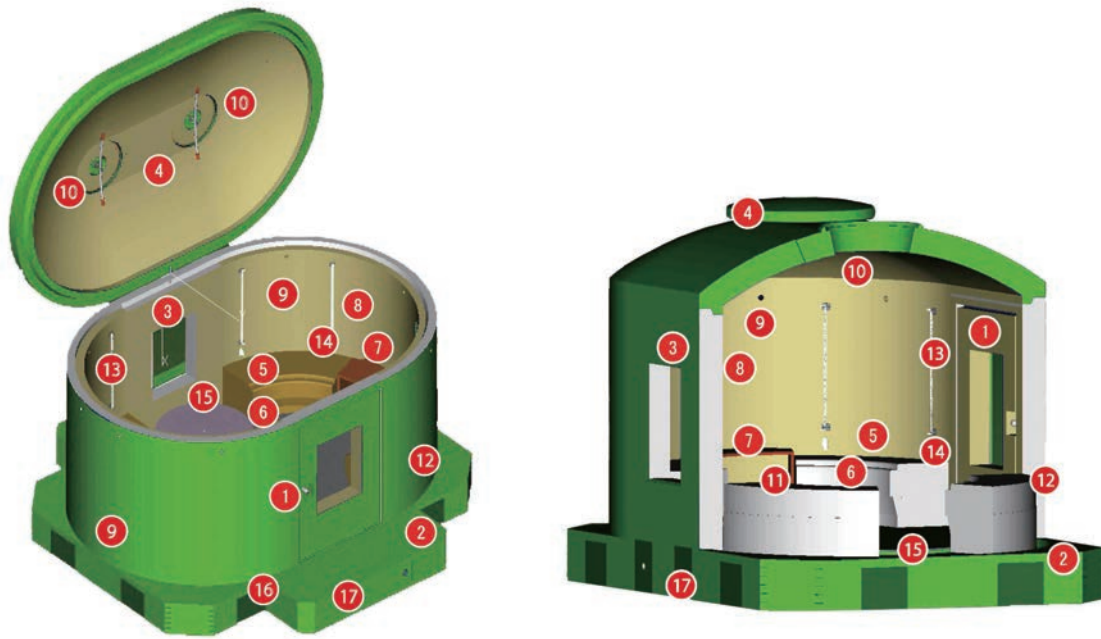
水が室内に入ってもここから外へ出ていくので沈みません。(12箇所)

⑬ ドレン機能通気孔

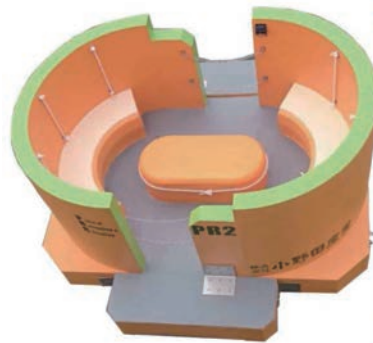
横転して水が室内に入ってもここから外へ出ていきます。(8箇所)

⑭ アウトリガー

SAMが水面に浮上した時バランスを保ちます。



- ① ドア：窓（ポリカーボネート 6mm）、鍵付き
- ② アウトリガー：浮遊時の浮力確保と姿勢安定
- ③ 窓：ポリカーボネート 6mm
- ④ トップカバー：緊急時非常脱出用
- ⑤ 椅子：大容量収納タイプ
- ⑥ テーブル：直径 80 cm
- ⑦ ラック：木製（1ヶ所付）
- ⑧ 換気扇
- ⑨ 通気孔及び水抜き用ドレン
- ⑩ LED照明：2ヶ所
- ⑪ コンセント
- ⑫ 外部接続プラグ
- ⑬ ロープ：姿勢安定確保用
- ⑭ 散乱防止留具
- ⑮ 水抜き用ドレン
- ⑯ アウトリガーL型固定金具
- ⑰ アウトリガー緊結ステンレスパイプ



が足を伸ばして寝ることができるベッドスペースが生まれます。これはエコノミー症候群対策としては非常に大きな効果があります。さらに津波・洪水などの災害の場合には乗員の姿勢を保持するためのロープがあり、また漂流した際にシェルターの位置を周囲に知らせる赤色灯が付属しています。も

し転覆したとしても先述した通り水に浮くので内部の人が溺れることはありません。天井には緊急時脱出口があります。

SAMLIFE は一般家庭に加えて企業や自治体向けに適したゆとりの室内空間が魅力的なシェルターです。宿泊所として使うことも可能です。サイズは長さ 3,240 mm×幅 3,240



mm×高さ 2,250 mm で重量は約 550 kg です。定員は 12 名で打合せスペースや談話室など SAMLIFE ならではの大きな空間を活かした活用法はアイデア次第で生まれます。

SAM と同じ標準装備に加えて木製ラックと明り採り窓が SAMLIFE では標準となります。本体の大型化に伴い水に浮いた時の安定性を確保するためのアウトリガーも大きくなりました。

SAM と SAMLIFE は普段様々な使い方をして、被災したときは自宅や会社などから一番近い避難所として使えます。体育館や公民館などの避難所においてはプライバシーの確保が難しく特に女性は大変な思いをすることになりますが、SAM と SAMLIFE であればそのような問題も解決できます。また、津波や洪水などの被害を受ける地域では SAM と SAMLIFE に逃げ込めば命が助かる確率が格段に上がります。

PR 2 はベンチ型の津波シェルターで沿岸部の公園や幼稚園・保育園などに設置して、津波が襲ってきたときにここに

逃げ込むことで溺れることを防ぎます。普段は休憩所として使います。定員は 12 名で 15 名が乗っても安定しています。

3 タイプのシェルターは普段使いを主目的としたこれまでになかった新しい発想のシェルターです。これまでとはどちらかというと無機質なイメージが強かったシェルターに、日常生活に違和感なく溶け込む、あるいは楽しい空間や安らぎの空間として連想できるように、豊富なカラーパリエーションを用意しています。さらにオプションで購入者の好きな絵柄をペイントしたり企業であればコーポレートカラーで塗装することが可能で世界に 1 台だけのオリジナルシェルターに仕上げるすることができます。

いずれのシェルターも各種実験を経て強度・性能を実証してきました。転覆しても沈まず、時速 50 km の衝撃を受けても壊れることがない SAM, SAMLIFE, PR 2 をこれから 1 台でも多く普及させ一人でも多くの命を救いたいと考えています。

□ 特集 8 オーシャンランド計画と「免災」 □

株式会社フジヤマ 技術顧問
澤田 正志

「オーシャンランド計画」とは「メガフロート+高層ビル」という特徴をもつ洋上人工島を中心とするプロジェクトです。現在、減災サステナブル技術協会（会長：浅沼博千葉大学教授）と災害対策面で「免災」という観点から有効であるという認識のもとに共に研究活動をしております。

1992 年 3 月に雑誌「船の科学」(Vol.45) に「オーシャンリパブリック構想」という記事を投稿いたしました。

オーシャンリパブリック構想のコンセプトはメガフロート上に翼型に変形可能な高層ビルを建築し、その高層ビルが発生する推力（揚力）でセーリングヨットのように洋上を移動可能な構造物とすることにより、洋上でさまざまな用途に適

用しようというものです。

このオーシャンリパブリック構想の背景は地球上の人口爆発、資源枯渇などを考えるともはや人類全てが陸上に住むことが難しくなり、70 億人口の数割は洋上に住む以外に道がないのではないか、との思いからでした。その後、好反応がある一方で大学教授などから「実現不可能」「絶対無理」などという反応がかなりありました。当時の電子機器メーカーの



図1 オーシャンランド

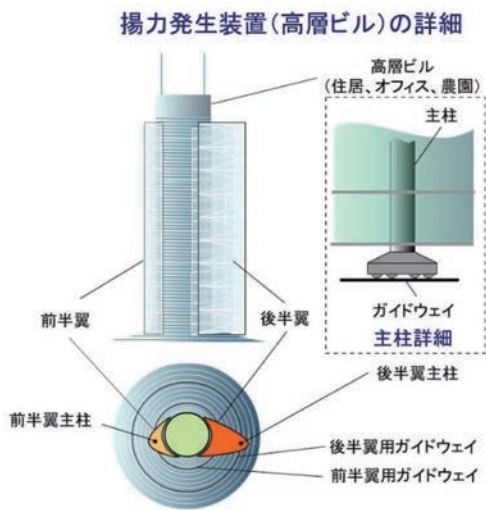


図2 揚力発生装置 (高層ビル)

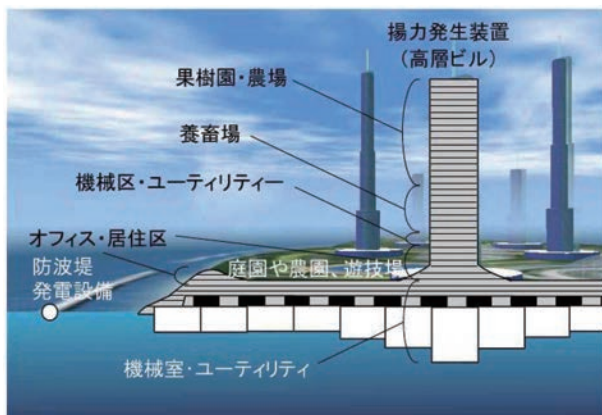


図3 オーシャンランドの縦断面構造

仕事が多忙であったこともあり、その後しばらくはその研究をすることはありませんでした。

しかし、21世紀にはいり、清水建設の「GREEN FLOAT」や米国の「Seasteading」など、洋上に住むというアイデアが次々と発表され、一方では、日本近海でメタンハイドレートや高純度のレアアース、レアメタルなどの海底資源が相次いで発見されたことに力を受けて、新たに「オーシャンランド計画」としてまとめ、ウェブサイトを通し発信し、研究開発提案書を当時居住していた米国から世界の100以上の大学・研究機関・企業などに送付・提案いたしました。

かつて大手造船重機会社に在籍していた際、海洋構造物の設計に携わったときに感じたのは洋上では水深が深くなれば、海洋構造物を定位置にとどめておくための係留索自体の重量や潮流から受ける力で、もはやその海洋構造物自体を洋上にとどめておくことが難しくなるという矛盾でした。

そこで、係留索を無くし、代わりにメガフロート上に翼型に変形できる高層ビルを建てるというアイデアに行きあたりました。

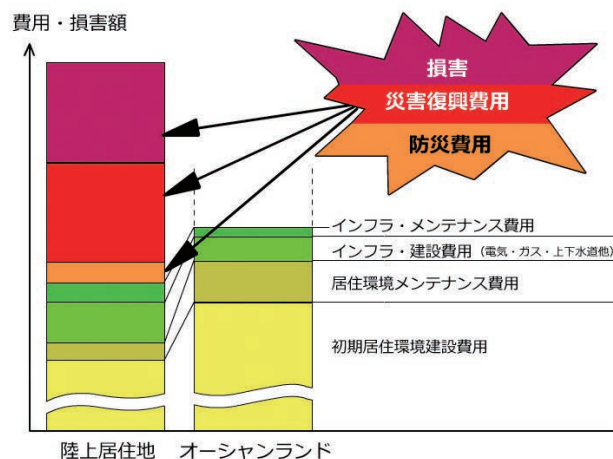
このオーシャンランドの用途は多くの人の居住地のほか、大洋上の中間地点の利点をいかしたハブ港、ハブ空港、海洋資源探索基地、資源備蓄基地、居住地や農林水産業のためのスペースとして、また遠い将来では宇宙へ向かう軌道エレベータの発着基地などさまざま考えられます。高層ビルの高層階には果樹園や野菜工場、中層階には養鶏場や養畜場、低層階には養殖場や居住地などに割り当てることを考えています。

先に述べたようにオーシャンランドは災害対策という側面から考えても利点があります。大洋上では津波による被害が生じません。またオーシャンランドはセーリングヨットのように洋上を自由に航行できることから台風や暴風雨を避けて航行することが可能となります。つまり「免災」という特性を持っています。

図4は陸上とオーシャンランドの生活環境維持にかかる費用をイメージ的に比較したものです。オーシャンランドは災害を避けて(免災)自由に大洋を航行することができます。したがって、図の最上部の災害復興に関わる費用が生じません。この災害関係の費用は一度だけで済むのではなく、何十年、何百年という周期で繰り返し発生しているのが現実です。

日本はこの30年近くの間、阪神淡路大震災、東日本大震災などの大きな震災を経験し、近い将来においては首都直下型地震や南海トラフ巨大地震による大きな被害も想定されています。また、近年は日本のみならず世界中で地球環境の変化による巨大化した台風やハリケーンなどによる災害も多く発生しています。被害から以前の状態に戻るための復興にかかる費用を考えるとオーシャンランドは将来、人類が住む生活環境の選択肢として重みを増していくと思われます。

生活環境維持にかかる費用比較 (イメージ図) および災害発生による損害



災害関係各費用および損害の具体的内訳

損害	農林水産畜産業の損害 工業製品・生産設備の損害、生活施設の損害など
災害復興費用	瓦礫・土砂の撤去、粗大ゴミ処理、インフラ補修 家屋の解体・再建、防潮堤・堤防補修など
防災費用	除雪、山林の間伐、河川浚渫、 ダム・砂防ダム・堤防の整備など
インフラ メンテナンス費用	電線・ガス管・水道管 の取り換えなど

図4 陸上居住地とオーシャンランドの生活環境維持にかかる費用比較



図5 資源探索型オーシャンランド

一方で現在、このようなオーシャンランドの特性を生かしたニーズとしては先に記したようなメタンハイドレートなどの海底資源探索・採掘基地などであると思います。日本はEEZ換算で世界第6位の海域を持っています。海域全体の面積は日本国土の10倍にもなります。日本の周りには宝の山ならぬ「宝の海」が広がっています。日本は少子高齢化社会となり、このような海洋資源探索・採掘機器の開発などに携わる人材も減っていますが今一度、海洋に向かって日本が世界をリードしていくべき分野であると考えています。

参考ウェブサイト：<https://oceanrepublic.org>

□ 特集 9 “Deployable Disaster Devices” の紹介 □

千葉大学
浅沼 博

Prof Mehrdad N. Ghasemi-Nejhad (University of Hawaii at Manoa) より, D³ (Deployable Disaster Devices) プロジェクトに関する情報を頂いたので, 以下で紹介させて頂く.

The following paper is from the SPIE Conference with the following paper citation :

Ghasemi Nejhad, M. N., Menendez, M., Minei, B., Wong, K., Gabrick, C., Thornton, M., and Ghorbani, R. “Smart Nanogrid Systems for Disaster Mitigation Employing Deployable Renewable Energy Harvesting” Active and Passive Smart Structures and Integrated Systems X (SSN 03), Park, G., and Erturk, A., Eds, Proc. of SPIE's 23rd International Conference on Smart Structures/NDE, March 20-24, 2016, Las Vegas, Nevada, Conference 9799, Vol. SS 16-SSN 03-114 (Tracking No.), Paper No. SSN 03-114_9799-99.

Smart nanogrid systems for disaster mitigation employing deployable renewable energy harvesting devices

Mehrdad N. Ghasemi-Nejhad*, Michael Menendez, Bren-

den Minei, Kyle Wong, Caton Gabrick, Matsu Thornton, and Reza Ghorbani
Nanotechnology & Renewable Energy, Smart Structures, and Composites Laboratories
Department of Mechanical Engineering, University of Hawaii at Manoa, Honolulu, HI 96822

*Corresponding author : nejhad@hawaii.edu

ABSTRACT

This work explains the development of smart nanogrid systems for disaster mitigation employing deployable renewable energy harvesting, or Deployable Disaster Devices (D³), where wind turbines and solar panels are developed in modular forms, which can be tied together depending on the needed power. The D³ packages/units can be used : (1) as a standalone unit in case of a disaster where no source of power is available, (2) for a remote location such as a farm, camp site, or desert (3) for a community that converts energy usage from fossil fuels to Renewable Energy (RE) sources, or (4) in a community system as a source of renewable energy for grid-tie or off-



Fig. 1 Inner Structure and Suspension for our D³ Solar Panels

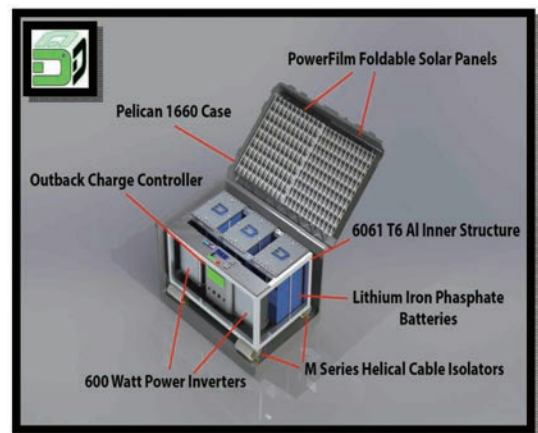


Fig. 2 Our D³ Solar Panels System Layout.



Fig. 3 Our D³ Solar Panels System Inner Case with Components.



Fig. 4 Our D³ Solar Panels Deployed System.

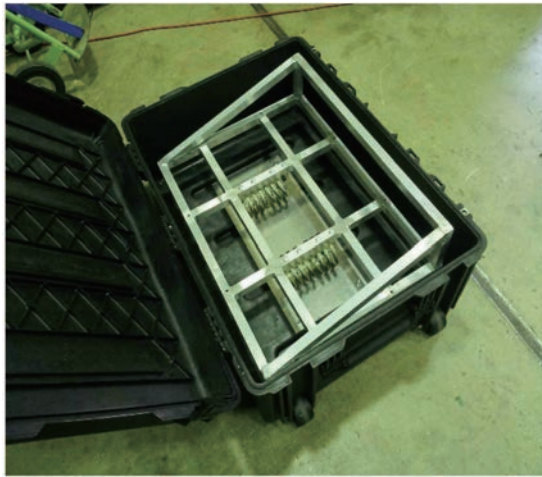


Fig.5 Our D³ Wind Turbine Components Tray and Suspension.



Fig.6 Entire D³ Wind Turbine System Encased.

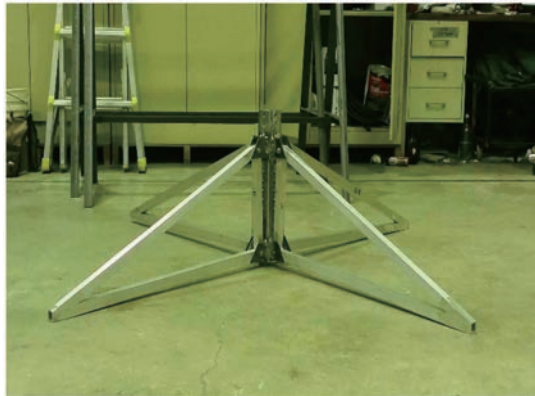


Fig.7 Our D³ Wind Turbine Deployed Legs.



Fig.8 Our Entire Deployed D³ Wind Turbine.

grid operation. In Smart D³ system, the power is generated (1) for consumer energy needs, (2) charge storage devices (such as batteries, capacitors, etc.), (3) to deliver power to the network when the smart D³ nano-grid is tied to the network and when the power generation is larger than consumption & storage recharge needs, or (4) to draw power from the network when the smart D³ nano-grid is tied to the network and when the power generation is less than consumption & storage recharge needs. The power generated by the Smart D³ systems are routed through high efficiency inverters for proper DC to DC or DC to AC for final use or grid-tie operations. The power delivery from the D³ is 220 V AC, 110 V AC and 12 V DC provide proper power for most electrical and electronic devices worldwide. The power supply is scalable, using a modular system that connects multiple units together. This are facilitated through devices such as external Input-Output or I/O ports. The size of the system can be scaled depending on how many accessory units are connected to the I/O ports on the primary unit. The primary unit is the brain of the system allowing for smart switching and load balancing of power input and smart regulation of power output. The Smart D³ systems are protected by ruggedized weather proof casings allowing for operation in a variety of extreme environments and can be parachuted into the needed locations. The Smart

Nanogrid Systems will have sensors that will sense the environmental conditions for the wind turbines and solar panels for maximum energy harvesting as well as identifying the appliances in use. These signal will be sent to a control system to send signal to the energy harvester actuators to maximize the power generation as well as regulating the power, i.e, either send the power to the appliances and consumer devices or send the power to the batteries and capacitors for energy storage, if the power is being generated but there are no consumer appliances in use, making it a "smart nanogrid deployable renewable energy harvesting system." Figures 1 to 4 shows our D³ Solar Panels System and Figures 5 to 8 shows our D³ Wind Turbine System, as explained above.

Key words : Smart nanogrid systems, Deployable Disaster Devices (D³), renewable energy harvesting, wind turbines, solar panels, sensors, controllers, invertors, actuators.

CONCLUSIONS

It is possible to develop small units of deployable disaster devices (D³) that can be parachuted into the disaster or remote areas. Since D³ systems have modular design, they can be tied together for larger power generation depending on the needs of those in need of power. It is also possible to have the D³ systems as off-grid or grid-tied systems with smart nanogrid capabilities.

機械材料・材料加工部門「部門賞・一般表彰」公募のお知らせ

第3技術委員会（表彰担当）
委員長 若山 修一（首都大学東京）

機械材料・材料加工部門では、第97期部門賞および部門一般表彰候補を下記の要領で公募します。自薦他薦を問わず奮ってご応募下さい。

*公募締切：2019年11月29日（金）厳守

*推薦書類：推薦・申請用紙を部門ホームページよりダウンロードしてお使い下さい。
<https://jsmempd.com/award/award-notification>

*被推薦者資格：各賞とも日本機械学会会員であることが受賞資格となります。

*書類提出先：日本機械学会機械材料・材料加工部門（担当者 市原涼平）
下記宛に郵送ならびに電子メール（PDF）にてご提出ください。
〒160-0016 東京都新宿区信濃町 35 信濃町煉瓦館 5 階
電話 03-5360-3506, E-mail : ichihara@jsme.or.jp

推薦された候補者は第3技術委員会で審査され、部門運営委員会で受賞者を決定します。結果は今年度中に本人に連絡し、次期（2020年度）のニュースレターに掲載するとともに、受賞者を2020年度年次大会開催時に表彰する予定です。なお、本件に関するご質問・お問合せ等は、第3技術委員会委員長（若山修一、E-mail : wakayama@tmu.ac.jp）までお願いします。

各賞の概要

- (1) 功績賞：機械材料・材料加工分野に関する学術、教育、出版、内外の交流など諸般の活動において、本部門の発展と進歩に積極的な貢献または顕著な業績のあった者に授与する。
- (2) 業績賞：機械材料・材料加工分野に関する研究または技術開発において、顕著な業績のあった者に授与する。
- (3) 国際賞：機械材料・材料加工分野における学術、教育、出版などに関する国際的な活動を通し、本部門の発展と進歩に積極的な貢献または顕著な業績のあった者に授与する。
- (4) 部門表彰（優秀講演論文部門）：当該年度に開催された本部門企画、担当、主催または共催の講演会において発

表された機械材料・材料加工分野の講演論文中、学術・技術の進歩発展に寄与したと認められる論文の著者を対象とする。

- (5) 部門表彰（奨励講演論文部門）：当該年度に開催された本部門企画、担当、主催または共催の講演会において発表された機械材料・材料加工分野の講演論文中、将来当分野の学術・技術の進歩発展に寄与すると期待される若手講演登壇者（2020年4月1日現在において32歳以下の者）を対象とする。
- (6) 部門表彰（新技術開発部門）：機械材料・材料加工分野において本部門企画、担当、主催または共催の集会、出版物等において発表された新技術、新製品の開発者中、工業技術の進歩発展に特に貢献した者を対象とする。
- (7) 部門表彰（優秀ポスター発表部門）は、前年度に開催された本部門企画、担当、主催または共催の講演会において発表された機械材料・材料加工分野のポスター発表中、学術・技術の進歩発展に寄与し、特に優秀と認められるポスター発表の著者を対象とする。
- (8) 部門表彰（国際貢献部門）：本部門の国際会議や国際交流に関し、特に優れた貢献のあった者を対象とする。

2019年度年次大会開催報告

第97期第1技術委員会（年次大会担当）
委員長 山口 誠（秋田大学）
副委員長 野老山貴行（名古屋大学）

2019年度の年次大会は2019年9月8日（日）～9月11日（水）の4日間秋田大学手形キャンパス（秋田県秋田市手形学園町1-1）にて開催されました。

直前に、首都圏で記録的暴風となった台風15号の影響もありましたが、無事に開催することができました。開催に向けてご尽力頂いた皆様に感謝申し上げます。

そして、部門同好会も、多くの方にご参加頂きました。厚く御礼申し上げます。また、機械材料・材料加工部門の関係する講演セッション、基調講演、先端技術フォーラム、ワークショップは以下の通りです。本部門主催のセッションには講演発表数を記しています。

S：部門単独セッション

J：部門横断セッション

[S 041] 伝統産業工学 (17)



部門同好会の様子

- [S 042] 次世代 3D プリンティング (5)
- [J 041] 異種材料の界面強度評価と接合技術 (18)
- [J 042] 工業材料の変形特性・強度およびそのモデル化(33)
- [J 043] 超音波計測・解析法の新展開 (17)
- [J 044] 先進複合材料の加工と力学的評価 (30)
- [J 045] セラミックスおよびセラミックス系複合材料 (6)
- [J 023] 材料力学・機械材料・材料加工とバイオエンジニアリング
- [J 164] マイクロナノ理工学：nm から mm までの表面制

御とその応用

- [J 181] 交通・物流機械の自動運転
 - [J 233] マイクロ・ナノ機械の信頼性
- 基調講演：「軽金属材料の圧縮変形挙動に関するひずみ速度と温度」
- 先端技術フォーラム：「M&P 最前線 2019」(4)
- 先端技術フォーラム：「企業から見た材料力学，機械材料・材料加工学応用技術の最前線」(5)

Leading Edge Manufacturing/Materials & Processing (LEM&P 2020) 開催のお知らせ

組織委員会

松村 隆 (東京電機大学)

Leading Edge Manufacturing/Materials & Processing (LEM&P) が、2020年6月22日(月)～26日(金)にて、アメリカオハイオ州シンシナティの Duke Energy Convention Center にて開催されます。この会議は ASME の MSEC (Manufacturing Science Engineering Conference) と SME の NAMRC (North American Manufacturing Research Conference) との同時開催で、LEM&P 2020 の参加者は、MSEC と NAMRC にも参加できます。

LEM&P 2020 では、下記のオーガナイズドセッションでの口頭およびポスターの発表を通じて、加工、システム、機械材料の分野の先進的な研究と技術の情報交流を図ります。

皆様からの多くのご参加をお待ちしています。

オーガナイズドセッション：

Track 1：工作機械技術

- 1-1 先進的な工作機械技術
- 1-2 工作機械の性能評価
- 1-3 メカトロニクスと制御
- 1-4 工作機械要素

Track 2：加工プロセス

- 2-1 切削
- 2-2 研削
- 2-3 研磨および仕上げ

Track 3：特殊加工

- 3-1 放電・電解加工およびその関連
- 3-2 レーザ等エネルギービーム加工

Track 4：微細加工と表面処理

- 4-1 ナノ・マイクロ加工
- 4-2 マイクロ加工の応用・表面機能等
- 4-3 表面加工・処理，トライボロジー

Track 5：計測，監視，評価／認識

- 5-1 知的ナノ・マイクロ計測
- 5-2 加工のモニタリング
- 5-3 材料・構造の動的挙動
- 5-4 材料，構造，加工における非破壊検査

Track 6：アディティブ（付着）加工

- 6-1 ラピッドプロトタイプング
- 6-2 アディティブ加工における材料の微細構造

Track 7：生産システム

- 7-1 CAD/CAM
- 7-2 生産システム・スケジューリング

Track 8：材料

- 8-1 先進材料(金属，樹脂，セラミック，複合材，スマート材，ポーラス材) とその応用
- 8-2 先進構造と機能材料



Track 9：材料加工

- 9-1 先進的材料加工
- 9-2 粉末金属材料と加工
- 9-3 先進的鋳造・塑性加工
- 9-4 溶接・接合技術
- 9-5 先進的金型加工

組織委員会

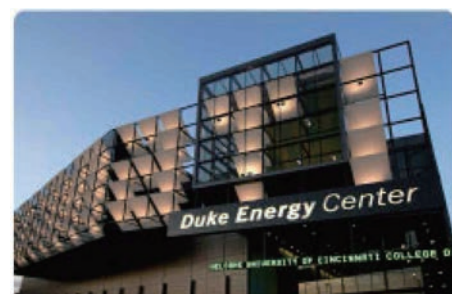
- 後藤 崇之 (三菱重工工作機械)
- 松原 厚 (京都大学)
- 白瀬 敬一 (神戸大学)
- 秦 誠一 (名古屋大学)
- 松村 隆 (東京電機大学)
- 岸本 哲 (物質・材料研究機構)
- 高谷 裕浩 (大阪大学)
- 茨木 創一 (広島大学)
- 鈴木 教和 (名古屋大学)

国際会議開催地

講演会場：Duke Energy Convention Center, OH

(<http://www.duke-energycenter.com/>)

イベント開催場所：Hilton Cincinnati Netherland Plaza



連絡先

プログラミング委員長：東京電機大学 松村 隆

E-mail: tmatsumu@cck.dendai.ac.jp

プログラミング委員会幹事：名古屋大学 鈴木 教和

E-mail: nsuzuki@mech.nagoya-u.ac.jp

国際会議ホームページ：https://event.asme.org/LEMP

2020 年度年次大会のご案内と特別企画のご提案のお願い

第 1 技術委員会（年次大会担当）

野老山貴行（名古屋大学）

山口 誠（秋田大学）

2020 年 9 月 13 日（日）～9 月 16 日（水）の 4 日間〔ただし、13 日（日）は市民開放行事を予定〕にわたり名古屋大学東山キャンパス（愛知県名古屋市千種区不老町 1）を会場として標記大会が開催されます。2020 年度年次大会は、「人・モノ・未来をつなぐ機械工学」というキャッチフレーズおよび「Society 5.0 を支えるイノベーション」、「人・生物・機械の持続的調和社会の実現」、「超少子高齢社会を豊かにする次世代技術」の 3 テーマに基づく幅広い企画を募集します。

本稿執筆時点で、他部門との合同企画として以下の 3 件がオーガナイズドセッションとして予定されています。

- ① 交通・物流機械の自動運転
- ② 先進複合材料のプロセスと力学的特性評価
- ③ 工業材料の変形特性・強度およびそのモデル化

なお、2019 年度年次大会より、以下のような変更、奨励点が実施されています。2020 年度年次大会もこの方針に沿って運営されます。

- ・一般セッションを開催しない。
- ・学生（博士後期課程を除く）は基本的にポスターセッションへの参加を推奨する。

また、下記の①～④のと区別行事の規格を募集しております。

できれば複数部門にまたがる部門横断規格をご検討いただければ幸いです。



名古屋大学減災館（左）および ES 総合館（右）

- ① 基調講演の企画
- ② 先端技術フォーラムの企画
- ③ ワークショップの企画
- ④ 市民フォーラム他（市民向け行事、子供向け行事等）の企画
市民向け、子供向け行事は 9 月 13 日（日）開催

部門内の締め切りは、2019 年 12 月 20 日（金）です。奮ってご提案ください。多くの皆様のご参加をお待ちしております。

特別行事企画申込み・問合せ先：第 1 技術委員会

委員長 山口 誠 (yamaguci@gipc.akita-u.ac.jp)

副委員長 野老山貴行

(takayuki.tokoroyama@mae.nagoya-u.ac.jp)

編集後記

今回の機械材料・材料加工部門ニュースレターは、特集テーマとして減災・サステナブル学を取り上げました。地震・台風・大雨などによる災害が頻繁に発生する昨今に、私達、機械工学分野の人間が出来ることやなすべきことは何なのか、これを改めて考える機会になればと願っております。本号を発行するにあたり、原稿締め切りまで短期間だった中ご執筆頂いた皆様、なにより、特集記事のとりまとめにご尽力を頂きました浅沼博教授（千葉大学）に厚く御礼申し上げます。部門ニュースレターへのご感想やご要望もお待ちしておりますので、お気軽に広報委員会・中谷 (hayatonakatani@osaka-cu.ac.jp) までご連絡ください。

(広報委員会委員長 中谷隼人)

発行

発行日 2019 年 11 月 30 日

〒 160-0016 東京都新宿区信濃町 35 信濃町煉瓦館

一般社団法人 日本機械学会 機械材料・材料加工部門

第 97 期部門長 荻原 慎二

広報委員会委員長 中谷 隼人

Tel.03-5360-3500 Fax.03-5360-3508