

「IoT機器を破壊から守る」

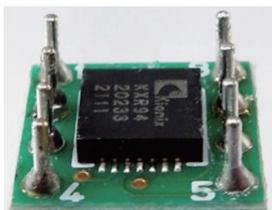
ATAC会員 坂井公一

◆IoT機器の身近な脅威とは何か

第4次産業革命により、生産現場から物流、交通、販売、教育、インフラ管理、医療、農業など、すべての人間の活動分野にIoTが広がろうとしています。あらゆるデータを取得、電子化しネットを介して集積、分析する世界では情報セキュリティが主に議論されていますが、身近なところにある破壊という脅威はちょっとした配慮で効果的に対策が可能です。

◆高性能なセンサやプロセッサの身近な脅威とは

IoTの目である画像センサや振動検出の加速度センサ、温度センサなどは主に半導体で作られています。集積回路上のトランジスタの数は18ヶ月ごとに倍になるというムーアの法則は現在も生きており、微細化技術により高性能の半導体が安価で大量に普及すると、半導体の扱いに慣れていないICT以外の産業で、想定外の故障に悩む例を最近では耳にします。半導体の製造技術は平準化し、最新のプロセッサから各種センサまで高い品質で造られているので、主な故障原因は半導体に不慣れなユーザの使用環境に起因すると思われる。



左写真：
MEMS(注1) 技術による3次元加速度センサ

筆者の経験では、半導体デバイスの破壊原因の殆どはEOS（電氣的オーバーストレス）とESD（主に静電気による故障）と考えられます。前

者は設置環境での金属クズによる電源や回路の短絡破壊や発熱に対する余裕の不足による信頼性の低下が挙げられます。アレニウスの式(注2)ではチップ温度が10℃上がる毎に寿命が1/2に低下するとされています。長期間、連続で使用するセンサやプロセッサでは、放熱対策は不可欠です。たとえば、回路部への異物対策やメッキ工場などでの酸、アルカリミストを防ぐためにケースに収納すると、今度は放熱が妨げられ、チップ温度が上昇します。十分な発熱対策は信頼性確保に大きく寄与します。最近広く使われ始めたRaspberry Piは電力消費が大きく、WEB閲覧などの通常使用でCPU温度は60℃以上に発熱します。対策としては、放熱板とファンによる空冷は安価で効果が大きく、Raspberry Piでのテストでは20℃ぐらいの冷却効果は容易に得られます。前述のアレニウス式では対策なしと比較し4倍以上の寿命が得られることとなります。

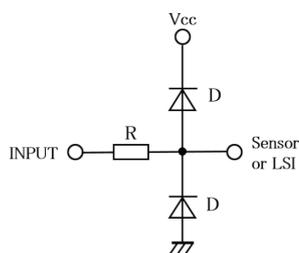
後者のESDは主に静電気による破壊で、原因の特定が難しい問題です。最近では半導体の微細化が進み、より深刻になっています。特に光関係や高周波用の半導体デバイスは静電気に弱く、十分な対策が必要です。

工場ではベルトコンベアや作業者が静電気の発生源となります。特に冬場、低湿度となると静電気は数千ボルトを超えるレベルになります。

ESDへの対策は、静電気発生の抑制と、ESD耐性強化の2つの側面があります。静電気の発生を抑えるには機材をすべてアースに接続する、加湿器で湿度を一定に保つ、あるいはイオン発生器で静電気を取り除くなどの方法などがあります。耐性強化には、センサやLSIの端子にダ

イオードやキャパシタを付けるなどの対策が安価で効果的です。

外部に引き出されることが多い入出力端子はESDが入り込み、回路を破壊する危険があります。Raspberry PiとArduinoには入出力端子が26本有りますが、端子に直列に抵抗を入れ、電源とグランド間にシリコンダイオードやツェナーダイオードを入れるとESDには大変効果が有ります。また意外に見落としがちなのは使用していない開放端子の扱いです。使用していない端子にも上記と同じくダイオードを入れるとESD対策に効果が有ります。



左図：
センサーやLSIの入力端子に追加するサージ保護回路の例

ちょっとした工夫でIoT機器の信頼性を高める工夫を是非お試し下さい。また、ATACには工場の静電気対策に長けたメンバーがいますので、いつでもご相談下さい。

(注1) MEMS : micro electro mechanical systems

半導体集積回路の製造に用いられる微細加工技術を応用し、モーターや駆動系などの機構を組み込んだ超小型の機械システム。

(注2) アレニウスの式：スウェーデンの科学者スヴァンテ・アレニウスが提出したある温度での化学反応の速度を予測する式であり、寿命予測に用いられる。

講習会「科学的な現場の作業改善」のご報告

「RWF 講習会」の名前で平成25年から毎年開催してきました講習会も今回で第8回を迎えました。4日間の日程で、最初の2日は作業改善手法であるRWF法の講義、後の2日はRWF法を使った作業改善事例の研究です。

皆さんになじみ薄いRWF法は、20世紀前半工業化の飛躍的な発展に対し、人の作業を改善し、作業能率を正しく評価する技術の開発に多くの研究者が取り組みました。数多くの手法が発表された中で、正確さ、使い易さ、適用範囲の広さから世界中で広く使われたのがこのRWF法です。しかし、その後の自動化・無人化で、いつしか忘れられた技術となりましたが、今でも人の作業改善には有力な技術であることから、ATACでは散逸した資料を集めテキストや教材を準備して講習会を始めました。

今回からは講習会の名前を表記の「科学的な現場の作業改善」としましたが、これは「RWF」と言うと何の講習会か分からない方が多い事と、回を重ねるに従って作業改善の事例を充実させ事例研究のウエイトを高めて

きたことから、内容に合ったタイトルに変更しました。



写真は今年から新たに加えられたメッキ作業で加工品を保持するラックに加工品を組立てる作業の工数改善事例です。多くのメッキ会社さんはメッキ技術の開発・改善には熱心に取り組まれています。このラッキング作業など品質改善には縁が薄く、ただ工数改善だけの取組には力が入ってない様子です。しかし工数改善はコストダウンの有力な手段であり、昨今の人手不足に対しても欠かす事の出来ない取組です。

(吉田良耿)

今年も2件のビジネスフェアに出展しました！

◆「ビジネス・エンカレッジ・フェア 2017」

「ビジネス・エンカレッジ・フェア 2017 出会いを力に！つなげる“知”つながる“技”」は、池田泉州銀行の主催で11月8日、9日の2日間、マイドーム大阪で開催されました。このフェアは地元関西の、仕事の創造・競争力の強化の支援を目的に、平成12年より開催され18回目となる今年は、“産学官金労言”から205機関が参加しました。



主催者発表の来場者数は約9,600名、商談見込み数約700件とのこと。ATAC展示ブースにも多くの方が訪問され、名刺交換数は15名でコンサルティングのご相談やパートナーの引合いを頂き、早速お伺いして具体化する予定です。

◆「きたしんビジネスマッチングフェア 2017 with 大阪大学」

また、今年も11月15日、16日に同じマイドーム大阪で開催された「きたしんビジネスマッチングフェア 2017 with 大阪大学」に出展しました。



このフェアは、大阪大学と北おおさか信用金庫の主催で、今年で第19回目の開催となります。技術・製品・ノウハウ等事業に強みや特徴を持った、主に北大阪エリアの中小企業や支援機関・団体が、産・学・官・金等あらゆる分野とのマッチングを探るものです。138の企業・団体が出展し、来場者数2,500人超、商談件数も約700件あったそうです。（主催者発表）

ATACでは、名刺交換数が33名で、多くのコンサルティングの引き合いを受けました。早速お伺いして今後の相談をさせていただきます。



ATACの指針は、企業OBの知識と経験を活かし、現場現物主義を貫いて中小企業の経営に貢献することです。

ATACは、昨年引き続きこの2つのフェアに出展し、ATACの活動の中でも特に「作業改善手法のRWF」「知財に関する研修」「データサイエンス」「省エネ支援」「補助金申請支援」「オーダーメイド出前研修」等の具体的提案をしました。

我々の今後の課題は、多くのフェア来場者にATACを知って頂き、関心をもってブースに訪問して頂くことである、と痛感しました。

ご来場の皆様には多くの貴重なご意見を賜りましたことに厚く御礼申し上げますとともに、今後ともよろしくお願い申し上げます。

（長田 徹）

金属加工業者におくる “やさしい金属学のすすめ”

ATAC会員 三浦 實

実用されている金属の中で鉄鋼材料は強度が高く経済性に優れた材料として、欠くことができない材料となっています。鉄鋼材料を使用したもの作りの基本は「たたく、曲げる」「切る、削る」「つなぐ」「組立てる」です。その工程で予想しない不具合、いわゆる不良が発生することがあります。人為的なミスを除けば予想外の不具合は鉄鋼材料の性質を理解していると防げることが多いのです。

【鉄鋼材料の生まれ】

自然界では金属は酸化物として存在しているため、金属にするには高温で還元します。鉄鋼材料においても鉄鉱石（酸化鉄）を原料にして高炉でコークスを用いて還元して作ります。還元された溶けた鉄は余分な炭素の他、硫黄、リン等の不純物を多く含みます。しなやかで強靱な鋼を作るには精錬工程でこれら不純物成分を除去します。この精錬過程で溶けた鋼に他の金属を混ぜて合金として種々の性質を持った鉄鋼材料を作ります。柔らかい「軟鋼」、強度が高い「高張力鋼」、錆びにくい「ステンレス鋼」など、混ぜる合金元素を調整することで性質を調整しています。

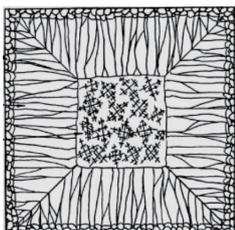
【鉄鋼材料の加工】

鉄鋼材料は大手の製鉄会社、電気炉メーカーで製造されています。精錬された溶けた鉄は連続鋳造あるいは鑄型を用いて鑄塊にします。その後、熱間圧延、鍛造、更には冷間圧延したりして、板、棒、形鋼に形を変えて鉄鋼構造物を作るための鋼材となります。

【金属材料が持つ避け得ない性質】

鉄鋼材料の製造工程で溶けた状態から固まる際にミクロ組織的に合金元素が不均一に分布（偏析）した凝固組織になります。その後の熱間加工によりその不均一性が拡散、分散して均質な性質を持つ強靱な鋼へと変化します。炭素鋼、合金鋼は加熱されると室温の結晶構造（体心立方）と異なる面心立方という結晶構造に変化します。管理された条件で加熱、熱間加工が繰り返されることで再結晶が繰り返されて強靱な性質を得ることが出来ます。工場から出荷される鋼板、棒材では最適化された組織コントロールがされています。

しかし、鑄塊に存在した組成の偏析は圧延等では完全に解消されず、圧延方向にその痕跡が延伸され、ミ



鑄塊の組織（横断面）

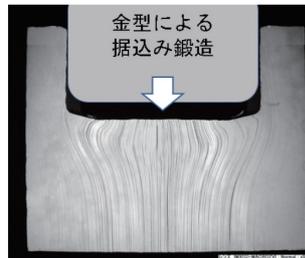


圧延鋼板のミクロ組織

クロ組織に方向性を持ち、長手方向と直角方向で機械的性質にわずかな差が生じます。この異方性が鋼材の加工時に不具合の原因となることがあります。

【鋼材の加工①たたく、曲げる】

鉄鋼材料はバネのような性質を有し、加えられたある応力までは鋼材が変形（弾性変形）はするものの元の形状に戻ります。しかし限界の強度（降伏点）を超えて応力が加わると元の形状には戻らず、鋼材は塑性変形します。これがたたく、曲げるの原理となっています。更に限界を超えると鋼材には亀裂が入り破断します。従って、冷間加工時等ではこの破断が起きないように条件になるように適正な金型設計が重要となります。



プレス材のメタルフロー
（φ60mm 鋼材）



旋盤加工の切粉断面組
（黄銅切粉の例）

【鋼材の加工②切る、削る】

鋼材をノコ切断、あるいは旋盤で切削する時はミクロ的には刃先で鋼材が連続的に塑性変形を繰り返し、剪断破壊して切粉となって加工されます。鋼材の異方性の影響で加工部に細かい割れが発生することがあるため、加工条件の適正化が重要です。

【鋼材の加工③つなぐ】

鋼材の特徴の一つに容易に溶接により鋼材同士を繋げることが出来ます。溶接は電気によるアーク溶接が一般的ですが、溶接部は融点まで加熱されるため特性が劣化することがあります。また、溶接中には熔融部から水素が鋼材に侵入し、冷却時に水素による割れを起こすことがあります。最近ではレーザーを使用し、熱影響幅を小さくする方法も実用化されています。耐食性の高い材料、異種金属の溶接には特性を損なわない条件、溶接材料の選定が重要となります。

金属学の基礎を学ぶと、これまで見えていなかったことが理解出来るようになります。もっとお知りになりたい方は ATAC 事務局へお問い合わせ下さい。

【もっと学習をしたい方にお勧めの金属学入門書】

・構造、状態、磁性、資源からわかる金属の科学：
岡本篤樹著（ナツメ社）

・最新金属の基本がわかる事典：

田中和明著（秀和システム）