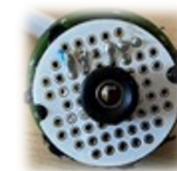


すべての中小企業に向けて...

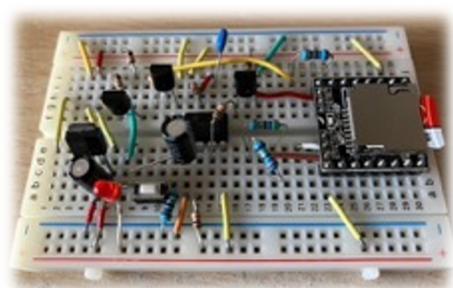
DX のことについて考え、気付き、使えるようになって欲しい...

そのためには、他社の事例を気にするのではなく、できるところから試して欲しい

本書は、それを手助けするための脚本 (=プレイブック) です



IoT マスタープレイブック



初版 2020/03/01

第5版 2025/05/31

中小企業診断士 三上輝彦

【はじめに】

今から 100 年以上も前、16 歳の少年が「光と同じ速度で光を追いかけると、光は止まって見えるのか？」という疑問を抱いたそうである。彼はその疑問を出発点に様々な思考実験を行い、1905 年に特殊相対性理論を発表するに至った。その頃を生きる人々の時代背景に光の速さに関する思考実験を行う必然性や逼迫感があったとは思えず、彼自身に特別な才能があったからこそ行われた思考実験であったと考えるのが精一杯である。

彼（＝アルバート・アインシュタイン）の相対性理論のお陰で知らない場所でも比較的楽に行ける様になったり、安心して飛行機に乗れる様になった現代であるが、現代の経営環境においてはその頃とは逆に、ある思考実験を行う必然性や逼迫感が迫っていると感じている。その思考実験とは「もしも、自分の視覚や触覚が離れた場所で使えるとしたら、自分の仕事はどう変わるのだろうか？」と考えることである。その理由は、彼の時代にはなかった IoT（Internet Of Things＝モノのインターネット）の普及である。

IoT とは何か、という話題については様々な立場や切り口で多くの意見があると思うが、その多様さ故、企業経営の観点では円滑に導入し使いこなすまでの道筋が整備されていない印象がある。フロンティア意識の高い一部の組織にとっては未整備故自分の後に道ができる、と高いモチベーションで挑んでいるところもあると思うが、経営資源に制約がある中小企業においては、やはりある程度の指針がなければ入口に立つことさえ厳しいと感じている。

そこで筆者は、なぜ IoT なのか、という切り口で中小企業が IoT を使いこなせる様になるまでの脚本、すなわちプレイブックを整備したいと考えた。約 100 年前の光の速さに関する思考実験が現代社会の技術基盤を支えている様に、これから読者の皆さんが行う IoT に関する思考実験が今後の経営基盤強化に役立つことを願っている。



（補足）冒頭のアインシュタインの疑問は雑誌 Newton 2013 年 10 月号、特集：「アインシュタインの時間論」より引用した。

【改訂時コメント】

2020年3月の発案時から5年以上経過したが、他者（他社）の事例に頼らず脚本思考でスキルを蓄積していくという本質的な部分にブレはないが、二つの点を意識して改訂を決意した。一つ目は、IoTという言葉がいつの間にかDXという単語に飲み込まれてしまった印象があること、二つ目はChatGPTを初めとした生成AI技術の活用方法について追記したいからである。

ここ数年で、国や地方自治体等による施策に関連して『DX推進』という言葉を見かけるようになったが、そもそもこの言葉を使う人たちは『なぜDX推進が必要なのですか？』という問いに対して正しい答えを伝えられるのだろうか？筆者の推測で申し訳ないが、施策として『DX推進』という言葉を使う人たちの間では、『人口縮小、成熟期経済において労働生産性を高めることが急務だよね』と誰かが言えば、『確かに、そうだよ！』で済む人たちが物事を決定しているのだと考えている。

では現実問題として、地方自治体の職員等が地元の中小企業経営者から、『そもそも生産性って何？』と聞かれた際、その職員は相手を納得させられるような対応ができるかどうか、考えたことはあるだろうか？残念ながら筆者の経験では、双方が納得できるような会話が成立する可能性は極めて低いと考える。だからこそ、その困惑に巻き込まれたくない行政側は先行事例に頼るしかなく、売上が上がったとか経費が削減できたとかの事例を集めることに躍起になるのではないか？

無論、事例紹介のすべてが悪いとは言わないが、企業支援の観点からは事例に頼らない手法が必要だと考えている。そのためには、関係者がそれぞれの立場において『生産性って何だろう？』と考えることが重要であり、その際に使える手法の一つにIoTがあると考ええる。DX推進という言葉に飲み込まれてしまった印象があるが、IoTの考え方をすっ飛ばしてはDX推進は成り立たないということを改めて主張し、内容を強化する。

補足）本書で紹介している生成AIは、主にOpenAIが提供する対話型AI「ChatGPT」（バージョン：GPT-4、利用日：2025年5月時点）を活用しているが、イラストについては「いらすとや」様の素材を利用している。

<筆者略歴>

- ・1992年3月 弘前大学理学部情報科学科卒業
- ・同年4月 首都圏の独立系ソフトウェアメーカーへ就職
その後、Uターンや再上京等繰り返し、20年弱ソフトウェア開発に携わる
※プログラミング、システム設計、ネットワークサーバー構築／保守等を経験
- ・2010年4月 中小企業診断士登録
- ・2011年6月より2021年3月まで 県の中小企業支援機関にてコーディネーターとして活動



<活動による気づき>

- ・中小企業経営は100社あれば1,000通り
 - ・【点】の支援も必要だが【線や面】での支援が必要
 - ・特に、公的支援機関であれば線や面での支援をすることが存在意義となりえる
 - ・しかし、線や面での支援は言うほど簡単ではない
 - ・そうは言っても世の中は劇的に進化している
 - ・その象徴的な事象が情報通信技術（ICT）の深化
 - ・ICTの観点から線の支援を行える支援機関が絶対的に少ない
 - ・日本でデジタル化（ICT活用）が進まない理由は**前例踏襲**と**事例偏重**
-
- ・前例踏襲 = 「推進するための人材がない」という最もらしい理由で済ませようとする
 - ・事例偏重 = 「他社が成功した事例」がないと説明できない、またはやろうと思わない
 - ・推進に必要な要素を分解し、専門知識や事例に頼らずにデジタル化に挑戦できる支援が必要では？
 - ⇒ IoT マスタープレイブックの誕生
 - 【きっかけは、Andrew Ng 先生による、AI Transformation Playbook という論文】

<目次>

【はじめに】	1
【改訂時コメント】	2
第 1 部 IOT 習得のための 5 つの鉄則	5
鉄則 1 背景を知る	5
鉄則 2 触ってみる	8
鉄則 3 目的をイメージする	9
鉄則 4 小さな失敗を蓄積する	10
鉄則 5 支援機関と上手に付き合う	11
【第 1 部まとめ】	12
第 2 部 実践編	13
<プレイブックに基づく成長ストーリー>	14
◆シーン 1. ある場所の状況変化を継続的に画像で確認したい	15
◆シーン 2. モノの重量変化を実際に確認したい	16
◆シーン 3. ある場所の温湿度を継続的に見たい	17
◆シーン 4. 見えない情報（物体の表面温度）を見たい	18
◆シーン 5. 機械が正常に動いているのか遠隔地から確認したい（難易度；高、挑戦要素大）	19
◆シーン X. IoT のはじめ方	20
<施策提言；なぜ脚本思考を主張するのか>	21
<脚本思考の実践例>	23

第1部 IoT習得のための5つの鉄則

ここでは、これからIoTについて中小企業経営に関わる全ての人に知っておいて欲しい考え方を紹介する。筆者自身もこれまで数多くのセミナー等で勉強させて頂いたが、大きな傾向としては以下の3つに集約される印象である。

- ・IoTとは何か、という技術的な説明
- ・業者（サービス提供者）目線による製品やサービス紹介
- ・中小企業による取り組み事例紹介

これにより主催者側としては『最新の情報を余すことなく発信できた』という自己評価なのかも知れないが、知識や情報量に差がある出席者側にとっては、

- ・簡単そうに言っているが、技術的な話は理解が難しい
- ・効果は分かるが、やはり自社の経営状況等踏まえるとハードルが高い
- ・業種業態が異なるのに当社も事例通りにできるのかな？

といった感想が予想され、果たして出席者の具体的なアクションにつながられるのか疑問を抱くことが多々あり、筆者はこれを『力任せの事例紹介』と自戒の念も込めて表現している。『力任せの事例紹介』が全て悪いとは言わないが、なるべく自然体で中小企業が馴染める方法として、【IoTとは何か？】ではなく【なぜIoTなのか？】という考え方が有効だと考えた。以下、その考え方を出発点に5つの鉄則として主張したい。

鉄則1 背景を知る

IoTとは何かという話をする際、簡単な話として「あらゆるモノがインターネットにつながる」という説明があるが、「じゃあ、それで？」となると話が続かない。そこで、ここでは視点を変え、なぜIoTなのかという背景について整理したい。

筆者が学生時代に使用していたパソコン（PC-9801 VX21） ----->
その頃を知っているからこそ、現在の環境の素晴らしさを広く伝えたい
※次頁にある写真は、その時に使用していた記憶装置（=フロッピーディスク）
大きさの割には、記憶できる容量は5ケタ程度少ない



①半導体技術の進歩

半導体というのは簡単に言えばコンピューター内部に使う部品のことであり、身近な例としては USB メモリ等の記憶装置が分かり易い。筆者が USB メモリを使い始めた頃（四半世紀前）は 2 G バイトの容量の製品でも 1,000 円で買えなかったと記憶しているが、現在は性能にもよるが 1,000 円前後で 3 2 G バイトの製品が買えるようになっている。情報を記憶しておくための部品がより小さくかつ安価でありながら扱える情報量が増すことで、パソコンに限らず多くの電子機器等に搭載され、量産効果も加わり更に性能が進化するという図式である。



②情報端末の多様化

筆者が現役の頃、コンピューターと言えばデスクトップパソコンが主流であり、机の上に置いてシステム開発のために使うか、あるいは仕事のために業務情報等を打ち込むのが通常であった。しかし現在はスマートフォンやタブレット、腕時計であっても通信機能を搭載し、場所や時間に制約されることなくさまざまな情報をリアルタイムで取得することが可能となっている。

③通信コストの低下

現在では有線通信であれば光回線、無線であれば 5 G が広く普及し、高速かつ安定した通信インフラが多くのエリアをカバーしている。昨今の物価高の影響により料金は下げ止まった印象はあるが、様々な通信方式を選べるようになり、Wifi よりも到達距離が長い無線（LoRa 等）も月額費用なしで使えるようになっている。料金体系の変動はあるが、様々な手段を選択できるようになっているため、『離れた場所から情報を伝えるためのコスト』としては確実に低下傾向にある。

④開発環境のオープン化

例えばコンピューター上で動作するシステムを開発しようとした場合、10 年ほど前までは高価な開発環境や専門的な開発技術が必要であり、いわゆるプロ、若しくは一部のマニアでなければ試すことさえ難しい環境にあった。しかし、ChatGPT を初めとした生成 AI 技術の普及等により、少しの好奇心があれば簡単にシステムを作ることができるようになってしまった。もはや IoT の領域は、できる人とできない人ではなく、やるかやらないかで差が付く領域であると言わなければならない。すなわち、組織内にこのオープン化の状況を受け入れられない上司がいる時点で、残念ながらその組織の発展は厳しいと思われる。

以上4つの背景で伝えたいのは、時代の進化に伴いデジタル情報が簡単かつ安価に扱えるようになってきているということである。だからこそ『あらゆるモノがインターネットに繋がる』という考え方が生まれ、もう少し考え方を進めると、

- ・半導体技術の進歩により様々なセンサー部品やマイコンを安価で入手しやすくなる
- ・情報端末が多様化すればいつでもどこでも情報を確認できる
- ・通信コストが下がるならいろんなタイミングで情報を送受信できる
- ・開発環境がオープンなら自分専用のシステムを安価で手に入れられる可能性がある

という考え方が将来に向けて見えてくる。故に、以下の思考実験の必要性や逼迫性が高まるのである。

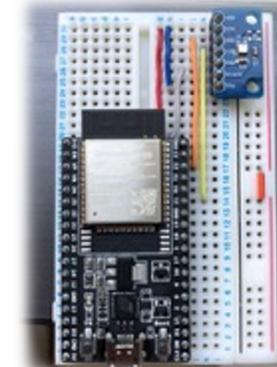
↓ 温湿度センサーの例
無線で温湿度情報を
定期的に送信可能

もしも、自分の視覚、聴覚、触覚等が離れた場所で使えるとしたら 自分の仕事はどう変わるのだろうか？

これがIoTの本質であり、生産性とは何かを考える最初の一步である。ここまでの主張の善し悪しはともかく、世の中の技術が進歩していることは事実であり、この先逆戻りする可能性は極めて低い。力任せのセミナーに参加し、「あんな高価なものは当社に導入できないな」、または事例紹介を見て「当社の社員ではIoTは使いこなせないだろう」、という発想に陥っていないだろうか。

しかし、同じセミナーに出席した臨席の人は気付いているかも知れない、「確かに高価な製品だけど、あの様な考え方で人の配置を効率化できそうだな」、「あの会社は当社と業種は違うが、従業員の自主性を高めるために試行錯誤したんだな」等。前半で力任せの事例紹介を全て否定していないと書いた理由はここにある。気付く人は気付いており、「IoTを活用して自社のビジネスをどうするか、どうしたいか」という思考競争がすでに起こっているのである。

更に言えば、これは事業者のみの問題ではなく、中小企業を支援する側にとっても極めて重大な課題であることを認識しなければならない。このままでは気付けない企業はどんどん取り残され、これまで想像できなかった異次元の業種からの参入により既存の事業者はどんどん食い潰される可能性が高まるのである。これを技術の進化による中小企業の自然淘汰と捉えるか・・・ 筆者は将来のパートナーとなりうる中小企業がこのまま先細りしていく状況を放置できないため、思考競争を支援する重要性を広く伝えていきたい。



鉄則 2 触ってみる

鉄則の1番目としてIoTが普及する背景を認識できれば、『じゃあ、具体的に何をすれば良いのか?』との疑問が生まれてくることを期待したい。幸いにも、現在はやる気さえあれば低予算で簡単に試せる環境があるので、以下で進め方を紹介する。

①自由な環境や発想で故障を恐れず体験することが重要

IoT習得用に市販されているマイコンはいくつかあり、安価なものであれば数千円で購入でき、センサー部品等も含めても5千円あれば十分である。また、無料のプログラム開発環境も充実しており、初めて触る人でも1時間程度で実際に動くものを作ることが可能である。業務で使っているパソコン環境へ影響を与えることなく、独立した自由な環境で安価にIoTを体験することが容易になっている。

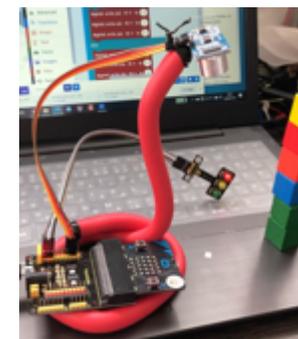
②仮に不具合が起こってもほぼ無害の環境ができつつある

例えば、業務で使っているパソコンに対して実験的な試みをするにはプロのエンジニアであっても怖さが伴う。予備のパソコンがあればやや気持ちは楽になるが、費用面での負担やもしも壊れた程度によっては・・・と考えるとプレッシャーは強い。IoTの良いところはパソコンを実験対象として使う必要はなく、安価なマイコンがあれば始められる点にある。厳密にはパソコンはマイコンに対する命令を投入するために必要であるが、仮にマイコンが壊れたとしてもパソコン本体に害を及ぼす可能性は極めて低い。(少なくとも筆者に被害経験はない)

距離センサーの実験例↓

③試すための情報はインターネット上で沢山見つけられる

そうは言っても実際は、やればやるほど「これってどうなの?」という新たな疑問にどんどん遭遇するはずである。幸か不幸か、生成AIの普及により疑問点の解消に至るまでのスピードが極端に短くなってしまった。生成AIにもクセがありそれなりの慣れが必要ではあるが、使い方によっては丸一日を覚悟したプログラミング作業が1時間程度で終わるケースがあり、これは幸の部分である。不幸の意味は、仮に自分が丸一日かけた作業を、生成AIに慣れた誰かであれば1時間程度で終わらせる可能性があることである。だからこそ、早めに試して使い方に慣れておかないと、不幸側に置いてけぼりになる可能性があるということである。



鉄則 3 目的をイメージする

思考実験の後には是非試行実験を行って欲しい。よくあるサンプルは LED ライトを点滅させる動作 (=Lチカ) であるが、これを実現するためにはマイコンと LED 等の部品を線でつなぎ、LED を点灯または消灯させる命令をプログラム上から指定することで実現できる。この仕組みが理解できれば、あとはどんな外的情報に基づき LED を点灯または消灯させるか、という指定をすれば良い。

① できたら良いな、こんなことできるの? とイメージしてみる

例えば温度センサーと組み合わせて、ある温度までは LED がゆっくり点滅し、その温度を超えたら高速に点滅させることが可能である。その際、点滅させるためには一定の時間間隔で LED の ON/OFF を切り替えることになるが、その切り替えのスピードを温度が 20°C 以下なら 1 秒ごと、21°C を超えたら 0.2 秒ごと、というようにプログラムを作れば良い。プログラムを知らない人からすれば何のことかさっぱり分からないと思うが、いざ触ってみると簡単である。

また、自身の身の回りに起きていることをもっと楽にできないかな? ということがあれば、それをどうやったらできるのかな? と考えてみることも重要である。『これができれば』『こんなことができたら良いな』という自由な発想が IoT を習得するための強力なモチベーションになる。



② 市販品の機能にプラスアルファの機能を加えることができれば・・・

IoT を習得したからといって 24 時間 365 日眠らない『神の眼』を手に入れられる訳ではないが、自身の業務を黙々と助けてくれるパートナーを手に入れられるチャンスは十分にある。例えば、ある環境内の温度を定期的に知りたい場合、市販されている製品 (例: 温度ロガー) では『必要な機能を含んでいるが不要な機能も含まれており割高』という状況の場合、自分に必要な機能に絞り込み自作できる可能性がある。

短期的に見れば、習得に時間をかけるよりは割高であってもその製品を買った方が安上がりであろう。しかし、自分に必要なのはどんな機能で、それはどうやったら実現できるのか・・・と考え、実際に手を動かすことにより得られる経験は店で買うことはできない。また、やってみたところで挫折する可能性もあり、どんな成果が得られるのか保証もない。2つのシコウ実験によって得られる成果については筆者も含め第三者が確約することは難しく、だからこそ低リスクで始めるための脚本 (=プレイブック) が必要であり、それを演出、サポートする支援機関が増えることが望ましい。

鉄則 4 小さな失敗を蓄積する

IoTに限らず物事を前に進めるためには失敗は避けて通れないが、今の時代のIoTこそ小さな失敗を経験するには最高の環境である。

①小さな失敗は成長の糧となり次へのモチベーションに変わる

前述の通り、独立した環境を安価に構築することが可能なため、例えば壊れたとしても金銭的ダメージは小さく、むしろ壊れた（壊した）という経験が次へのスキルアップの糧となるケースもある。こうやったら壊れる、これが原因で壊してしまった、という経験は『できた』という成功体験よりもインターネット上での情報量が少ないため、むしろ貴重とも言え、次へのモチベーションに変わる可能性が高い。そのため筆者もセミナー等の場では、一番最初に口頭で『壊しても構いません』と伝えるようにしている。

②大きな失敗をすると挫折の引き金や止める理由になってしまう

小さな失敗は大歓迎だが、逆に大きな失敗は挫折の引き金や止める理由になるため、習得段階では強く意識して避けなければならないことがある。

(A)お金の計算が絡むところ

例) センサーで何かを計測し、それに応じて課金するような仕組み

(B)命に関わる場所

例) 人が見回るべき箇所をセンサーで代用し、人を関与させない仕組み

将来的にこれらを実現したいと考えることは自然だが、習得状態が若い段階でこれらを行うと、仮に失敗した場合のダメージが大きく、『それでは使い物にならない』という烙印を押されることが明らかである。実現までにはセンサーやプログラミングの作用を十分に経験し、その後も並行試験を行いながら実現性を検証することが不可欠である。

<初手では禁止>

自動課金

人命監視

必ず経験を積んでから

中小企業がIoTを習得するためには、成功体験は必要だが重要度で比べれば失敗体験を蓄積する方が貴重であり、だからこそ他社の先行事例や製品紹介等は参考にはなるが決め手にしてはならない。本格的な導入（大幅投資）は、その組織において必要な『頻度、粒度、精度』を明らかにした後に行うべきである。

鉄則 5 支援機関と上手に付き合う

これまでの4つの鉄則を踏まえたとして、組織としてどう動けば良いのか、実際問題としては難しいと思う。自治体関連で中小企業を支援する機関は様々あるものの、いきなり足を運んでもIoT普及の背景や習得に向けた適切な助言をしてくれるところは殆どないはずである（少なくとも筆者は知らない）。しかし、背景説明や進め方に関する助言はこのプレイブックがあれば十分であり、重要なのは外部の中立的支援者との付き合い方、つまり、『事業者として支援機関に何かをして貰おう』ではなく、『事業者として支援機関をどう使うか』ということである。

①客観的立場から最短経路で習得していくための助言を受けられる

支援機関は中立的な立場であり、モノやサービスを販売することに興味はない。そのため、事業者が何を指してどんなことをやっているかという情報を共有しておけば、それに対して次に取るべきアクションについて客観的意見を述べてくれる。支援機関として技術的に不理解があれば、しかるべき専門家や研究所等を紹介し、適切な助言を受けられるはずである。研究所であれば技術的課題に対する解決策を提示してくれることもあるが、ここに至るまでには継続的な付き合いにより課題を共有しながら信頼関係を築くことが重要である。



②大きな失敗（逆に言うと無謀な挑戦）をしないためのセカンドオピニオン

鉄則4で小さな失敗の蓄積について述べたが、大小の判断を自組織内だけで行う事は難しいと考える。だからこそ支援機関が重要であり、やろうとしていることの意義を共有し、蓄積していくべき成果、失敗による影響の大小等について意見を求めて欲しい。その際は先に述べた頻度、粒度、精度を意識した情報交換をお勧めしたい。大まかには、情報の取得タイミング、対象範囲、内容の細かさであるが、これらを意識すれば他社の事例に引きずられることのない自社特有のニーズが見えてくるはずである。

③新たな挑戦（無謀ではなく革新性や先進性等）に向けたパートナーとして

支援機関にも分野ごとに得意不得意があるため、ベストな意見を期待して足を運ぶと肩透かしを食らうことは間々ある。だからこそベストではなくベターを求める姿勢で臨めばその内自身と相性の良い支援機関に巡り会えるチャンスも増えてくる。そうなれば、緩やかな連携から始めて継続的な付き合いが生まれ、IoT習得を目指して始めた2つのシコウ競争が、地域における新たな価値共創に化ける可能性が潜んでいる。

【第1部まとめ】

初版作成時、時代の進化に伴い IoT という考え方が普及し、この先5年程度で消費市場のみならず労働市場も大きく変わる可能性に危機感を持ち、中小企業の生き残りに向けた考え方について私案を述べた。その頃から5年が経過し改めて世の中の情勢を鑑みると、流行病による大規模な経済停滞、急激な物価上昇、働き方改革等による労働環境の変化、生成 AI の登場による知的生産性の劇的向上等、その当時の予想よりも明らかに大きな変化が起こっている。特に深刻なのは地方人口の減少であり、残念ながら我が青森県の人口減少率は全国ワースト上位である。

中小企業支援の視点に絞れば、人口減少という傾向に立ち向かう術はなく、如何にしてその地域を含めた企業の業務を継続して貰うかという観点で支援策を考える必要がある。企業経営には①従業員、②顧客、③製品またはサービス、の3要素が必要であり、筆者の経験上、経営がうまくいっている企業ではこれら3つとの対話が充実している。

①従業員との対話

従業員間で情報が共有できている、従業員の声が組織の上にも下にも伝わっている等

②顧客との対話

良い話も悪い話も顧客から情報を聞き出し、組織内に取り込めている等

③自社の製品またはサービスとの対話

他社品より良くできないか、作業者が取り組みやすいか、顧客が満足できるか等



冒頭で、『なぜ DX 推進が必要なのか?』という問いかけをしたが、答えは『企業経営における3つの対話を充実させるため』であり、それは自社でやらなければ先には進まない。仮に、現時点できちんとできていると考えられたとしても、『もしも自分の視覚や触覚等を離れたとことで使えたら・・・』という思考実験を行い、それにより3つの対話をさらに充実できる可能性があるのであれば、是非支援機関と相談して欲しい。

脚本というのは演じる人がいて生かされるものであり、それ自体に存在価値はない。この脚本の善し悪しはともかく、背景を知り行動に移す企業が増えることを祈っている。

第 2 部 実践編

ここからは、実際に現場スタッフが IoT を入口としてデジタル技術を習得していくことを想定した内容を示す。まずは筆者の経験を踏まえ 3 年程度のロードマップを示すが、この長さは技術を身につけるために必要な期間というよりも、経験していることが現場に馴染み、その状況に応じた真のニーズに気付くための塩漬け期間のような意味合いが強い。

<ステージ 1> プログラミングと様々なセンサーを経験する

使用ハードウェア：Micro:bit マイコン、各種市販センサー
使用プログラム言語：ブロック（MakeCode エディター）
想定期間：半年程度

<ステージ 2> IoT による遠隔監視を経験する

使用ハードウェア：Arduino マイコン、各種市販センサー、クラウド環境
使用プログラム言語：Python 言語
想定期間：1 年程度

<ステージ 3> 複数のセンサー情報を集約し意思決定のツールとして生かす

使用ハードウェア：RaspberryPi、各種市販センサー、クラウド環境等
使用プログラム言語：Python 言語、その他
想定期間：1 年～（業務で本格運用）

「できる人がいない」で済ませるか？

「できるようになる」か？

一つできるようになれば
次にやりたいことが見えてくる

やらなければ決して見ることはできない

それでも、やらない理由を探し続ける？

このロードマップは概ね 3 年程度の経験で IoT に関する目利きができるようになることを目標とした考え方であり、目利きができるようになれば外部委託の際も費用対効果に見合う投資ができるであろうと考えている。しかし、多くの中小事業者が一から始めるのは現実的に難しいことが筆者としても分かってきた。そこで、プレイブックに基づくこれまでの気づきをストーリー形式でまとめ、読者に具体的なイメージを提供したい。どれかのイメージで行動に勢いが付けば幸いである。

<プレイブックに基づく成長ストーリー>

ここからは実際のユーザーニーズを起点とした IoT 技術の応用実績について記載していく。ユーザーの特定に繋がる情報や業務上のノウハウについては一切公開しないが、技術を実現するための手法はすべて市販の一般部品を使い、プログラムの開発についてもすべてオープンな情報に基づいている。半田付けやプログラミング等、慣れが必要な部分があるものの、ニーズを起点にその都度スキルが磨かれるため、基本的には誰でもこれらの機能を実現することは可能である。

先に結論を述べるが、IoT における真の強者はシステム販売業者でも技術開発者でもなく、現場ニーズを表明し、そのニーズを実際の業務で使えるようになるまで磨き上げたユーザー本人なのである。そこに到達するには自分が動かなければならないが、やればやるだけ自分にノウハウが溜まるため、第 1 部で書いた鉄則を意識していれば途中で断念するようなこともなく、必ず IoT の恩恵を受けられるようになり、それが自社における DX の最初の一步となる。

- ◆シーン 1. ある場所の状況変化を継続的に画像で確認したい ～ 遠隔地のカメラ画像を手元で確認 ～
- ◆シーン 2. モノの重量変化を実際に確認したい ～ これまでの経験を数値で裏付ける ～
- ◆シーン 3. ある場所の温湿度を継続的に見たい ～ 複数地点の温湿度を継続的に取得しリアルタイムにグラフ化 ～
- ◆シーン 4. 見えない情報（物体の表面温度）を見たい ～ 非接触温度センサーの利用 ～
- ◆シーン 5. 機械が正常に動いているのか遠隔地から確認したい ～ 振動センサーの活用に挑戦 ～
- ◆シーン X. IoT のはじめ方 ～ できそうなところを探し、とにかくやってみる ～

◆シーン1. ある場所の状況変化を継続的に画像で確認したい

【きっかけ】ある事業者様から、所有地における降雪の様子を記録したいとのニーズを受ける（2018年～継続）

【対応】市販のUSB接続カメラとマイコン、LTE通信用のWifiルーターの設置により実現を試みる

画像は一定時間毎に撮影しクラウド上へ送られ、手元のスマホ等で適時確認できるようにした

【課題や深掘りされたニーズ】

- ・夜間も撮影したい ⇒ マイコン側から照明のON/OFFを操作
- ・写真だけではなくその時の気温も知りたい ⇒ 温湿度センサーを設置し、画像内に埋め込み
- ・温度によって撮影間隔を変えたい ⇒ 撮影頻度を寒い時は多く、暖かい時は少なくプログラミング
- ・撮り集めた画像を連続で確認したい ⇒ タイムラプス動画として加工

☆2021年1月頃の撮影結果の一部（左から時系列）



日中



夜間（照明 ON）



夜間（照明 ON）



翌朝



昼頃

【効果】

- ・ユーザーは離れた場所から状況を確認でき、手元にデータを残すことができた
 - ・極寒の夜だろうが吹雪だろうが、自動で撮影してくれるのはありがたい
 - ・カメラ、リレー、温湿度センサー、タイムラプス動画等に関するノウハウを蓄積できた
- ⇒市販のカメラシステムもあるが、撮影データを手元に残せ自由度が高いことがメリット

◆シーン2. モノの重量変化を実際に確認したい

【きっかけ】ある農作物を乾燥させる際の重量変化の様子を観察したい（2021年7月頃）

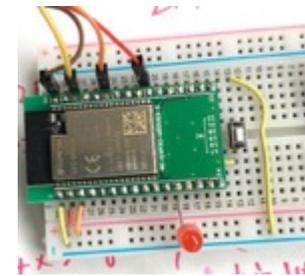
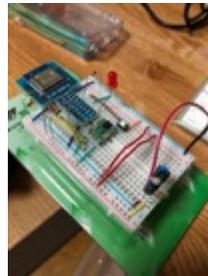
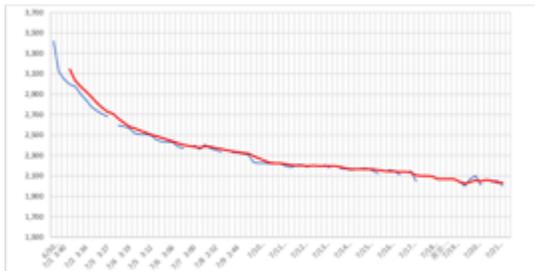
【対応】コンテナ内に重量センサーとマイコンを設置し、定期的に無線でデータを送信する方法を試した
乾電池で駆動させるため、マイコンを省エネで動かす方法を検討した

2019年から温湿度計測に挑戦した土台があり、ユーザー側から全面的な協力が得られた

【課題や深掘りされたニーズ】

- ・乾電池は何日持つ？ ⇒ 最初は手法が分からず数日レベルだったが、最終的には数ヶ月の運用が可能に
- ・これまでの経験との裏付け ⇒ 経験上、重量は約3割減ることが分かっていたが、実測でほぼ同様の傾向を確認
- ・計測データの精度 ⇒ 重量の絶対値は求めず、相対値で検証するように軌道修正した
※この頃は、センサーの出力値を実際の重量に変換する方法に気付けなかった

☆取得データのグラフと計測手法（試行錯誤途中のマイコンも含む）



【効果】

- ・経験則（重量は約3割減る）が客観的に見えるようになり、実作業での省力化を模索するきっかけが生まれた
- ・マイコンを乾電池で長期間運用する方法が分かり、応用範囲が広がった（ESP32単体をDeepSleepで運用）
- ・モノが湿っている状態は電波の通りが悪いことをリアルに経験できた（水が電波を遮る理屈は分かっていたが…）
- ・この頃から、IoTに重要なのは電源の確保と電波であることが漠然と分かってくる

◆シーン3. ある場所の温湿度を継続的に見たい

【きっかけ】ある倉庫内の温湿度の状況を継続的に観察したいとのニーズを受ける（2023年11月）

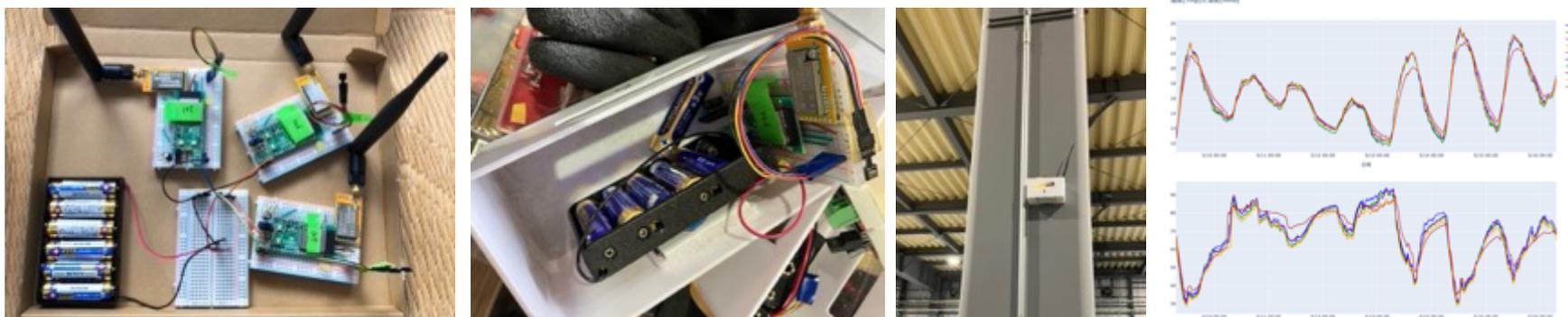
【対応】倉庫内の複数地点に乾電池式の温湿度センサーを設置

倉庫面積が広く Wifi ではカバーできないため中距離無線通信が可能な LoRa 無線方式を導入

【課題や深掘りされたニーズ】

- ・計測頻度、粒度、精度は要求を満たすか？ ⇒ 複数回に分けて検証を行い必要条件を満たすことを確認
- ・データの確認方法 ⇒ 当初は手動でデータ回収していたが、最終形ではほぼリアルタイムの確認を実現
- ・過去のデータから将来予測をすることは可能か？ ⇒ 可能性は高く、現場とのすり合わせ段階へ移行

☆センサーマイコンと実際のグラフ（グラフは Web ブラウザから常時閲覧可能）



【効果】

- ・これまで誰も見たことのない倉庫内の温湿度変化のグラフを全自動で見られるようになった
- ・マイコンは電池式のため適時交換が必要だが、半年程度の連続運転が可能になってきた
- ・当初は Excel によるグラフ作成を考えたが、最終形（全自動）を考えるとプログラミングを覚えた方が楽と判断
- ・この頃から ChatGPT の有効性に気づき、短手数でグラフ表示のプログラムを作れるようになった
※仮に ChatGPT を使っていなければ、全自動でのグラフ化までさらに数週間かかったと思われる

◆シーン4. 見えない情報（物体の表面温度）を見たい

【きっかけ】 温度が視覚的に分かれば何かに使えそう（よくあるニーズだが、コロナ禍で爆発的に表面化）

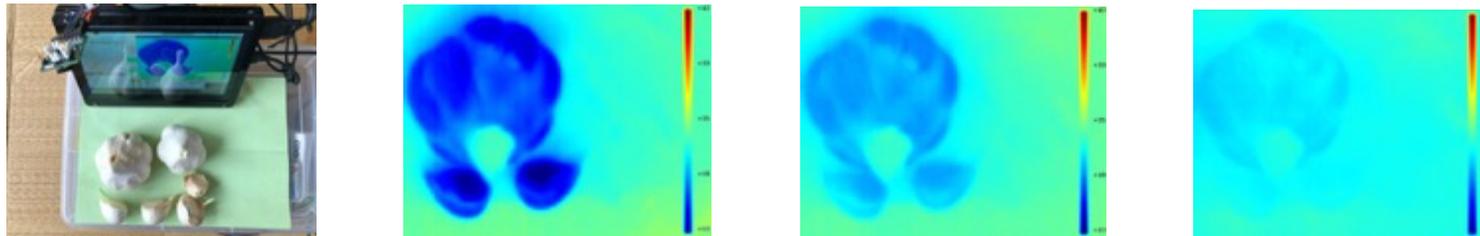
【対応】 非接触温度センサーは何種類か市販されており、一般人でも入手可能

ただし、高精度のものは軍事利用も想定されるため販売管理されているモノもある

【課題や深掘りされたニーズ】

- ・ センサーによって解像度や検出温度範囲が異なるためニーズ次第で使い方を考える必要がある
- ・ 異常熱検知のように見逃しが事故に繋がる場合、本格運用の前段階で現場で十分に検証する必要がある
- ・ 熱の差が不具合につながる事象を事前に確認したい用途にお勧め ⇒ 品質劣化、接合不具合、部品消耗等

☆冷蔵庫から取り出した『にんにく』が、時間経過とともに室温に変化していく様子



※左が撮影風景、右に行くほど青色（＝冷たい）が薄くなっていく（＝室温に近い）ことが視覚的に分かる

【効果】

- ・ センサー毎にサンプルプログラムが提供されている場合が多く、比較的容易に実現可能
- ・ 目で見えない現象を、自身の管理データとして手元に残せることが最大のメリット
- ・ 無線で送れば、離れた所にあるモノの温度情報を確認できる
- ・ 温度変化を視覚的に認識させることで作業品質の向上が期待できる場面での利用が考えられる
- ・ カメラを付けたいが一定のプライバシーを確保したい場合等、検討する価値はある
- ・ 非接触での表面温度計測のため、精度を求める用途には向かないことに注意（温度差の把握を重視）

◆シーン5. 機械が正常に動いているのか遠隔地から確認したい（難易度；高、挑戦要素大）

【きっかけ】新規事業で発電機を使うため、その稼働状況を遠隔地から把握したい（2025年）

【対応】ChatGPTに『振動を監視する方法はあるか』と聞いてみたところ、興味深い回答が得られた
市販のマイコンを活用して、Peak周波数により稼働状況を把握できる可能性はあるとのこと
※実際には、有用な回答を引き出すためにはある程度具体的なニーズの入力が必要

【課題や深掘りされたニーズ】

- ・プログラムはChatGPTにより、約80%の精度で流用可能なものが提示された
- ・実際に発電機に固定し観察したところ稼働時には特有の周波数が確認できた
- ・ChatGPTでは理論的な解説もしてくれるため、疑問点にはその都度丁寧な解説が得られる

☆具体的に給湯器の稼働状況を観察した例



← 停止状態
Peak は定まらない



← 稼働時
Peak が42 Hz に出る

※理論上、周波数は一定の範囲内に納まることが知られており、その範囲を頻繁に外れると異状を推測できる。

【効果】

- ・そもそも稼働状況を把握する手法としてこれが正しいのかどうかは分からない
- ・実際、Peakとして表示される値は常に一定の値ではない（但し、停止している時の判断は容易）
- ・しかし、初手から専門家に依頼し高い費用負担をする必要性はない
- ・安価に入手できるツールを活用し、できるところから始めて自分にノウハウが蓄積できることが最大のメリット
- ・今後は実運用を通し、納得できる情報が得られるか検証を繰り返していく
- ・新たな挑戦は小さな失敗を蓄積するチャンスであり、使用者自身のスキルアップに繋がる

◆シーン X. IoT のはじめ方

【離れたところに何を置きたいか？】

- ・ 取り組みやすいのは、視覚、触覚、聴覚の順
- ・ 味覚や嗅覚についてはハードルが高く、初手からの選択はお勧めできない

【どんなセンサーが使えるか】

カメラ、温度、湿度、重さ、リードスイッチ（ドア開閉等）、加速度、人感、圧力、・・・
⇒ ChatGPT に聞くとある程度のことは教えてくれるため、使い方を覚えなければ大損

【クリアすべきポイント】

- ・ 頻度 = 計測する（見る）時間間隔
 - ・ 粒度（密度）= 計測する空間範囲
 - ・ 精度 = しきい値（○○になったら△△する）が安定して得られるかどうか
- ⇒ ここは組織毎に答えが異なる部分であり、他社の事例だけでは絶対に解決できない
⇒ 専門業者に金を払って工数を節約するか、工数を使ってノウハウを蓄積するかの違い



☆非接触温度センサーの例
完成品は数万円で市販されているが、IoT に慣れてしまえば自作も可能であり、自身でデータの保持や分析が可能になる

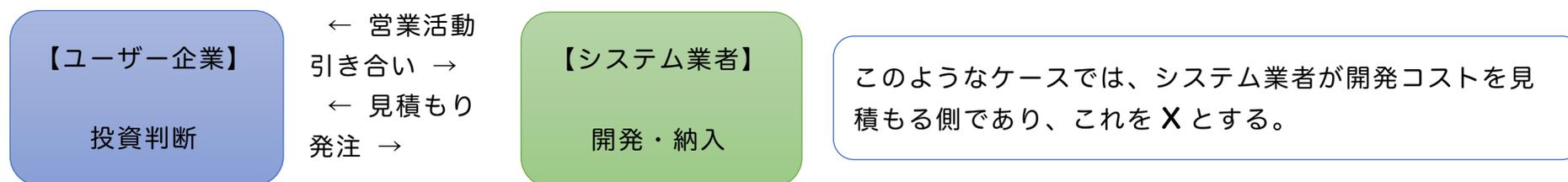
【餅は餅屋？】

- ・ 顧客に直接的に作用するコト（≒顧客の口に入る餅）でなければ自社で試行錯誤（≒自家消費）して欲しい
- ・ 自家消費する餅であれば、多少失敗してでも自作で経験を積み、最終的に顧客への提供に役立つ
- ・ 但し、ある程度費用負担の妥当性が認識できるようになった際には、専門業者へ依頼することも検討したい

こんなことができるのか？自分で手を出してもいいのか？と自ら（自組織内で）考えられるようになることが本書を作成した最大の狙いであり、これは他社の事例を追いかけては絶対に到達できない領域である。IoT を含めデジタル活用分野において筆者が事例偏重の姿勢を好まない理由が少しでも伝われば幸いである。

<施策提言；なぜ脚本思考を主張するのか>

ある企業が DX 推進、すなわち情報化投資を行いたい場合を想定し、専門家集団であるシステム業者に依頼するケースを考える。



このとき、

- ・ユーザー企業が投資判断を行うための材料は、他社の先行事例や費用を抑えるための補助金の有無が相対的に強くなる。
- ・システム業者側は営利企業としてリスクを背負うため、X を最大（10割）で見積もらざるを得ない。

そのため、行政側の施策としては、

- 事例集の作成と、事例に繋げるための補助事業の展開
- 開発費用を抑えるための補助金制度（IT 補助金など）の展開

に力を入れ、ユーザー企業が投資判断をしやすいような施策展開をしていると感じている。

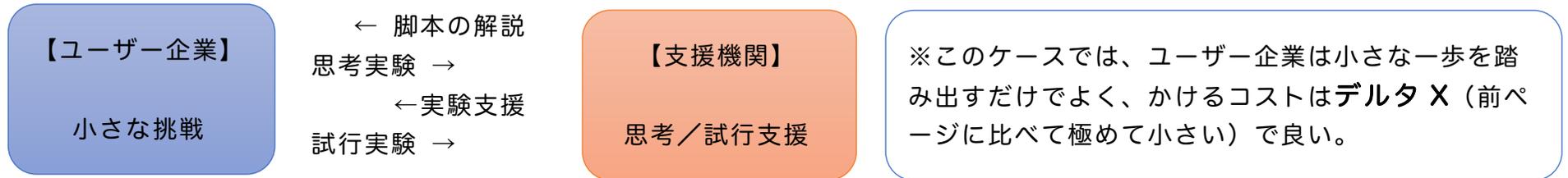
ここで問題提起するのは、この考え方が果たして DX 推進に有効なのかどうかである。

- ・事例を集めたい側からすれば、一部の成功事例にフォーカスし、極めて有効だと主張したいはずである。
- ・仮に不十分を認めたとしても、それは仕組みの問題ではなく、時間経過により必ず成果が出ると主張されるのかも知れない。

しかし、20 年近くシステム開発側に在籍し、10 年以上中小企業経営の実態を見てきた経験から言えば、そもそも X（開発コスト）を 10 割で見なければならぬ前提を変えない限り、中小企業における DX 推進は絶対に広がらないと考えている。

注）ここでは、業者によって初期導入コストを減らすために様々な工夫をされていることを否定する意図は全くない。

だからこそ、低リスクで始められる脚本（＝プレイブック）を作る必要があると考える。



このとき、

- ・ユーザー企業は小さな思考実験で情報化投資への第一歩を始めることができる。
- ・支援機関は中立的な立場で思考実験に付き合うことが求められる。
- ・必要なコスト X は大幅に少なくなり、かつそれは社外流出せず自社の習得コストとして将来へ残る。

そのため、行政側の施策としては、

- 有効な脚本（＝プレイブック）の作成とその演出を支えるための支援体制の整備
- 思考実験から試行実験までサポートできる人材の確保と育成

に力を入れ、ユーザー企業の底上げを目指す施策展開をすべきと考える。

この考え方によるメリットは以下のように考えている。

- ・どんな業種の中小企業でも、費用を抑えながら DX 推進の入口に立てる。
- ・試行実験支援には、地域内の学生等を加えることも可能。（ただし、企業側の脚本理解は必須）
- ・経験を積むことで、開発コスト X の妥当性を判断できるようになる。

最大の問題点は、世の中で DX 推進の必要性を訴えているにも関わらず、開発コストを X のまま（良く分からないという意味）にし、その要因分析をせずに政策展開されていることだと考える。そのため筆者は X を ΔX に分解し、本来の主役であるユーザー企業が安心して挑戦できる土台を作りたいと考えている。

<脚本思考の実践例>

前ページの内容と一部重複するが、ある企業の課題を出発点として脚本思考の効果を説明する。

【従来型（事例思考）のアプローチ】



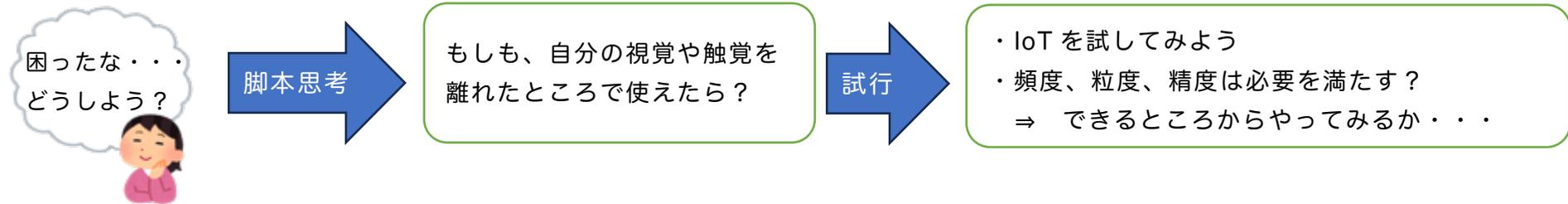
- ・従来の事例思考によれば、まずは類似の事例があるかどうかを調査することが自然の行為
- ・この時、見つかった（＝欲しい）情報は大手企業や有名メーカーが発信している情報である可能性が高い
⇒ 『情報を見つけられやすくするための費用』もかけているため、いわば当然の結果でもある
- ・仮に見積取得となれば、相手企業は最大限のリスクを背負った金額を見積もらざるを得ない
- ・潤沢な資金があれば何の躊躇もなく見積取得から発注に至るであろうが、それをできる企業の絶対数は少ないはず

● このケースの問題点

- ✓ 引き合いを受けた企業側は、営利企業として将来リスクを背負うため、高めの見積書を出さざるを得ない
- ✓ 自社でできる可能性があること（＝外部への費用負担の必要性がないこと）を最初から見過ごしている
- ✓ 企業支援側の施策は主に発注費用を減らす方法（＝補助金）であるため、最初から相手にしないケースもある
※相談を受ける側の対応によっては有効な代案を受けられる可能性はあるが、残念ながら当たり外れの差が激しい
- ✓ 結果、企業課題の解決に向けたアクションは停滞しがち

⇒ 脚本思考が一般的になれば、全く別のストーリー展開になる

【脚本思考によるアプローチ】



- ・脚本の考え方（本書第1部）を踏まえ、課題解決に向けて思考実験を行い実際の計測を行う
- ・計測では必要とする頻度、粒度、精度を検証していく必要があるが、最低限の構成から始めて構わない
- ・計測では基本オープンな技術を使うため、専門技術者でなくとも関わるのが可能である
- ・社内人材を中心に進められるため、専門業者に対して金銭で将来リスクを委ねる必要性は全くない

● 脚本思考により生まれる可能性

- ✓ 出発点は『自社で思考実験を行うこと』であり、外部への費用負担なしで始めることが可能
- ✓ 将来リスク（やってみないとわからないこと）は経験を積むことで自社の財産に変わっていく
- ✓ 支援機関が思考実験や試行実験に対応することが当たり前になれば支援機関の存在価値が高まる
- ✓ オープンな技術を使う以上、支援側として学生等にも参画してもらうことが可能となる
- ✓ 多くの企業が低リスク、低コストで課題解決に向けた第一歩を踏み出せるようになる
- ✓ 地域内で第一歩を踏み出す企業が増えれば、必然的に支援機関や専門企業の需要の底上げになる

⇒ 課題解決に向けて必要な費用負担を減らすような施策（≒補助金制度）も有効かも知れないが、課題解決のために要素技術を分解し、企業自らがそれらに対して低リスク、低コストで取り組めるような考え方（=脚本）を普及させ、その実行を手助けする支援機関を増やすような施策があっても良いのではないか。