

公益社団法人 日本技術士会 中部本部 三重県支部 平成31年3月1日発行 No. 11 (89)



巻頭言

三重県支部 幹事

池田和人 技術士（化学、総合技術監理）



三重県支部で企画研修委員会の委員をさせていただいております池田和人と申します。これまで県支部主催行事や産学官関連行事の企画運営の他、

中部本部CPD委員会に県支部員として参加させていただき、中部本部主催行事の企画運営にも携わらせていただきました。会員の皆様の自己研鑽に少しでもお役に立てるよう、そして多くの皆様にご参加いただきご満足いただけるよう幹事や委員のメンバーと談論風発しながら奮闘している次第でございます。

さて、私事で恐縮ではございますが、私はこれまでJSR株式会社という化学メーカーで働いて参りました。化学工学という専門分野を軸に合成ゴム、合成樹脂、機能性材料といった素材に係わって参りました。化学工学の技術者は、一般的に化学者としてイメージされる白衣姿の研究者と異なり、化学プラントという大きな設備を相手にします。そして流動、伝熱、抽出、蒸発といった化学工学理論を武器に化学装置を設計・操業します。化学プラントは反応器、タンク、蒸留塔などが配管で連結された複雑なプロセスで構成

三重県支部長 竹居 信幸

〒510-0025 三重県四日市市東新町2-23

東邦地水(株)内

TEL 059-331-7311

FAX 059-331-8107

E-mail: nobuyuki-takei@chisui.co.jp

されています。そしてこれらは中央制御室での高度な自動制御により運転されています。化学プラントに来られると「思ったより人が少ない」と思われるでしょう。化学工学の技術者としてビッグスケールの醍醐味を味わいながらも安全第一をモットーに日々努めております。

私は平成21年に化学部門そして翌年に総合技術監理部門の技術士資格を取得致しました。技術士になって今年で早10年を迎えようとしております。人生の苦杯をなめていた当時、夢中になれる何かが欲しいとの単純な動機で挑んだ技術士受験ですが、技術士試験への合格が日々の生活の中でのシンプルで明確な目標となり、この目標への挑戦が生活の安定を授けてくれました。また技術士資格への挑戦により学問に向き合う楽しさが多少分かるようになり、最近は憲法学・法律学・経済学などにも暇を見つけて挑戦しております。特に憲法学につきましては、幸い県支部例会や中部本部化学部会で講演の機会をいただきました。憲法学は人々の自由・平等・平和そして国家のあり方を洞察する学問です。憲法学説や判例を学ぶことにより社会のあり方に対する理解が深まったような気がします。

最後に「技術士会の行事へのいざない」を

させていただきますと思います。技術士会の
行事には次の良い面がございます。

- ◇ 多様な分野から深い専門と雑学を備えた
ユニークな老壮青が集まります。
- ◇ 利害や束縛のない関係を築くことができ
ます。実に気楽で自由な関係です。
- ◇ 苦痛であるはずの勉強が実は気分転換に
なることに気づかされます。
- ◇ 技術士会の会費を払っていただければ高い相場
の講演を安く聴講できます。

技術士会の行事への皆様のご参加を心より
お待ちしております。そして皆様の今
後のご活躍を心より祈念致しております。

以上

★トピック事項 1

2019 年度より、二次試験の選択科目が以下
のように変更されました。

部門	改正前の選択科目(平成30年度)	改正後の選択科目(平成31年度～)
機械	1. 機械設計 2. 材料力学 3. 機械工学・制御 4. 動力エネルギー 5. 熱工学 6. 流体工学 7. 加工・ファクトリーオートメーション及び産業機械 8. 交通・物流機械及び建設機械 9. ロボット 10. 情報・精密機器	1. 機械設計 2. 材料強度・信頼性 3. 機械ダイナミクス・制御 4. 動力エネルギー・制御 5. 流体機械 6. 加工・生産システム・産業機械
船舶・海洋	1. 船舶 2. 海洋空間利用 3. 船用機器	1. 船舶・海洋
航空・宇宙	1. 機体システム 2. 航行援助施設 3. 宇宙環境利用	1. 航空宇宙システム

電気電子	1. 発送配電 2. 電気応用 3. 電子応用 4. 情報通信 5. 電気設備	1. 電力・エネルギーシステム 2. 電気応用 3. 電子応用 4. 情報通信 5. 電気設備
化学	1. セラミクス及び有機化学製品 2. 農薬及び農薬 3. 高分子製品 4. 化学装置及び設備	1. 有機化学及びセラミクス 2. 有機化学及び材料 3. 高分子化学 4. 化学プロセス
繊維	1. 紡糸・加工糸の方法及び設備 2. 紡績及び製布 3. 繊維加工 4. 繊維二次製品の製造及び評価	1. 紡糸・加工糸及び紡績・製布 2. 繊維加工及び二次製品
金属	1. 鉄鋼生産システム 2. 非鉄金属システム 3. 金属材料 4. 表面技術 5. 金属加工	1. 金属材料・生産システム 2. 表面技術 3. 金属加工
資源工学	1. 固体資源の開発及び生産 2. 液体資源の開発及び生産 3. 資源循環及び環境	1. 資源の開発及び生産 2. 資源循環及び環境浄化

部門	改正前の選択科目(平成30年度)	改正後の選択科目(平成31年度～)
上下水道	1. 上水道及び工業用水道 2. 下水道 3. 水環境	1. 上水道及び工業用水道 2. 下水道
衛生工学	1. 大気管理 2. 水質管理 3. 産業物管理 4. 空気調和 5. 建築環境	1. 水質管理 2. 産業物・資源循環 3. 建築環境衛生管理
農業	1. 畜産 2. 農産化学 3. 農業土木 4. 農業及び養魚 5. 農村地域計画 6. 農村環境 7. 植物保護	1. 畜産 2. 畜産・食品 3. 農業農村工学 4. 農村地域・資源計画 5. 植物保護
森林	1. 林業 2. 森林土木 3. 林産 4. 森林環境	1. 林業・林産 2. 森林土木 3. 森林環境
水産	1. 漁業及び増養殖 2. 水産加工 3. 水産土木 4. 水産水環境	1. 水産資源及び水産環境 2. 水産食品及び流通 3. 水産土木

経営工学	1. 生産マネジメント 2. サービスマネジメント 3. ロジスティクス 4. 数量・情報 5. 金融工学	1. 生産・物流マネジメント 2. サービスマネジメント
情報工学	1. コンピュータ工学 2. ソフトウェア工学 3. 情報システム・データ工学 4. 情報ネットワーク	1. コンピュータ工学 2. ソフトウェア工学 3. 情報システム 4. 情報基盤

生物工学	1. 細胞遺伝子工学 2. 生物化学工学 3. 生物環境工学	1. 生物細胞工学 2. 生物プロセス工学
------	--------------------------------------	--------------------------

生物工学	1. 細胞遺伝子工学 2. 生物化学工学 3. 生物環境工学	1. 生物細胞工学 2. 生物プロセス工学
------	--------------------------------------	--------------------------

以下の科目は変更なしです。

建設	1. 土質及び基礎 2. 鋼構造物及びコンクリート 3. 都市及び地方計画 4. 河川、砂防及び海岸・海洋 5. 港湾及び空港 6. 電力土木 7. 道路 8. 鉄道 9. トンネル 10. 施工計画、施工設備及び積算 11. 建設環境	1. 土質及び基礎 2. 鋼構造物及びコンクリート 3. 都市及び地方計画 4. 河川、砂防及び海岸・海洋 5. 港湾及び空港 6. 電力土木 7. 道路 8. 鉄道 9. トンネル 10. 施工計画、施工設備及び積算 11. 建設環境
----	--	--

応用物理学	1. 物理及び化学 2. 地球物理及び地球化学 3. 地質	1. 物理及び化学 2. 地球物理及び地球化学 3. 地質
-------	-------------------------------------	-------------------------------------

環境	1. 環境保全計画 2. 環境測定 3. 自然環境保全 4. 環境影響評価	1. 環境保全計画 2. 環境測定 3. 自然環境保全 4. 環境影響評価
----	--	--

https://www.engineer.or.jp/c_topics/005/attached/attach_5698_2.pdf

第35回

みえテクノロジーカフェ

蓄電池による新時代到来

～電力はためられる社会が、

「省エネは美德」は終焉へ～

日 時 2018 年 10 月 21 日

場 所 MG YOKKAICHI

ゲスト

春田要一 技術士（金属、総合技術監理）



日経エレクトロニクス 2018 年 7 月号に掲載された「到来！蓄電池社会」の記事を参考に、みえテクノロジーカフェで講演した。

1. 蓄電池社会の近未来像

1.1 電力をためられる社会が「省エネは美德」を終焉へ

電力はためられない。そんな常識が過去のものとなりつつある。EV や定置型の大容量蓄電池が街中にあふれ、再生可能エネルギーの電力をためて使う時代が近づいている。

電力はためて使うのが新常識になれば、電力自体がコモディティ化していき、省エネが死語になる「バッテリーシンギュラリティー」が

来るのは時間の問題になる。

電力が定額で、しかも激安で事実上の使いたい放題になるという。

通信のブロードバンドサービスのような変革が電力というエネルギーに起こる。

そんな時代の到来が急速に近づいている。それを実現するのが、再生可能エネルギーと大容量蓄電池の大量導入である。

1.2 エネルギーはいまだ“狩猟採集の時代”

学校の歴史の勉強では、農業が始まり食糧をその場で食べる以上に大量に生産することができるようになって狩猟と採集の時代が終焉により、人口が大幅に増え、社会が発展した。次に産業革命により、肥料を含む工業製品が大量に生産される時代が始まり、さらに人口が爆発的に増えた、と習う。

大量生産と競争がもたらす製品のコモディティ化は、生産側には厳しいが、消費者にとっては生活を便利にし、社会を大きく変える原動力になってきた。

物質ではないモノでさえ例外ではない。通信のブロードバンドやビッグデータなど。

さまざまなものが量産とコモディティ化の流れに乗る中で、1つだけ実質的に狩猟採集時代から変わらないものがあつた。エネルギーである。

焚火から大型発電所へと、道具立てや規模こそ現代化、大型化しているが、採掘してきた燃料を、その時必要な分だけ燃焼させてエネルギーとして使う、という点では数十万年前と変わっていない。

1.3 ついに電力も“量産”でコモディティ化

これが、再生可能エネルギーと大容量蓄電池によってようやく変わろうとしている。

太陽光パネルや風力発電システムは他の工業製品と同じで、大量生産できる。

しかもその生産に投入した電力量を大きく超える電力量を発電できるようになっている。いわば“電力の量産”が可能になるからである。

そして実際、これらが大量導入されたことで、従来の発電設備を定格出力では超え出した。しかし、限界もあった。理由は大きく2つ。

- ①1つは出力変動を制御できず、送電設備にコストがかかる上に、出力変動を相殺するための火力発電システムをほとんど減らせなかったこと。
- ②もう1つは余剰の発電が技術的に許されなかったこと。その場で必要な分だけしか発電できないなら、これまでと大きくは変わらない。

1.4 電力の消費は美德に

大容量蓄電池の登場はこの2つを同時に解決する。蓄電池自体も量産によってコモディティ化する。電力を大量生産して余剰分を低コストでためられる、となれば、電力自体のコモディティ化も不可避である。

発電＝燃料の消費、という図式も消えるため、電力は使えば使うほど安くなる。

「電力の消費は美德だ」という世界観が生まれ、通信のブロードバンドによって生活やビジネスが変わった以上に、社会が大きく変わる。

そうした世界は「ソーラーシグナリティ」または「バッテリーシグナリティ」と呼ばれ、経済産業省などもそれが実現する条件や時期についての議論を始めている。蓄電池の大量導入は既に始まっており、もはや遠い将来ではない。

2. 蓄電池導入の動向

メガバッテリーや仮想発電所(VPP)が続々導入され、2020年前にも導入加速している。

再生可能エネルギーの大量導入やEVなど、

大容量蓄電池の量産を強力に後押しする要因が幾つも出そろってきた。

それに伴い蓄電池の価格も大幅に下がりとつある。バッテリーシグナリティ実現の関門となる「ストレージバリティ」、つまり蓄電池を導入しても経済的合理性がある水準までの低コスト化も数年後には現実となる。

家庭向けの容量数 $k \sim 12kWh$ の定置型蓄電池市場が絶好調である。調査会社のシード・プランニングは2016年度に年間3.9万台だった同電池の出荷数が平均年35%増のペースで拡大し、2024年には約42万台になるとみる(図1)。

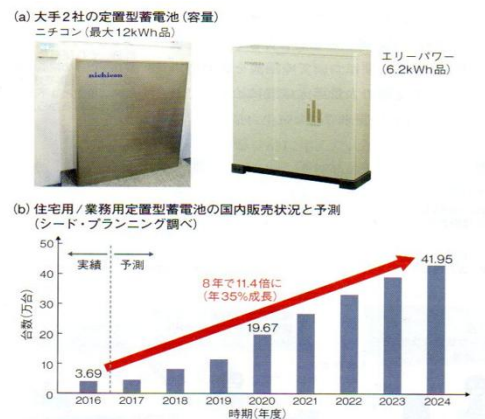


図1 定置型蓄電池市場は急速に拡大
家庭向け定置型蓄電池の大手2社の製品例(a)。2社で累計8万台近くを出荷した。シード・プランニングによれば、市場は急成長中で、数年内に年間数十万台が出荷されることも予測されている(b)。(写真:(a)の右はエリーパワー)

実際、シャープは2014年7月に、クラウドとの通信機能を備えた定置型蓄電池「クラウド蓄電池」を発売したが、「特にここ1~2年、右肩上がりで販売が伸びている。

これはシード・プランニングの予測を上回る勢いである。家庭向け定置型蓄電池「Smart Star L」を販売する伊藤忠商事も「市場はこれから伸びそう」と手応えを感じている。

累計の販売実績で先頭を行くのはニチコン、そしてエリーパワーがそれに続く。ニチコンは累計で約5万台超、エリーパワーは同2万8000台の定置型蓄電池を出荷したとする。

2.1 2019 年問題が“追い風”

こうした定置型蓄電池の現時点の主な用途は、災害や停電時の非常用電源、あるいは、安い深夜電力の料金や太陽光発電の余剰電力をタ方に使うといったものだった。

2011 年 3 月の東日本大震災や 2016 年 4 月の熊本地震といった大地震が相次ぎ、近い将来には南海トラフ大地震などが起こるとの予測がある。利用者の多くは、そうした災害に備えて安心安全を求める人々だった。

ただ、ここへ来て販売が伸びているのは、「太陽光発電の余剰電力を売るのではなく自家消費したいという人が増えている」からだ。

加えて、2019 年末に半ば強制的に自家消費を増やすことを迫られる。「2019 年問題」である。これは、2009 年 11 月に開始された太陽光発電の余剰電力買取制度において、定められていた 10 年の買い取り期間が終了し始めるのが 2019 年で、しかも同制度以前の買い取り制度も同じタイミングで終了するという問題である。

2019 年時点での買い取り終了件数は約 56 万件。2020 年以降も 20 万～30 万件／年の規模で買い取り終了が続く。

買い取り終了対象の太陽光発電パネル利用者は、それまでおよそ毎月 1 万円超あった売電収入が突然なくなることになる。この利用者が採り得る選択肢は、ある定置型蓄電池メーカーによれば

- 「電力会社にタダで電力を提供する」
- 「自力で買い取り事業者を探して契約」
- 「定置型蓄電池を導入して余剰電力をためて宅内で使う」

の 3 択だという。

ただ、タダで提供を選ぶのは心理的に困難である。買い取りをすると発表した事業者もまだいない。そこで、定置型蓄電池の導入を選ぶ

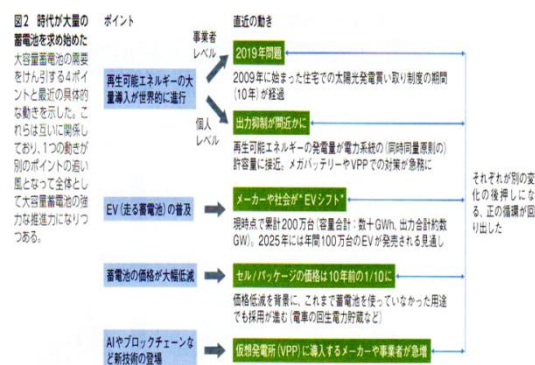
利用者が多くなる、と多くの定置型蓄電池メーカーが考えている。

2.2 大型蓄電池市場を 5 要因がけん引

大容量の蓄電池市場は、今後急速に拡大する要因が目白押しである(図 2)。

具体的には、

- (1) 上述の 2019 年問題、
- (2) 再生可能エネルギーの大量導入が世界的に進んでおり、電力系統を圧迫している問題、
- (3) 自動車メーカーの多くや中国、欧州といった国・地域が“EV シフト”を鮮明にしている点、
- (4) 再生可能エネルギーの発電コストや蓄電池の価格が急速に低下している点、
- (5) 仮想発電所(VPP)への取り組みが増え、人工知能(AI)技術やブロックチェーン(分散台帳)技術がそれを後押ししている点、などである。



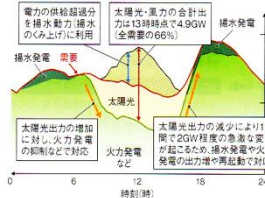
2.3 再エネだけで需要の2倍も

例えば、九州電力の現状がまさにそれである(図 3)。

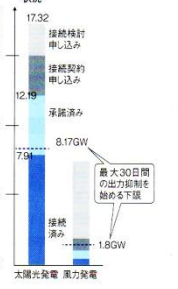
図3 太陽光発電と風力発電だけで系統の電力需要をはるかに超える可能性

九州電力の電力系統では、春と秋の連休中かつ晴天の日中に、電力需要が落ち込む一方で再生可能エネルギー、特に太陽光発電の出力が増え、制御可能な枠を超えてくる。現状では火力発電の出力を調整することで、さらに出力を上げることが可能だが、これを回避している。太陽光以外も含む再生可能エネルギー全体は接続済みで11.4GW、接続検討申し込みまで含めると31.8GWに達している。(図：(a)は九州電力)

(a) 2016年5月4日の九州電力の電力需給状況



(b) 2018年5月の九州電力の系統に対する太陽光発電と風力発電の接続状況



同社の電力系統では2年前の2016年5月4日の時点で既に、太陽光発電と風力発電の出力合計が最大4.9GWになり、全電力需要の66%に達した。

九州電力は火力発電の出力を大幅に下げ、しかもダムの揚水に電力を使うことで供給が需要を超えるのを防いだ。当時の太陽光発電の設備量は6.08GWだった。

現在の同社の電力系統において、太陽光発電は接続済みの分だけで定格出力7.91GW。再生可能エネルギー全体では計11.4GW。接続検討中の分も含めれば同31.8GWとなる。一方、九州電力の電力系統では夏のピーク時でも、15G～16GWの需要しかない。

このため、再生可能エネルギーの発電事業者の多くは九州電力と次のような契約になっている。再生エネルギーの出力が対処可能な範囲を超えると九州電力が判断した場合は、年間で最大30日は出力を系統へ接続しない出力制御をしても補償しなくてよいという内容。春または秋にはいつ出力制御が実施されてもおかしくない。

2.4 再エネは既に安い電力

こうした厳しい状況は四国電力や北海道電力でも同じである。海外では、ドイツやスペイン、英国など欧州の多くの国・地域で同様な課題を抱えている。それでも、再生可能エネルギーの系統への導入は鈍る気配がない。

世界の多くの国・地域では、再生可能エネルギーの発電コストが石炭火力と同程度、あるいはより低い水準に下がってきているから(図4)。

日照条件が良いサウジアラビアでは2017年10月、300MW規模のメガソーラー(大規模太陽光発電所)の発電事業者選定の入札で、1.7857米セント/kWhという超低コストでの電力提供を申し出る事業者が登場した例も出てきた。



2.5 “メガバッテリー”の設置が続々

再生可能エネルギーは制御が大変だが、コストが安くて止められないこのジレンマを解決する手段として多くの電力事業者が選び始めたのが、メガバッテリー(大型蓄電池システム)である。

実証実験を含めると日本でも既に計500MWh超の蓄電池が導入された。ただし、まだ本来の必要量にはほど遠い。国内最大級といえる容量300MWhの日本ガイシ製NAS(Na硫黄)電池を試験導入した九州電力は、「出力抑制の回避に効果があることは分かったが、その程度は概ね1%」と、本格的に使うには規模が足りない。

2.6 ストレージパリティは数年後

九州電力を含む多くの事業者にとって、現時点の導入は規模の上でまだ実験の域を出ない。政府や自治体などの補助金を活用している例も多い。

本格的に導入するには、再生可能エネルギーと蓄電池の発電コストの合計で、他の発電源の発電コスト以下になる必要がある。それは

「バッテリーパリティー」あるいは「ストレージパリティー」と呼ばれる。

電力料金が激安になるバッテリーシミュレーション実現の大きな関門がこのストレージパリティーになる。ただ、その実現も遠い将来ではない。蓄電池パッケージの単価は 2010 年の 1000 米ドル/kWh から 200 米ドル/kWh 前後に低下している。

2030 年には 74 米ドル/kWh になるとする予測がある。ただし、工事費なども含めたシステムとしての価格はこの数倍以上になるとみられる。

最初のストレージパリティー達成は、住宅向け定置型蓄電池で 2020 年代前半になりそうである。

これは、住宅向け電気料金が割高であること、しかも 2019 年問題では住宅における太陽光発電システムの利用者が、同システムの償却をほとんど終えている、と考えられるためである。

三菱総合研究所(MRI)は、定置型蓄電池システムの導入コストが 9 万円/kWh 以下であることが条件と見積もる。

シード・プランニングは、定置型蓄電池市場拡大の中で現時点の価格が 2024 年には半減すると予測する。

現時点の国内での価格は 20 万～35 万円/kWh 前後。半減すれば、安いシステムは 9 万円/kWh を割り込む例もありそうである。

太陽光発電システムと蓄電池の新規導入例では、「6 万円/kWh がストレージパリティーの目安」(MRI)で、その実現時期は「2020～2032 年のどこか」(同)と見る。

2032 年以降にはメガソーラーなどのコストを含まない電力系統においてストレージパリティーが成り立つようになるとしている。

九州電力は蓄電池を電力系統に大量導入する蓄電池コストの目安として、揚水発電システムと同じコスト水準を上げた。

これは、実験で利用した NAS 電池の 7 万円/kWh、43 万円/kW の 1/3 であるという。つまり、容量ベースで約 2.3 万円/kWh、出力ベースで約 14.3 万円/kW となる。

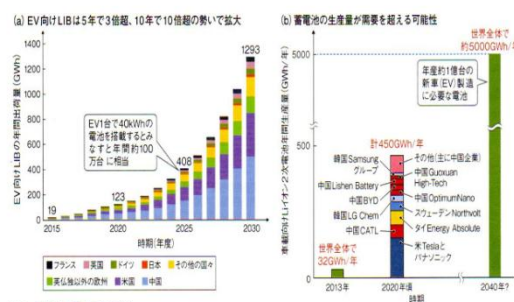


図8 需要も生産量も急上昇
大容量蓄電池の最も強力な推進役はEVだ。(a)、2025年には400GWh超のEV向け蓄電池が出現される見通し。これはおよそ年間100万台のEV分に相当する。2030年には年間300万台に達する。しかし、蓄電池の生産量は2020年時点に比し3倍超も上回る可能性がある。(b)、パナソニックや韓国Samsungグループ、中国LG Chemに加えて、中国の10社近くが巨大な生産能力を投入しつつある。タイなどからも電池メーカーが参戦してきている。(出典: (a)はBloomberg New Energy Finance)

3. 蓄電池時代の競争軸

3.1 仮想発電所が多数出現し、電力、IoT、EV、AIが融合

仮想発電所(Virtual Power Plant: VPP)の覇権を巡る競争が、国内外で始まっている。VPPサービスを担う事業者となるリソースアグリゲーター(RA)は雨後のタケノコのように出現している。

IoT(Internet of Things)サービスやAI(人工知能)、ブロックチェーン技術も巻き込んだ次世代電力サービスの強力なゆりかごになりつつある。

定置型蓄電池の市場拡大に伴って、最近脚光を浴び始めたのが「仮想発電所(VPP)」である(図1)。

VPPは、広域に分散している多数の太陽光パネルや蓄電池、EVの電力系統への連系を通信技術によって個別に制御し、あたかも1台の中～大型発電所または蓄電システムであるかのように利用する技術である。

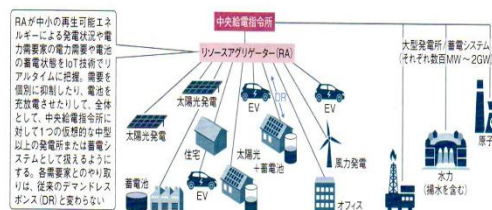


図1 VPPで“ちり”を集めて山にする
仮想発電所（VPP）のイメージを示した。以前から電力サービス会社などがビルや住宅の電気機器を制御して消費電力抑制などを図るデマンドレスポンス（DR）という技術があった。VPPでは需要家に設置した蓄電池に対して、一斉にDRを指示することで、多数の需要家を仮想的中～大型の発電所、または仮想的な大型蓄電システムとみなせるようにする。

アグリゲーターとは、需要家の電力需要を束ねて効果的にエネルギーマネジメントサービスを提供するマーケット、ブローカー、地方公共団体、非営利団体などのことである。自ら電力の集中管理システムを設置し、エネルギー管理支援サービス（電力消費量を把握し節電を支援するサービス）、電力売買、送電サービス、その他のサービスの仲介を行っている。

3.2 部分最適が全体最適に

VPP には次のようなメリットがある。

- (1) 部分最適だったシステムを全体最適に統合できる、
 - (2) エンドユーザーと電力事業者双方に経済的なメリットがある、
 - (3) VPP 自体が新しい電力サービスとなり、新規参入が相次いで電力事業が活性化する、
 - (4) 住宅での派生的なメリットが広がる、
 - (5) AI やブロックチェーン（分散型台帳）の応用の場になる、
 - (6) 大型タービンを用いた従来の発電所に比べて、制御の自由度が大きい、
- といった点である。

例えば(1)について、太陽光パネルや蓄電池のエンドユーザーは、ほとんどの場合、電力系統の全体最適を考えてそれらを導入するわけではない。HEMS と呼ばれる住宅の中の電力利用の最適化、あるいは BEMS と呼ばれるビルの中だけの最適化を想定しているのが普通

である。

ところが、こうした部分最適は住人やビルの管理者にとって大きなメリットを得にくい上に、系統全体の最適化を妨げる“悪手”にすらなる。

具体的には、広域に分散した太陽光パネルの出力変動は、系統全体では互いに相殺してしまうことが多いからである。

わざわざ末端の蓄電池などで出力変動を平準化すると、系統全体にとって本来不要な量の蓄電池を導入することになる。こうした非効率性は高い電力コストとなって利用者に跳ね返ってくる。一方、VPP であれば、部分最適と全体最適を矛盾しない形で実現できる。

3.3 発電設備をシェアリング

(2)の経済的メリットは、エンドユーザーにとっては、太陽光発電の売電収入以外に、電力事業者に蓄電池の容量を貸すことによる収入も期待できるようになる点である。電力事業者にとっては、ユーザーの設備をシェアリングすることで、発電システムや蓄電システムへの投資額を大きく軽減できる。

(3)で VPP サービスに新規参入が相次いでるのは、全体最適の“最適なスケール”と関係する。系統全体での VPP は、数百万から数千万世帯が対象となり規模が大きすぎる。このため、複数の事業者が数万～数十万世帯の単位で VPP サービスを提供する方向になっている。

これが「リソースアグリゲーター（RA）」である。既存の電力事業者とエンドユーザーをつなぐブローカー的な存在で、現在、経済産業省の実証実験向けプロジェクトが後押しとなって、雨後のタケノコのように増えてきた。

3.4 住宅メーカーが RA になる？

RA にとってのメリットの 1 つは、電力自体のサービスとは別の軸でエンドユーザーを囲い込

めることである。

実際、RA には、電力自由化時に参入した新電力に加えて、電池メーカーのエリーパワー、NTT のグループ会社、京セラ、パナソニックやシャープなど、これまで電力事業には直接携わってこなかった異種参入組が多い。

ただしエリーパワーは、こうした VPP を以前から予測して布石を打ってきたとする。同社は筆頭株主が大和ハウスグループであることで、大和ハウス工業の住宅に数多く定置型蓄電池を納入している。「現在、累計 2 万 8000 台の定置型蓄電池はすべて通信機能を備えており、クラウドから制御が可能である。

VPP として使えば、200MWh 以上の蓄電池になる」(エリーパワー代表取締役専務執行役員の河上清源氏)。実サービス提供時には、エリーパワーもしくは大和ハウス工業がそのまま RA となる可能性がある。

3.5 周辺サービスで経済的メリット

(4) の住宅での派生的なメリットにも期待が大きい。例えば、上述のエリーパワーは、パワーコンディショナー(パワコン)の新製品に、NTTドコモの LTE 通信モジュールと、Bluetooth5 対応の通信モジュールを実装した。

Bluetooth5 で住宅内の各種センサーなどをパワコンにつなぎ、見守りサービスなどを提供する考えである。

「電力関連の収支だけでなく、こうした周辺サービスを加えたトータルで考えれば、利用者にとっての経済合理性が見えてくる」(エリーパワーの河上氏)。

一方、ニチコンはパワコンを、太陽光発電、蓄電池に加えて、EV と接続できるようにした。

「太陽光パネルの発電分 2k~3kWh を蓄電池にためて夜、EV に充電すればそれだけでクルマでの通勤分をカバーできる。

すると EV が太陽光で走る事実上のソーラーカーになる。年間のガソリン代約 14 万円が浮く。EV に系統電力から充電する場合と比較しても年間 2 万円が浮く計算である(ニチコン電源センター蓄電システム企画部部長の山本隆禎氏)。

3.6 AI を用いて VPP を自動制御

(5) で触れた AI やブロックチェーンも既に VPP で活躍し始めた。英 Moixa Energy Holdings(モイクサ)は、AI を VPP の最適制御に用いる技「Gridshare」を開発し、実サービスを始めた。電力会社に蓄電池の容量を提供することによる対価も含めると、エンドユーザーは約 10 年で太陽光パネルと蓄電池導入の元が取れるという。

これには日本の企業も注目。2017 年 4 月に東京電力が Moixa に 50 万英ポンド(約 7000 万円)を出資した。2018 年 1 月には伊藤忠商事が 500 万英ポンド(約 7 億円)を出資して、Moixa と資本提携関係を結んだ。

2018 年夏以降に伊藤忠商事の定置型蓄電池システムで AI の運用を始めるという。こうしたサービスは今後続々と出てきそうだ。

AI とは呼んでいないが、シャープは以前から、気象情報などに基づいて蓄電池の充放電を自動制御するサービスを始めている。

Looop やパナソニックは独自開発の AI で蓄電池の充放電を自動化した。

3.7 蓄電池を複数の利用者が共用

大型蓄電池、または VPP による仮想蓄電池を利用し、地域の電力供給を最適化する試みも始まっている。

宮城県の東松島みらいとし機構は 2015 年度に、新興住宅地に大型 Pb 蓄電池を設置した。太陽光発電の発電分と合わせて住宅 85 戸や周辺の 4 病院で発電した電力を共用するサー

ビスを始めた。停電時にはバイオディーゼル発電も利用する。

パナソニックホームズやエナリスなどは、住宅 117 戸に設置した太陽光パネルと蓄電池を VPP で集め、共同で利用する実証実験をしており、蓄電池が各住宅に分散している。蓄電量が不足している家は、発電量が過剰な住宅から電力融通を受けられる。

3.8 ブロックチェーンで定額制実現

ドイツではこれをさらに発展させた実サービスが始まっている。ドイツ Sonnen(ソネン)は 2016 年 11 月に始めた VPP サービスで、エンドユーザー間で電力を融通することで、上限付きながら電気料金を定額制にした。定額分なら従量料金は不要になる。Sonnen はこれを「電気料金ゼロ」とアピールする。

実際には、定額料金に加えて、太陽光パネルや蓄電池の導入・保守コストがかかるが、それらは約 11 年で回収できる計算。システムの導入コストがさらに低減すれば、実質的な電気料金も大きく下がることになる。

蓄電池間の電力融通には、ブロックチェーンを用いており、集中型の大型サーバーが不要だとする。

Sonnen は既に、米国やオーストラリア、イタリア、ノルウェーなどにもサービスを広げている。

蓄電池は用いていないものの、エナリスもブロックチェーンを用いた実験を実施済みである。近い将来の VPP では、AI やブロックチェーンが不可欠の技術になりそうである。

3.9 太陽光発電分を夜間に FIT 価格で売電

(6)の、VPP で重要な、発電や充電の制御技術も開発が進んでいる。開発したのは NEC で大きく 2 つの技術がある。

1 つは、VPP を構成する 1 つの蓄電システムの

充放電をより精密に制御・管理する技術である。具体的には、大容量蓄電池にためた太陽光発電由来の電力を夜間、系統に放電(逆潮)することで、蓄電池を揚水発電のように使えるようにした。

開発の直接の目的は、電力会社がメガソーラーの出力制御を実施しても、太陽光発電で発電した分を捨てずに、FIT 価格で売電できるようにすることである。

これまで蓄電池からの逆潮は、太陽光発電由来以外の電力になる可能性を排除できず、それを FIT 価格で売することは許されなかった。

一度蓄電池にためてしまっても、特定の発電技術由来の電力に他と区別する“色”を付けられるようになれば、発電源を選べるようになるサービス提供が容易になりそうである。

4. 次世代電池技術

4.1 どこまで下がる電池の価格、コスト 1/100 の技術登場

蓄電池社会実現の大きなポイントは、蓄電池の導入コストを大きく下げることである。

この点、スマートフォンや EV のような移動体に載せるエネルギー密度重視の蓄電池とは、開発の方向性が違ってくる。

電力が激安になるバッテリーシングularity実現の重要ポイントは、蓄電池システムの導入コストである。

2. で触れたように、再生可能エネルギーの発電コストは少なくとも海外では非常に低くなってきた。

これで蓄電池の導入コストが下がれば、再生可能エネルギーと蓄電池のコストを合計しても、既存の発電源に対して十分競争力があるストレージパリティが実現し、蓄電池の本格導入が始まる。

目安となる蓄電池システムの導入コストは、家庭向けで6万～9万円/kWh、電力系統向けでは2万円/kWh超である。

4.2 電池以外のコストが大半

一方で現状、特に日本における家庭向け定置型蓄電池システムは工事費込みで100万～300万円と高い(図1)。

価格単価では20万～35万円/kWhとみられ、ストレージパリティの目安とは乖離がある。内訳をみると、電池パッケージが2万～5万円/kWhで、残りは周辺システムや流通マージン、営業コストなどが占める。

パワーコンディショナー(パワコン)の単価も2万～5万円/kWhとみられるため、価格の大半はハードウェア以外が占めていることになる。「我々の出荷価格はずっと低いが、施工業者に下請けが1次、2次とあり、それぞれマージンが必要な日本の商習慣では、末端価格がどうしても高くなってしまう」(ある定置型蓄電池メーカー)。

営業コストも無視できない。「これまでは、蓄電池のメリットが一般には知られておらず、太陽光パネルのある家を1件1件訪問してメリットを何度も説明することでやっと成約にこぎつけていた。それでは1件当たり数十万円の営業コストがかかる」(同)。

(a) 電池価格の8割超が電池以外のコスト



図1 価格高止まりから電池パック値上げの兆しも

4.3 数年の内に半額に

「電池以外のコストが大半」といった課題は急速に解決に向かっている。2019年問題の報道などで定置型蓄電池の意義が知られ、出荷数が伸び始めたことにより、営業コストなどが大幅に下がりつつある。

メーカー側も、コンクリートを使う基礎工事が不要な架台や壁掛け型にするなどの工夫で、工事費などを圧縮する努力をしている。

あるメーカーからは、「2020年ごろには、Teslaに負けない価格でハードウェアを提供できる」という声も聞かれる。

工事費などを含めた導入コストで10万円/kWh前後が数年のうちに実現する可能性がありそうである。

5. コバルト問題

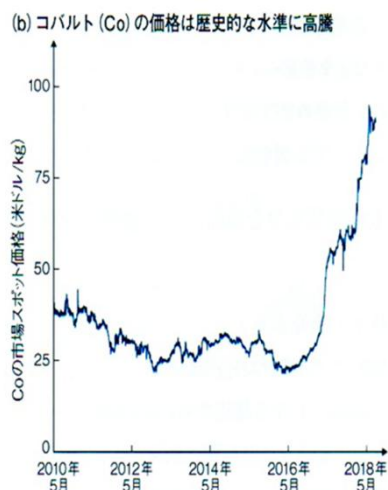
5.1 コバルトの価格は2年で4倍弱に

営業コストなどが下がる見通し一方で、リチウム(Li)イオン2次電池(LIB)のセルやパッケージ自体には逆に値上がりの気配がある。

蓄電池の需要が急増して品薄気味になっているほか、用いる材料のコストが軒並み高騰しているからである。

中でも、LIBの正極に用いられているコバル

ト(Co)のスポット価格は2年で4倍弱と歴史的な高値になっている(図1(b))。



EV 急増への期待感が主な要因といえそう。Co の価格高騰は EV や蓄電池にとって深刻だ。Li やグラファイト(黒鉛)など他の材料は、資源自体は豊富にあるため、増産体制さえ整えば高騰は収まる可能性が高い。

ところが、Co だけは埋蔵量自体に限られ、しかもアフリカのコンゴ民主共和国に偏っている。同国の鉱山では、子供に手掘りで鉱石を採掘させていることが指摘されており、採掘量を容易には増やせない状況である。

5.2 Co 埋蔵量は EV 約 7 億台どまり

仮に採掘量を増やしたとしても、別の課題が出てくる。

現在、EV1台分の LIB には 10kg 前後の Co が用いられている。

一方、Co の世界の可採埋蔵量は 700 万トン弱である。つまり、それらすべてを EV 向け蓄電池に用いても、7 億台たらずの EV しか作れない。

現在、世界では毎年約 1 億台弱の自動車が出荷されている。正極を刷新しない限り、EV 全盛時代は 7 年と続かない。

もちろん、Co を必要とするのは EV だけではない。スマートフォンとかノートパソコンの LIB は、

むしろ EV よりも Co の利用率が高い。

こうした背景から、ドイツ BMW や同 Volkswagen、米 Apple などによる Co 争奪戦が始まっているとの報道も出ている。

5.3 正極に Co を使わない LIB は既に大勢力

再利用以外で蓄電池のコストを大幅に下げる手法もさまざまな角度から検討されている。

その 1 つは、正極に Co を使わない LIB である。具体的には、リン酸鉄系材料を正極に用いた LIB である。

その発端は、東京大学工学系研究科教授で京都大学元素戦略研究拠点副拠点長を兼ねる山田淳夫氏らがソニー時代に開発したオリビン型リン酸鉄リチウム(LiFePO₄)である。

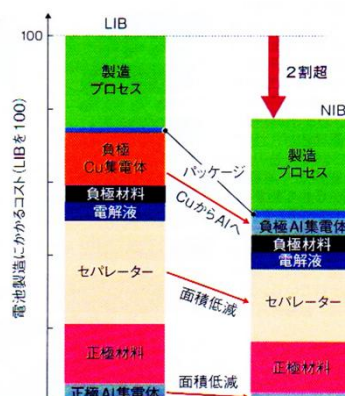
このタイプの LIB は、安全性が比較的高いことから定置型蓄電池市場では、既に一大勢力になっている。

ソニーの電池事業を引き継いだ村田製作所、そしてエリーパワーもこのタイプの電池を製造する。ただし、リン酸鉄系の LIB は電圧やエネルギー密度がやや低く、EV には向かない。

5.4 Na イオン電池がダークホースに

Co を使わず、Li イオンも使わない電池の開発も進んでいる。ナトリウム(Na)イオン 2 次電池(NIB)である(図 4)。

図4 LiやCoの高騰分がなくても2割コスト削減
LIBとNIBの製造コストの内訳を比較した。NIBでは正極層をLIBより厚くしやすいため、セルの面積をLIBに比べて約3割低減できる。加えて、Cuに比べて安価なAlを負極集電体材料として使えることなどで、トータルで2割超のコスト低減になる。この内訳には、電池の輸送コストおよび、最近のCoやLiの高騰は反映されていない。(図：東京理科大学 駒場研究室の資料を基に本誌が作成)



Na イオンは海水などに含まれ、事実上無限にある。加えて、LIB では負極集電体で銅(Cu)

を使う必要があるのに対し、NIB では Cu より安価なアルミニウム (Al) を使える。

加えて Na イオンは、イオン伝導率を原理的に高めやすく、正極層を厚くしやすい。この結果、電池のコストは2割超低減する。最近の Co や Li の高騰を反映すれば、製造コストの差はさらに広がりそうである。

NIB 研究の第 1 人者といえる東京理科大学理学部教授の駒場慎一氏や、東京大学の山田氏は、NIB が既に技術的には LIB に並び、今後 LIB を超える可能性もあると声をそろえる。

根拠の 1 つは、正極材料の選択肢が LIB より多い点。「Li⁺はイオン半径がちょうど遷移金属と同程度であるため、元素が入れ替わりやすく正極に必要な積層構造が崩れやすい。Na⁺はイオン半径が大きく構造がより安定で、材料の選択の幅が広い」(東京大学の山田氏)。

6. まとめ

筆者自身、ソーラーパネルやオール電化を早期導入している。現在買取価格は 49 円/kWh であるが、2019 年 11 月からは 8 円/kWh となる。そうすると電気は売るよりも使う方が得になる。従って、昼間の発電した余剰電力をためて使いたいというニーズが生じる。現在蓄電池が数百万しているがコストダウンされることは間違いないと思っている。採算性がとれる時期を見計らって様子を見ている状況である。

以上

第 36 回

みえテクノロジーカフェ

半導体(IC)はどう作るの？

～AI、IoTを支える技術～

日 時 2018 年 12 月 2 日

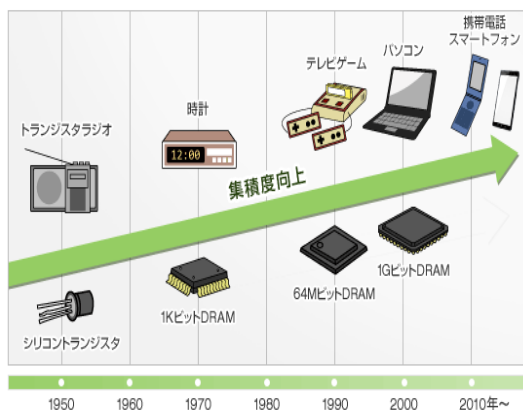
場 所 MG YOKKAICHI

ゲスト

荒木 悟 技術士(機械、上下水道、
総合技術監理)



社会が機械化、自動化、情報化、最適化へと進む中で、昨今、AI や IoT の文字を目にしない日はない。これを支える要素として半導体(IC: 集積回路)がある。かつて日本は半導体製造のトップであったが、今は様変わりしている。あらためて半導体の作り方を勉強し、今後の日本が進むべき方向性などを意見交換できればと思い講演を行った。



講演概要は、半導体(集積回路)の働きとしくみ、その製造方法についてとそれに必要な技術に関して説明を行い、特に小職が設計製造にかかわった製造装置用の配管機器(バルブ、MFC)の紹介を行った。

なお、半導体および業界を把握するために、清水暁生著:「電子回路が一番分かる」、西久保靖彦著:「半導体のしくみ」、菊池正典著:「半導体工場のすべて」を参考文献として引用し説明を行った。

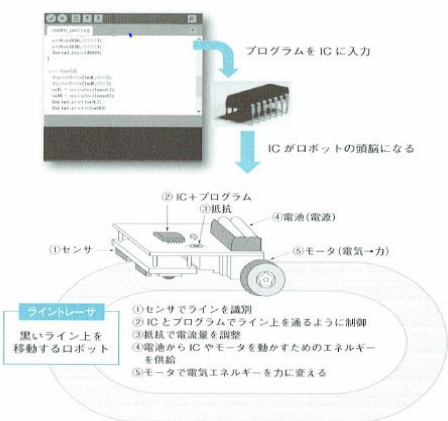
説明順にその項目を以下に示す。

1. 電子回路

(1)電気を通しやすいものと通しにくいもの
導体、絶縁体、半導体

(2)電気と回路と情報

図 1-5-2 プログラムと電子回路の働き



(3)電圧源と電流源

(4)電子回路を作るための部品

表 3-1-1 電子回路で使用する素子

素子名	回路記号	写真	素子分類
抵抗			受動
コンデンサ			受動
コイル			受動
ダイオード			能動
バイポーラトランジスタ			能動
FET			能動
オペアンプ			能動
LED			能動
光センサ (フォトダイオード)			能動

(5)抵抗の働きとしくみ

(6)コンデンサの働きとしくみ

(7)コイルの働きとしくみ

(8)トランジスタの働きとしくみ

(9)ダイオードの働きとしくみ

2. 半導体のしくみ

(1)半導体シリコンとは

元素周期律表

II	III	IV	V	VI
	5B	6C	7N	8O
	13Al	14Si	15P	16S
30Zn	31Ga	32Ge	33As	34Se
48Cd	49In	50Sn	51Sb	52Te

色つきのSi(シリコン)とGe(ゲルマニウム)は単独でも半導体材料として利用される

(2)シリコンの原子構造と結晶状態

図 3-5-1 シリコン原子とシリコン結晶

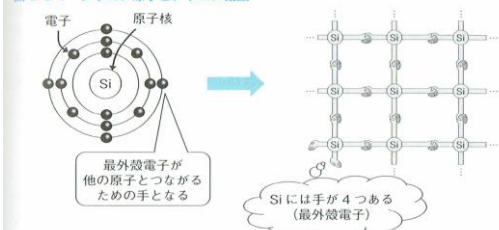
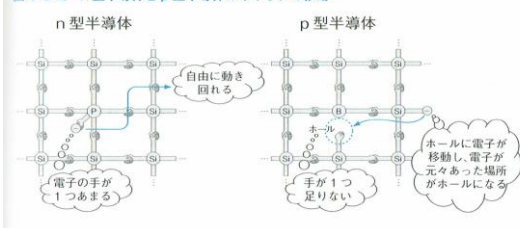


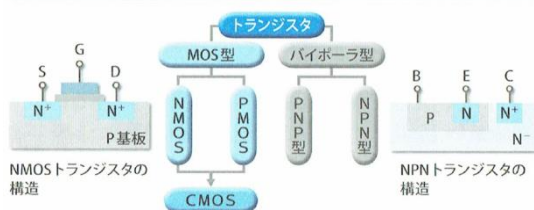
図 3-5-2 n型半導体とp型半導体のキャリアの移動



微量元素を添加したp型、n型半導体のpn接合構造で、電気を流したり止めたりできる。この特性により信号の増幅やスイッチとして使い、これを利用したものが電子回路となる。

(3)トランジスタとは

トランジスタの動作原理による分類



(4)MOS 型トランジスタとは

(5)半導体メモリの種類

(6)DRAM メモリ

(7)フラッシュメモリ

(8)高性能電子機器を構成する IC,LSI

(9)シリコンウエハ上の電子部品

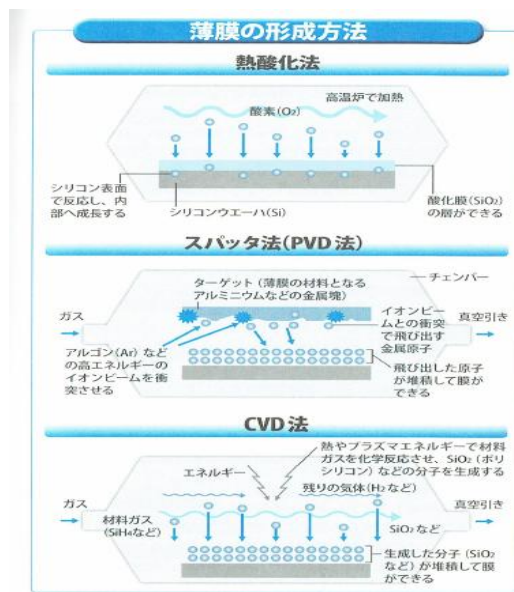
3. 半導体(IC)の作り方

(1)シリコンウエハの作り方

(2)ウエハの大口径化と薄型化

(3)半導体製造に欠かせないクリーン環境

(4)ウエハ上に薄膜を形成するには(反応炉)



(5)微細加工に必要なリソグラフィ工程

(6)フォトマスク

(7)エッチング

(8)不純物拡散

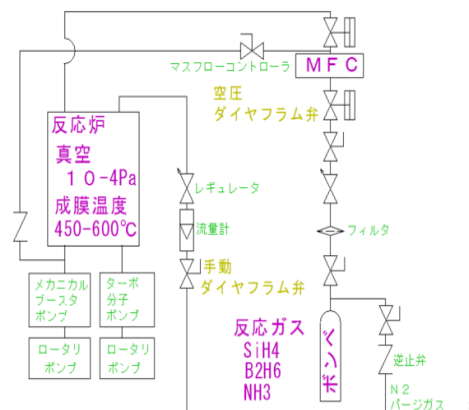
(9)多層化の金属配線工程

(10) 特殊材料ガス

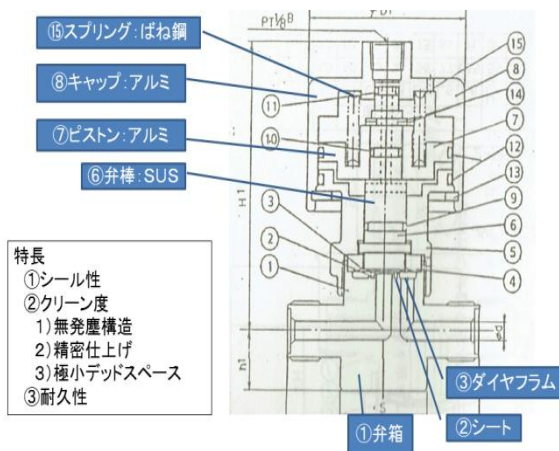
(11) パーティクル

4. 半導体製造装置用配管部品

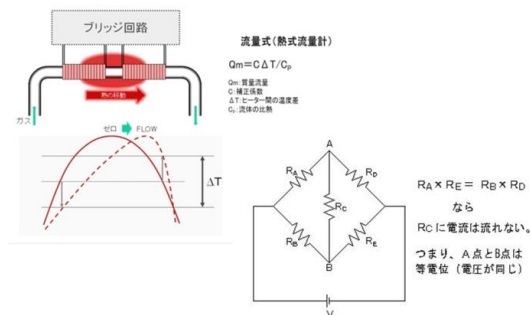
(1)半導体製造装置配管例(減圧 CVD)



(2)ダイヤフラム弁(ストップ弁)の構造



(5)質量流量センサーの仕組み



5. 半導体業界の現状と今後

(1) 半導体業界を取り巻く大きな変化

①ファブレスとファウンドリ

(2) 半導体メーカーの凋落原因を探る

①コスト戦略

②遅れをとった技術戦略

③見誤った製品戦略

④半導体部門の悲哀

⑤合弁の失敗

(3) 再興への処方箋

①コスト削減

②「万能メモリ」で勝負

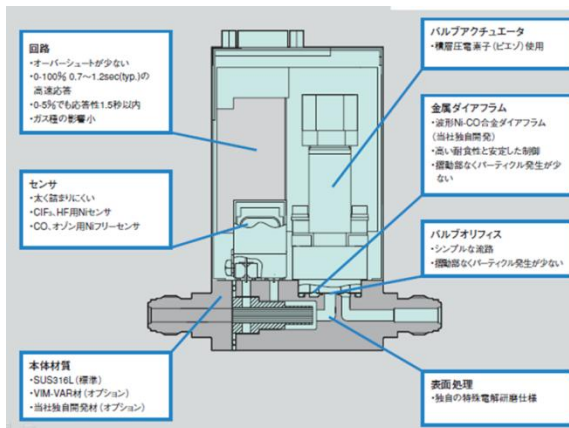
③1~2世代先のファウンドリ・ビジネス

④「総合判断のできる技術者」の養成

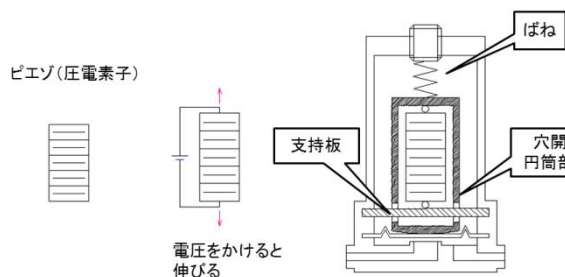
⑤新しいアプリケーション開発

⑥東南アジアの需要をとらえる

(3)MFC(マスフローコントローラ: 質量流量制御弁)の構造



(4)圧電素子を使った制御弁構造



以上

平成 30 年度第 3 回セミナー

会員講演レジュメ

日 時 10 月 13 日(土)

場 所 じばさん三重(四日市市)

〔講演題目〕

工事による地下水位低下量の日本一簡単な
解析手法

〔講師〕

玉腰幸士 技術士(建設)

1. はじめに

地下水は、飲食や工業用水などに用いる貴重で安価な資源である。例えば、河川のない地域でも、地下水を取水して生活や工場を維持することができる。したがって、必然的に地下水の技術は、効率よく長期間安定した取水する理論が発達してきた。半面、掘削工事などでは、地下水は資源ではなく、工事の妨げとなっており、掘削工事などの水替工事では、地下水を一定期間強制的に低下させることが求められる。この急激な地下水低下は、工事周辺地域の井戸枯渇などの地下水障害が発生する可能性がある。この工事の影響による地下水の低下の予測は、取水技術から水理定数を用いて解析するのが一般的である。しかし、一般に土木に携わる技術者は、日ごろ地下水に接していないので、地下水が不圧と被圧に区分され、解析が定常式と非定常式に分かれることや、貯留係数や影響半径および揚水時間の用い方、また透水係数や透水量係数の違いなどが、曖昧であると思われる。また、土質定数や N 値を用いた基礎工事の支持力などでは、計算結果に安全率として 1/3 を乗じるが、地下水の解析では安全率がほと

んどないため、計算結果に自信が持てないことも、地下水解析不安の一因と思われる。

本文では、地下水の検討に用いる内容を解りやすく説明し、水替工事などの地下水の低下による任意の地点の水位低下量を、難しい多くの水理定数を用いずに、掘削面の半径と排水による水位低下量および影響半径だけで、正確で簡単に算出できる手法を記載する。参考文献は、山本荘毅著 新版地下水調査法昭和 58 年 3 月 10 日(古今書院)を用いる。

2. 地下水に関する用語

地下水の解析は、地下水の用語を理解することが必要不可欠である。地下水の用語は、不圧地下水と被圧地下水や、定常と非定常などの対となる内容が数多くあり、そのどちらを用いることが、正しい結果が得られるかを理解することが非常に重要となる。本文では、対になる内容を主体に、その相違を解りやすく説明した後、水位低下量の計算手法を述べる。

前記したように地下水の文献は、地下水を資源と捉え発展してきたので、井戸半径や井内水位などの用語を用いている。本文でも参考文献などの関係で、井戸半径、井内水位(揚水水位)や揚水量などとして表記するが、水替工事などでは、これを掘削面半径、掘削面水位(排水水位)や排水量と置き換えて考えればよい。

2.1 不圧地下水と被圧地下水

帯水層とは、地下水の透水性が良く、地下水で飽和され地下水を取水するのに適した地層で、不圧帯水層と被圧帯水層とがある⁸⁾。不圧帯水層にある地下水を不圧地下水、被圧帯水層にある地下水を被圧地下水と呼

ぶ。後記の本文の水位低下量の算出式は、不圧地下水と被圧地下水の両者に使用できる。

2.1.1 不圧地下水（不圧水）

不圧帯水層は、その最上部に地下水面をもっており、水は直接に土壤中の大気と接している^{8頁}。不圧地下水は、一般に地表面から砂質土などを掘削した場合、最初に地下水面が確認でき、河川水位や降水の影響をうけて地下水位を変動させる。不圧地下水は、自由水や自由地下水とも呼ばれ、排水された水量とそれによって生じた帯水層の間隙量が比例する。

2.1.2 被圧地下水（被圧水）

被圧帯水層は、難・不透水の地層に挟まれて存在し、帯水層中には地下水面をもっていない。一般に、被圧帯水層上部に分布する難・不透水層を被圧帯水層まで掘削すれば、地下水位は被圧帯水層と難・不透水層に接する面よりも上部で認められる。被圧地下水の排水では、不圧帯水層の様に帯水層の間隙が生じることはなく、被圧帯水層の水圧（水頭）が低下するため、地下水が帯水層を押し上げていた水圧が減少し、わずかに層厚が薄くなる。

2.2 地下水位と水頭

地下水面の位置を表すのに、地下水位や水頭といった表記がある。

2.2.1 地下水位

地下水位とは、井戸または管の中に現れる地下水面の位置のことで、被圧水では水頭とよんで区別することが多い^{133頁}。地下水位は、一般的に井戸の天端や地表面などの基点

から水面までの距離（深さ）で表され、その基点の標高が解れば、水位を標高で表すことができる。

2.2.2 水頭

被圧地下水を持つ帯水層（被圧帯水層）は、その地層内に地下水面がないため、水位を圧力エネルギーとして、被圧帯水層の上面（難・不透水層の下面）から、被圧地下水の水面までの距離（高さ）を水頭という。例えば図-1 では、難・不透水層の下面（被圧帯水層上面）より 3.5m の水頭がある。

$$5.2\text{m} - 1.7\text{m} = 3.5\text{m}$$

掘削工事では、難・不透水層の下面に加わる被圧帯水層（A）の水頭を知ること、盤ぶくれなどの対策が検討できる。図-1 の場合、難・不透水層（B）を押しあげる水圧（水頭）は、 34.3kN/m^2 （ 34.3kPa ）が加わっている状態である。

$$3.5\text{m} \times 9.8\text{kN/m}^2 = 34.3\text{kN/m}^2 = 34.3\text{kPa}$$

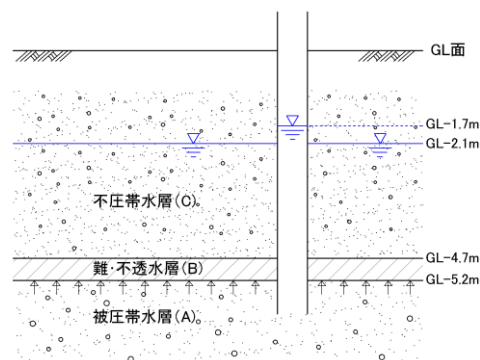


図-1

2.3 定常と非定常

揚水による地下水位の低下変動は、定常（平衡）と非定常（非平衡）に区分される。

2.3.1 定常(平衡)

地下水における定常(平衡)状態とは、一定の水量で揚水しているとき、井内や周辺の水位低下が進行せず、一定の地下水位を示すことである。水替工事などでは、一定の水量で排水する場合、排水量とその帯水層の地下水供給量が等しくなれば、地下水位は均衡された定常状態となり定常式が適用される。

山本荘毅は、定常(平衡)式は、非定常(非平衡)式よりも早く発達したが、理論的には非定常(非平衡)式の特殊形式にすぎない²¹¹頁)。非定常(非平衡)式は、被圧水についてよく当てはまる²¹⁵頁)としている。つまり、不圧地下水は被圧地下水よりも定常状態になりやすいことを示している。

2.3.2 非定常(非平衡)

非定常(非平衡)状態は、一定の水量で揚水しているとき、揚水時間とともに水位低下が進行する。非定常状態で適用される非定常式には、揚水時間に伴って水位低下が無限に進行するため、揚水時間 t が存在する。非定常式では、時間のファクターを用いることで、水替工事などの排水開始から任意の時間の水位低下を求めることができる。しかし、実際には工事の期間中に排水量と地下水の供給量が等しくなれば、それ以降は水位低下が進行しない。

非定常式では、経験的に揚水時間 t を 1 日として計算することが多いが、これは揚水(排水)開始から 1 日で、必ず揚水量(排水量)と地下水の供給の均衡がとれるという意味ではなく、経験的に便宜上利用している。

2.4 透水係数と透水量係数

一般に地質調査などのボーリングでは、透

水性を判断するため透水係数(k)を測定ことが多く、井戸からの取水などでは、帯水層の厚さが重要となるため透水量係数(T)を用いることが多い。

2.4.1 透水係数

ダルシーは、実験によって飽和した地層での流速(v)は、水位勾配(I)と透水係数(k)で比例するとしている。

$$v = k I \cdots \cdots \cdots \text{①式}$$

①式で水位勾配が一定ならば、透水係数(k)が大きい程、つまり透水性が良い程流速が速くなることを示している。また、流速に断面積(A)を乗ずれば流出量(Q)が得られる²²頁)。

$$Q = A k I \cdots \cdots \cdots \text{②式}$$

v : 見掛けの流速 (m/s)

k : 透水係数 (m/s)

I : 水位勾配

Q : 断面積 A (m²) における流出量 (m³/s)

2.4.2 透水量係数

透水量係数(T)は、透水係数(k)に滞水層厚(M)を乗じたものである²⁵頁)。したがって、透水係数は m/s であるのに対して、透水量係数は m²/s の単位になる。

$$T = M k \cdots \cdots \cdots \text{③式}$$

T : 透水量係数 (m²/s)

M : 帯水層厚 (m)

k : 透水係数 (m/s)

2.5 見掛けの流速と実流速

地下水の流速は、見掛けの流速と実流速があるが、一般には見掛けの流速を用いたものが大半で、実流速を測定することは非常に難

しい。

2.5.1 見掛けの流速

前記した様に、①式のダルシーの法則では、水位勾配と透水係数から、得られるのは見掛けの流速で実流速ではない。例えば、①地点から②地点に向かって地下水が流下しているとき、①地点に染料や塩水などを投入し②地点で実際にその到達時間を測定して得られる流速は、ダルシーの見掛けの流速である。

2.5.2 実流速

①地点から②地点の帯水層の間隙を地下水の実際の地下水流は、土粒子を上下左右に避けながら流過するため、①地点と②地点間の距離よりも長い距離を移動している。したがって、実流速は、①地点から②地点までの到達時間は同じでも、①地点②地点間の距離よりも流動距離が長いこと見掛けの流速よりも速い流速となる。

透水係数や透水量係数を用いた公式のほとんどが、見掛けの流速が用いられている。これは、地下水が①地点と②地点間の土粒子間を通過する実流速よりも、①地点と②地点間の距離を到達する時間である見掛けの流速が実用的であるからである。

2.6 間隙率と有効間隙率

帯水層の地下水は、土粒子間の間隙に存在しており、地下水位の傾斜によって、その間隙を地下水が流下する。【参考文献 13 頁表 1.3 間隙率 (%) 参照】

2.6.1 間隙率

一般に飽和状態の不圧帯水層では、間隙の大きさと地下水量は等しくなる。土質試験な

どで得られる間隙比 e は、間隙の体積と土粒子の体積の比で、体積中に占める間隙の割合である間隙率 n と区分される。間隙比 e と間隙率 n との関係は、次式で示される。

$$n = \frac{e}{1 + e} \dots\dots\dots \text{④式}$$

2.6.2 有効間隙率

水替工事などで、帯水層中の地下水を排水する場合、全ての水が排水されることはなく、土粒子の付着水などとして、地下水は、帯水層中に保留される。帯水層の地下水が、排水などによって自由に移動できる水の体積が有効間隙で、体積中のその割合を有効間隙率という。つまり、飽和された帯水層では、体積に占める水量の比率が間隙率で、体積に占める自由に動ける水量の比率を有効間隙率という。有効間隙は、透水性の高い砂質土や砂礫層で大きく、粘性土では小さい。例えば、軟弱な飽和粘性土は、間隙比（間隙率）が非常に大きい、含有する地下水の大半は付着水で、自由に移動できる地下水はほとんどないことから有効間隙は極めて小さい。

2.7 不圧地下水層の貯留係数と被圧地下水層の貯留係数

貯留係数 S は、無次元で表され、不圧地下水と被圧地下水では考え方が大きく異なり、値も大きな差がみられる。

2.7.1 不圧地下水層の貯留係数

不圧帯水層の貯留係数は、前記の有効間隙率にほぼ等しい^{28 頁}。不圧帯水層の貯留係数は、被圧帯水層に比べ非常に大きな値となる。不圧帯水層の貯留係数 S は、 $S=0.05\sim0.4$ の値をとる^{28 頁}。

2.7.2 被圧地下水層の貯留係数

被圧地下水層の貯留係数は、帯水層の圧縮率を示すものと考えてよい^{28頁}。被圧地下水層の貯留係数 S は、 $S=0.005\sim0.00005$ の値をとる^{28頁}。

2.8 不圧滞水層の影響半径と被圧滞水層の影響半径

影響半径は、井戸で揚水を行った場合に、地下水位の影響を受ける範囲を示すものである。理論的には揚水と水位低下の間に平衡状態は存在しえず、影響半径は無限に増大する。しかし、実際には微量の水位低下、たとえば 1 mm 以下の範囲を影響圏として定義することができる^{254頁}。

2.8.1 不圧滞水層の影響半径

不圧滞水層の影響半径は、一般的には被圧滞水層の影響半径よりも距離が短い。不圧滞水層の影響半径 R は、実用的には $R=100\sim300$ m とみてよい^{254頁}。

2.8.2 被圧滞水層の影響半径

被圧滞水層の影響半径 R は、実用的には $R=500\sim700$ m とみてよい^{254頁}。

3. 簡単な任意の地点の水位低下量の求め方

揚水（排水）することで生じる任意の地点の水位低下量は、⑤式を用いることで井戸半径と揚水による水位低下量および影響半径で算出できる。

3.1 水位低下量算出式

任意の地点の水位低下量は、地盤工学会誌 (Vol. 60, No.1, Ser. No.648, P16~19) に記載

の次の⑤式より求める。

$$s = \frac{s_w}{\log(R/r_w)} \times \log(R/r) \cdots \cdots \text{⑤式}$$

ここに、

s : 井戸（排水面）中心から任意の距離 r (m) 地点の水位低下量 (m)

s_w : 井戸（排水面）における水位低下量 (m)

r_w : 井戸（排水面）半径 (m)

R : 影響半径 (m)

⑤式は、Jacob の非平衡式（下記の⑥式参照）を影響半径 R が、一定として求められた定常（平衡）式で、井戸（排水面）半径 r_w から影響半径 R 間の水位低下量 s と、距離 r を対数とする $s \sim \log r$ が、直線となることを示している。

⑤式は、定常（平衡）と非定常（非平衡）の両者に用いることができる。

⑤式で、水平方向（地下水低下がおよぼす距離）を対数とし、垂直方向（水位低下量）を算術目盛とする図を示せば、図-2 のようになる。

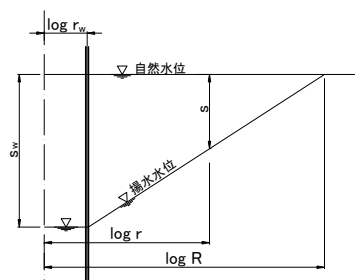


図-2

掘削工事では、水位低下量 s_w は排水による水位低下量を用い、井戸半径 r_w は、掘削面を円形としてその半径すること算出できる。（⑦式および⑧式参照）

3.2 今までの手法

今までは、一般的に Jacob の非平衡式を用いる^(216頁)。

$$s = \frac{2.3Q}{4\pi T} \times \log \frac{2.25Tt}{r^2 S} \dots\dots\dots \text{⑥式}$$

Q : 揚水 (排水) 量 (m³/日)

T : 透水量係数 (m²/日)

t : 揚水 (排水) 時間 (日)

S : 貯留係数

3.3 算出例①

影響半径 R=289m、掘削面がφ7.3mの円形で地下水位を2.20m低下させる場合、掘削面中心から78m離れた地点の水位低下量を求める。

$$s = \frac{2.20}{\log(289/7.3)} \times \log(289/78) \\ = 0.783 \text{ (m)} \quad \text{となる。}$$

掘削面 (井戸) 半径 rw は、掘削面が、円形でなく長方形などの場合は、同面積 (等価面積円) の円形の半径か、同周長の円 (等価周長円) の半径とする。

$$\text{等価面積円} \quad rw = \sqrt{L \cdot B / \pi} \dots\dots\dots \text{⑦式}$$

$$\text{等価周長円} \quad rw = (L+B) / \pi \dots\dots\dots \text{⑧式}$$

L : B : 長方形の長さ

また、影響半径が不明の場合は、透水係数 K (m/s) から影響半径 R (m) を推定する。

$$R = 3000S\sqrt{K} \quad \text{ジーハルトの式}^{(254頁)} \\ \dots\dots\dots \text{⑨式}$$

S : 水位低下量 (m)

このジーハルトの式から得られる影響半径は、不圧地下水の影響半径である。

今、不圧帯水層の透水係数 $k = 1.92 \times 10^{-3}$ (m/s) で、水位低下量を2.2mと仮定すれば、⑨式より

$$R = 3000 \times 2.2 \times \sqrt{1.92 \times 10^{-3}} \doteq 289 \text{ (m)} \\ \text{となる。}$$

3.4 算出例②

今、掘削は掘削面 12.0m × 20.0m の長方形2か所で、北側の掘削地点は、影響半径 367m、水位低下を1.75m排水、南側の掘削地点は、影響半径 341m、水位低下を1.37mさせる場合、北側の掘削面中心から117m、南側の掘削面中心から63mの地点の水位低下量 s を求める。(ただし、北側の水位低下量は、南側の水位低下の影響が、0.55m あることから実際の水位低下量は2.30mとなり、同様に南側の実際の水位低下量は2.10mとなる。) 掘削面 (井戸) 半径 rw は、同面積の円形の半径として、(等価面積円として⑦式を用いる)

$rw = \sqrt{20 \times 12 / \pi} \doteq 8.74\text{m}$ とする。
北側から117m離れた地点の水位低下量 s は、

$$s = \frac{1.75}{\log(367/8.74)} \times \log(367/117) \\ \doteq 0.535 \text{ (m)}$$

同様に南側から63m離れた地点の水位低下量 s は、

$$s = \frac{1.37}{\log(341/8.74)} \times \log(341/63) \\ \doteq 0.631 \text{ (m)}$$

したがって、北側から117m南から63m離れた地点の水位低下量は、

$$s = 0.535 + 0.631 = 1.166 \text{ (m)} \quad \text{となる。}$$

このように、多くの任意の地点の水位低下量を求め、水位低下量等値線図を描けば図-3のようになる。

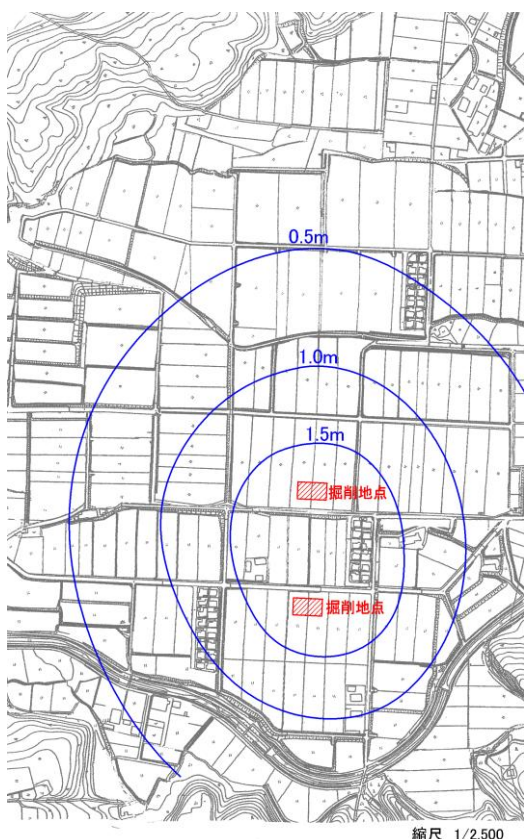


図-3

4. 地下水位の解析の不思議

ボーリング孔を利用した透水試験では、透水係数 K が得ることができる。また、一般に揚水試験で透水量係数 T が得られる。前記したように $T = M \cdot k$ (2.4.2の③式参照) から、透水量係数を帯水層厚 (M) で割れば透水係数 k が得られる。つまり、透水試験も揚水試験も帯水層の透水性の度合いを求めるものである。

4.1 透水試験の事例

地盤工学会 単孔を利用した透水試験方法 (JGS1314-2012) の非常定：直線勾配法では、透水係数 k を次のように求める。

方対数グラフの対数目盛に、平衡水位 h_0 (m) と孔内との水位 h (m) との水位差を、

算術目盛に時間 t (s) をとり、 $\log s - t$ 曲線を作成し、直線勾配を確認する。勾配 a は、直線勾配から2点の座標 ($t_1, \log s_1$) 及び ($t_2, \log s_2$) から次式で求める。

$$a = \log(s_1/s_2) / (t_2 - t_1) \dots\dots\dots \text{⑩式}$$

透水係数 k (m/s) を次式で算定する。

$$k = \{ (2.3de)^2 / 8L \} \times (2L/D)a \dots\dots\dots \text{⑪式}$$

4.2 揚水試験の事例

揚水試験における透水量係数 T は、次式より求めることができる。

ボーリングでは地下水揚水後、短い時間で水位が回復すれば、透水性が高い。

井戸では揚水後、短い時間で水位が回復すれば、透水性が悪い (216頁)。

$$T = 2.3Q / 4\pi \Delta s \dots\dots\dots \text{⑫式}$$

$$\approx 0.183 Q / \Delta s \dots\dots\dots \text{⑬式}$$

Δs は、水位低下量 s と $\log t$ (t は揚水時間) の勾配である。

4.3 水位低下の勾配の比較

今、水位復元で、100秒から1000秒まで水位が方対数グラフで、直線になった場合を考える。

$$\text{Case 1} \quad t_1 = 100 \text{ 時の水位 } s_1 = 1.37\text{m}$$

$$t_2 = 1000 \text{ 時の水位 } s_2 = 0.71\text{m}$$

透水試験の a は⑨式から、

$$a = \log(1.37/0.71) / (1000 - 100)$$

$$\approx 3.17 \times 10^{-4}$$

揚水試験の勾配 Δs は、

$$\Delta s = (1.37 - 0.71) / \log(1000/100)$$

$$\approx 0.66$$

$$\text{Case 2} \quad t_1 = 100 \text{ 時の水位 } s_1 = 1.37\text{m}$$

$$t_2 = 1000 \text{ 時の水位 } s_2 = 0.31\text{m}$$

透水試験の a は⑨式から、

$$a = \log(1.37/0.31) / (1000 - 100)$$

$$\approx 7.17 \times 10^{-4}$$

揚水試験の勾配 $\angle s$ は、

$$\angle s = (1.37 - 0.31) / \log(1000/100)$$

$$\approx 1.06$$

Case1 に比べ Case2 では、透水試験も揚水試験も水位低下の勾配が大きくなっている。

透水試験の⑪式は、勾配 a が分子にあたる。

揚水試験の⑬式は、勾配 $\angle s$ が分母にあたる。

例えば、水位復元（水位低下を止めたときからの水位）では、地下水位が速く戻る（水位低下の勾配が大きい）場合、

透水試験は透水性が高くなる。

揚水試験は、透水性が低くなる。

透水試験や揚水試験では、同じように水位を低下させ、水位の復元をさせる試験で、真逆の結果になる。

なぜでしょう？

文中では、解りやすく説明するために水文学的には、やや厳密さを欠く面もあると思われますのでご理解下さい。

以上

★トピック事項 2

2019 年度二次試験内容変更

<筆記試験(総合技術監理部門を除く技術部門)>

試験科目	改正前 <平成 30 年度>				改正後 <平成 31 (2019) 年度>			
	問題の種類	試験方法	試験時間	配点	問題の種類	試験方法	試験時間	配点
必須科目	「技術部門」全般にわたる専門知識	択一式 20 問出題 15 問解答	1 時間 30 分	30 点	「技術部門」全般にわたる専門知識、応用能力、問題解決能力及び選題遂行能力に関するもの	記述式 出題数は 2 問程度 600 字語用紙 3 枚以内	2 時間	40 点
選択科目	「選択科目」に関する専門知識及び応用能力	記述式 出題数は同程度の 2 倍程度 600 字語用紙 4 枚以内	2 時間	40 点	「選択科目」についての専門知識及び応用能力に関するもの	記述式 出題数は同程度の 2 倍程度 600 字語用紙 3 枚以内	3 時間 30 分	30 点
	「選択科目」に関する課題解決能力	記述式 出題数は 2 問程度 600 字語用紙 3 枚以内	2 時間	40 点	「選択科目」についての問題解決能力及び選題遂行能力に関するもの	記述式 出題数は 2 問程度 600 字語用紙 3 枚以内	3 時間 30 分	30 点

※総合技術監理部門については変更無し

<口頭試験(総合技術監理部門を除く技術部門)>

試験事項	改正前 <平成 30 年度>		試験時間	改正後 <平成 31 (2019) 年度>		試験時間
	配点	試験時間		配点	試験時間	
I. 受験者の技術的体験を中心とする経歴の内容及び応用能力			20 分 (10 分程度延長可)	I 技術士としての実務能力		20 分 (10 分程度延長可)
①「経歴及び応用能力」	60 点			①「コミュニケーション・リーダーシップ」	30 点	
II. 技術士としての道徳性及び一般的知識				②「経緯、マネジメント」	30 点	
②「技術者倫理」	20 点			II 技術士としての道徳性		
③「技術士制度の認識その他」	20 点			③「技術者倫理」	20 点	
				④「継続研さん」	20 点	

※総合技術監理部門の口頭試験 II (選択科目に対応) については上記と同様の変更有り。

https://www.engineer.or.jp/c_topics/005/attached/attach_5698_1.pdf

平成 30 年度第 3 回セミナー 特別講演レジュメ

日 時 10 月 13 日(土)

場 所 じばさん三重 (四日市市)

[講演題目]徳川幕府の伊賀者について

[講師]三重大学 国際忍者研究センター 准教授 博士(文学) 高尾善希 氏

江戸時代以前の忍者の役割は、①情報収集、②斥候、③奇襲、④守衛の4つであったが、平和な江戸時代になると、守衛が主たる業務となり、大奥などの警護をしていた。

徳川幕府においては、伊賀者は、忍者を表すのではなく、警護の職位を表すものになっていた。高尾準教授は、下級役人であるある伊賀者について、松下家の古文書から分析し、「忍者の末裔」として出版されています。

講演はこの本を主体とし、以下の資料に基づいてなされました。

はじめに 私の経歴の紹介 執筆の動機(下級役人の悲哀) そもそも忍者とは?
(伊賀者とは?)

(1) 松下家文書について 目録の作成

(2) 松下家の系図 5代目松下菊蔵 年齢を偽って家督相続 仕事ができる よき家庭人(子ども、弟への愛)

(3) 大名・旗本・御家人 伊賀者は御家人

(4) 伊賀者とは? 伊賀者は隠密をおこなったか?

(5) 伊賀者の居住地 映画『君の名は。』の舞台

(6) 下級武士の待遇 徳川幕府の組織運営に必要なこと 菊蔵の出世
(流行病にも無欠勤 仕事ができるので他の職場からも声がかかる 他のひとの仕事を手伝う)

御家人伊賀者松下文書目録		作成年月日	作成者	宛先	形態	数量
1	1	—	(6代目松下菊蔵)	—	堅帳	1
1	2	—	(6代目松下菊蔵)	—	堅帳	1
1	3	—	(6代目松下菊蔵)	—	堅帳	1
1	4	—	(6代目松下菊蔵)	—	堅帳	1
1	5	—	(6代目松下菊蔵)	—	堅帳	1
1	6	—	(6代目松下菊蔵)	—	堅帳	1
2	1	—	—	—	一紙	1
2	2	—	—	—	一紙	1
2	3	—	—	—	一紙	1
2	4	—	—	—	一紙	1
2	5	—	—	—	一紙	1
2	6	—	—	—	一紙	1
2	7	—	—	—	一紙	1
2	8	—	—	—	一紙	1
2	9	—	—	—	一紙	1
2	10	—	—	—	一紙	1
2	11	—	—	—	一紙	1
2	12	—	—	—	一紙	1
3	1	—	—	—	一紙	1
3	2	—	—	—	一紙	1
3	3	—	—	—	一紙	1
3	4	—	—	—	一紙	1
3	5	—	—	—	一紙	1
3	6	—	—	—	一紙	1
3	7	—	—	—	一紙	1
3	8	—	—	—	一紙	1
3	9	—	—	—	一紙	1
3	10	—	—	—	一紙	1
3	11	—	—	—	一紙	1
3	12	—	—	—	一紙	1
3	13	—	—	—	一紙	1
3	14	—	—	—	一紙	1
3	15	—	—	—	一紙	1
3	16	—	—	—	一紙	1
4	1	—	—	—	一紙	1
4	2	—	—	—	一紙	1
4	3	—	—	—	一紙	1
4	4	—	—	—	一紙	1
4	5	—	—	—	一紙	1
4	6	—	—	—	一紙	1
4	7	—	—	—	一紙	1
4	8	—	—	—	一紙	1
4	9	—	—	—	一紙	1
4	10	—	—	—	一紙	1
4	11	—	—	—	一紙	1
4	12	—	—	—	一紙	1
4	13	—	—	—	一紙	1

(五) 松下文家の歴代

これから松下文家の歴史を述べるにあたって、まず、松下文家の歴史を当主ごとに記しておく。

現代人にとって、聞き慣れない人名や役職が出てくるため、最初に整理しておくことも必要であろう。読者の方々は、個別の名称や内容までは覚えなくともよいが、現代の会社組織のサラリーマン同様、徳川幕府の御家人にも、格や役職に煩わされる人生が存在したことを実感して頂きたい。

初代松下孫右衛門 生没年不明。徳川家康に臣従した武士で、三河国刈谷城で奉公していた。

しかし、詳しい事歴が伝わっていない。生死の年月日すら伝わっていない。

二代目松下金左衛門 生年不明・寛文一三年(一六七三)。初代孫右衛門の子で大坂の陣に出陣する。高三〇俵二人扶持を給せられた。四代將軍徳川家綱(竹千代)誕生につき、三河国の筋目の者で、大坂の陣に出陣したという経歴が評価され、大奥御広敷番として勤務した。その後、榮松院殿元屋敷定番を勤めた功により、子の松下十郎右衛門に對し、新規に高二〇俵二斗六升一合五勺二人扶持を給せられた。この際、十郎右衛門は金左衛門とは別家を興して取り立てられた(ここで松下文家は金左衛門家と十郎右衛門家の二つに分派する)。父の金左衛門家の方は跡継ぎがいなかったため絶家となった。

三代目松下十郎右衛門 寛永四年(一六二七)・元禄一六年(一七〇三)。父金左衛門の功により高三〇俵二斗六升一合五勺二人扶持を拝領した松下十郎右衛門の家は、幕末まで続いていることになる。父金左衛門とは別家を興したので、松下文家文書では十郎右衛門のことを「中興元祖」と呼んでおり、彼から「初代」と数えている。大奥御広敷番を勤め、病気になったときは明屋敷番を勤務している。

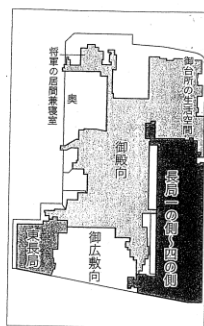
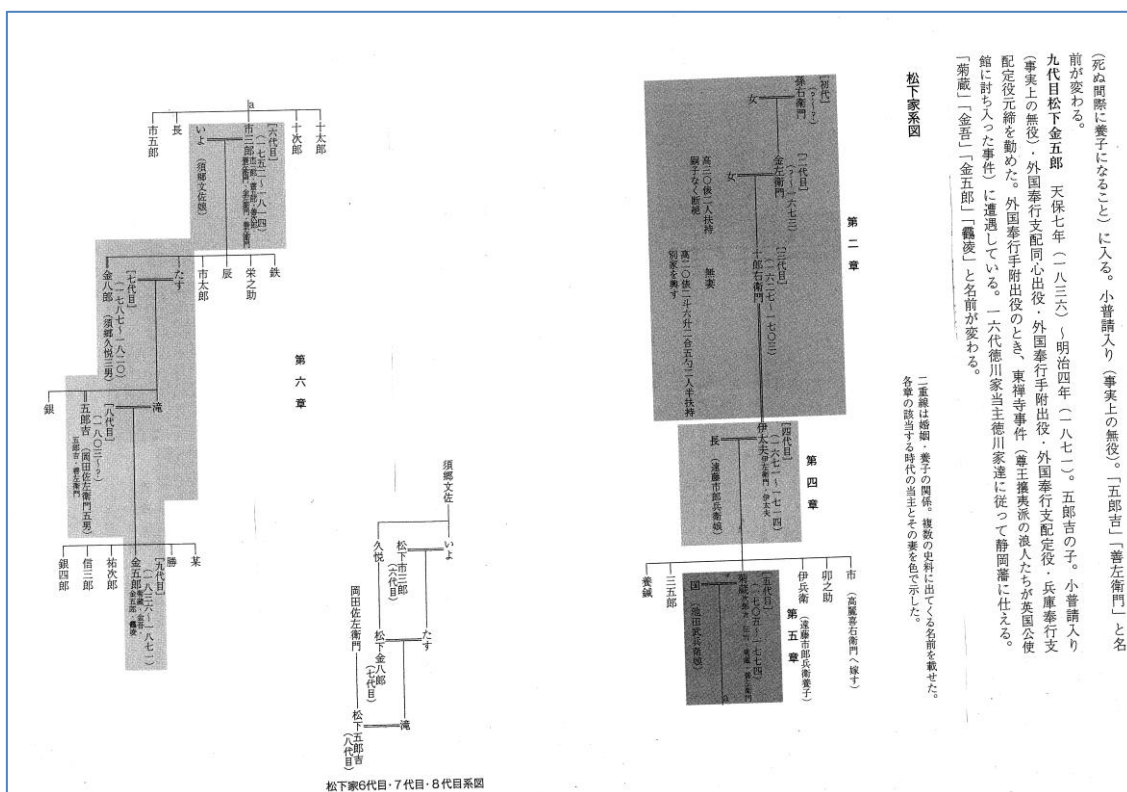
四代目松下伊太夫 寛文一一年(一六七二)・正徳四年(一七一四)。三代目十郎右衛門に養子入りをして四代目を継ぐ。明屋敷番・大奥御広敷番・小普請方伊賀者を勤務している。最初「伊左衛門」と名乗り、後に「伊太夫」に改名している。

五代目松下菊蔵 宝永二年(一七〇五)・安永三年(一七七四)。四代目伊太夫の子。明屋敷番・西之丸山里番・西之丸御広敷御用部屋書役・本丸御広敷御用部屋書役・御簾中(徳川家治正室五十宮倫子)・御侍・御台所(五十宮倫子)・御広敷番などを勤めている(五十宮倫子は家治が將軍世子の時は「御簾中」、將軍の時は「御台所」と呼ばれる。彼も「次郎吉」「伝吉」「菊蔵」「善左衛門」と名前が変わっている)。

六代目松下市三郎 宝暦二年(一七五二)・文化一一年(一八二四)。五代目菊蔵の子。父の跡を受けて、御広敷番・西之丸御広敷番・小普請入り(事実上の無役)・富士見御宝蔵番を勤めた。「市三郎」「善次郎」「善左衛門」「金左衛門」「善左衛門」と名前が変わる。

七代目松下金八郎 天明七年(一七八七)・文政二年(一八一九)。須郷家より六代目市三郎の婿養子に入る。小普請入り・事実上の無役をして、そのまま死去する。享年三三。

八代目松下五郎吉 享和三年(一八〇三)・死亡年不詳。岡田家より七代目金八郎の急養子



大奥の図 江戸城本丸御殿の大奥の図。



本丸御殿略図 深井雅海「江戸城」(中公新書)より作成。

①大奥御広敷番 御目見以下、役高〇二俵二六分^{六厘}、江戸城本丸御殿は表・奥・大奥に分かれており、そのうちの「大奥は御殿向、長局向、御広敷向の二つに分かれている。この大奥御広敷向の番をする役、伊賀者のための詰所も存在する。御広敷は大奥の中だが、男性の役人が勤務した。」元和四年（一六八八）設置

②明屋敷番 御目見以下、持持持持持動^〇、江戸は屋敷番などが多いため、よく明（空き）屋敷が殆どです。幕府に収公され、明屋敷の番をする役目、寛永九年（一六三三）設置

③西之丸山形番（御目見以下、役高三〇俵二八分持、将軍世子（将軍職を嗣ぐ者）や大御所、将軍を随護した者）の住む城が江戸城西之丸である。その西之丸の山形の門や庭の番をする役。

寛永一〇一年（一七五五）設置（第五章）

④小普請方伊賀者 御目見以下、持高持持持動、役料一八分持^〇、江戸各所の普請の現場監視をする役。普請場の巡視や職工の動息の把握を担当した。小普請方という役所に属した。

伊賀衆八九七口（七ツ口）^〇、鯉口等ヲ守ル、女中出行クコトアレハ、奥ニ從フ、明良番録、初天正十三年家康公幕江朝入ヲ入テ、適ニ織田信長本能寺ノ変アリ、家康ヲ冠（三）ヲ戴リ、服部平蔵沙朗、伊賀ノ郷士ヲ召シ、路ノ里ニ二取リ、參劔ニ出テ、參劔（三）ニ帰ル、是ヨリ後、其徒伊賀ノ者ト称シ、服從ニ從ヒ、斥候探偵ノ事ヲ承ク、家康江戸ニ從（德）ルニ及ビ、其者伊賀ヲシテ、平太夫殿（大奥御広敷）、番番ヲ掌ラシメ、少壮者ハ散順トシテ、秘密探偵ノ事ヲナシメ、大平八右衛門明屋敷ノ番番ヲラシメ、其伊賀因ヨリ出ルヲ以テ、遂ニ其称ヲ變ケル、伊賀者ニ指書

年	出庫数	他出庫数	合計出庫数
享保11年(1726)	125	なし	125
享保12年(1727)	135	なし	135
享保13年(1728)	125	なし	125
享保14年(1729)	134	なし	134
享保15年(1730)	128	なし	128
享保16年(1731)	134	なし	134
享保17年(1732)	143	なし	143
享保18年(1733)	133	なし	133
享保19年(1734)	166	他、御前御用3	169
享保20年(1735)	167	他、御前御用3	170
元文元年(1736)	166	他、小倉番銀16、御前御用20	162
元文2年(1737)	144	他、小倉番銀17、御前御用5	149
元文3年(1738)	133	他、小倉番銀6、御前御用15	154

元文3年(1738) 133

※松下菊蔵はいずれも皆勤である。

これは、先の願書の内容に加えて、雨天の際に雨具を持参することも、離儀の例のひとつとして追加されている（外出勤めなどの際には必要となるであろう）。これと似たような願書はほかにも提出されているものの、書役たちの待遇が改善されたことはなかった。「このまま不利な待遇を続けると、小給の者（少給の者）が誰もこの役を望む者がいなくなる」と指摘する箇所などは、問題の深刻さを窺わせる。現場の役人をあまり無下に扱って、幕政の停滞を招くおそれがあったのである。

万年たちの推薦書は菊蔵のために丁寧に記されているといえる。この菊蔵の働きは、松下家の伊賀者（忍術者）としての能力が要求されているわけではない。彼は、西之丸山里番の時代に、「御庭御用」こそ勤めたものの、それ以降は完全に彼の事務能力を買われて、まったくの江戸城大奥の事務官であった。宝暦二年五月にも、御広敷御用人たちは菊蔵たち書役のために、つぎのような同様の願書を提出している。

一、（高井）兵部少輔殿へ左之通差出ス。
御広敷御用部屋書役之儀は、（中略）平常上下着相勤 殿平目・白袴も着仕候。雨天等之節は雨具等為持候二も離儀仕候。別て近年は御用多、明ヶ番居越、外出をも仕候て骨折相勤申候。右之通二御座候へは、小給之者共御場所相勤候者無之、勤候者も無之様二罷成候。私共心付御内意奉。願度、兼々奉。存。候得共、数年右之高二も勤来候故、願申上。罷罷在候。何卒可罷成儀二御座候ハ、御切米又は御扶持方少成共御増下候様二仕度奉。願候。（中略）

五月

万年三郎次郎
三田宇右衛門
山名彦次郎
（系譜三）

「鯉河橋谷町」(『東京六大区治券絵図』東京市公文書館所蔵)

身分	人数	役職の格と数	就職率
大名	約260人	9	約15%
旗本	約5200人	膳大夫役 29 布衣役 48 御目見え以上の役 105	約60%
御家人	約1万7000~1万8000人	膳代座 77 膳代准座 46 抱 座 120 その他 5	不明

註：鈴木藩「近世知行制の研究」・「徳川礼典」下巻・「古事類聚」官位部三などにより作成
大名・旗本・御家人の格式と数 澤井雅海「江戸城」(中公新書)より作成。

鯉河橋谷町地形図

（映画『君の名は。』で描かれている谷。）
（この谷の左の図）

平成 30 年度第 4 回セミナー

会員講演レジュメ

日 時 1 月 19 日(土)

場 所 三重県教育文化会館 (津市)

【講演題目】

A I ・ I o T と 5 G

【講師】

橋川勝規 技術士(情報工学)



1. A I ・ I o T

1) A I (artificial intelligence)

人工知能の研究には二つの立場がある。

■人間の知能そのものを持つ機械を作ろうとする立場

■人間が知能を使ってすることを機械にさせようとする立場

人工知能学会曰く、「人間のような機械を作っているわけではない」

出展：人工知能学会 HP より抜粋

2) I o T (Internet of Things) とは、様々なモノがインターネットにつながり、様々な情報のやり取りを行う仕組みのことである。世の中に存在する様々な“モノ”に、様々な“センサー”が付いて、ネットワークを介して沢山の情報を集める役割を果たす。

I o T の事例)

・バス／地下鉄《位置情報センサー》

リアルタイムな運行状況が見える化

・農業：《温度、湿度、水質等センサー》

作物生育に必要な情報を自動で収集し、日当たり、水撒き、肥料やりなどを自動化

・コインランドリー《タイマー、動作》

あと何分で空くかなどが見える化

・製造業《音、震動、温度等センサー》

収集した情報をもとに、故障の予兆を検知。

メンテナンスコスト削減に寄与

3) A I と I o T の関係

■A I が威力を発揮するためには、I o T で様々なデータを大量にかつ簡単に集める必要がある。

■通信環境が良くなり、クラウド環境も整備され、安価に大量のデータを集めることが容易になったことでA I の実用化が見えてきた。

■新たな通信技術：L P W A (Low Power Wide Area)

少ない消費電力で遠距離通信を実現

■A I (頭脳) にはビッグデータ (知識) が必要、それを集めるのがI o T (五感α) (参考) 昨年実施したみえテクノロジーカフェ「夏休み親子理科実験教室」でA I、I o T をテーマにした際の会場模様

大人も子どもも非常に興味津々でした。



4) 事例紹介

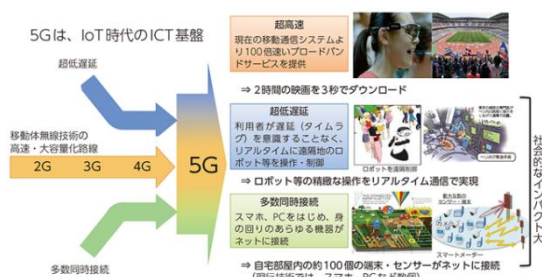
- ①WATSONを使った顔認識アプリ実演
 - ・スマホアプリで顔写真を撮影、WATSON APIへ送ると認識した顔の見た目年齢と性別を判定。
 - ・WATSONが提供する学習済みエンジンを、低コストで利用でき、短期間でアプリケーションを開発することが可能となった事例。
- ②合意形成支援システムD-Agree
 - ・SNSなどの意見を“共有”する場合は数多くあるが、意見を整理したり集約したり、合意を取ったりする仕組みはまだない。

D-Agreeはあらかじめ議論テーマを設定し、使い慣れたSNSで書き込みをする感覚で意見を発信、ネット上で議論を交わす場を提供する。加えて、AIが議論を監視し、ファシリテーション役となり、議論を取りまとめ、合意を形成するための支援をする仕組みである。⇒言いっぱなし、炎上、発散・・・といったことにならないようAIが仕事をする。

5) トピック

2020年夏、名古屋で人工知能国際会議が開催される予定。

2. 5G



出典：平成29年総務省情報通信審議会新世代モバイル通信システム委員会報告
5G通信は、2020年の実用化を目指し

ているところであるが、背景と現在目標としている性能は次の通りである。

■求められる背景

- ・IoTの進展に伴い、通信ネットワークの重要性が飛躍的に増大
- ・画像や動画を含め大容量の情報が多数やり取りされるようになってきた。
- ・遠隔医療のように遅延なくスムーズに操作することが求められるシーンが増える。
- ・世の中にあるモノがネットに繋がることになればその数は膨大。

■特徴（あくまで性能目標値）

・通信速度の向上

ピークレート20Gbps

・多数同時接続

基地局1台から同時に接続できる端末を従来に比べて飛躍的に増やせる

同時接続数10⁶デバイス/km²

・超低遅延

通信ネットワークにおける遅延（タイムラグ）を極少に抑えられる。

無線区間の伝送遅延1ms

3. まとめ

AI、IoT、5G これらは突然世に出てきた技術ではなく、これまでの技術の積み重ねで生まれてきたもの。

ただ、進歩が驚くほど早い技術である。

こういった環境に技術士はどう向かい合えばよいか

■技術の進歩、環境の変化

私が社会人になってから30年経つが、その間技術、デバイスが大きく変化したことを実感した。

- ・プログラミング技術、開発環境、ネットワーク環境が大きく変化

- ・処理装置：汎用機⇒オフコン⇒クラウド
 - ・デバイス：専用機⇒パソコン⇒タブレット⇒スマホ
 - ・ネット事情：専用線接続⇒ダイヤルアップ接続（アナログ、ISDN）⇒ブロードバンド接続（DSL、FTTH、モバイル）
 - ・意識の変化：デバイスは共有利用から個人、処理装置は所有から共同
環境が大きく変わり、便利な道具が沢山手に入り、仕事のやり方も大きく変わってきた中で、不安なことがひとつある。
- ★品質の作りこみ、安心安全の作りこみの基本は変わっていないはずだが、その品質がおろそかになっていないか？相当の危機感を感じる。（私見）
- 急速に便利な道具が普及すると何が起こるか。
- 凡例：○よい効果、△不安なこと
- ちょっと前までは、キーボードが苦手、PCは使えないなど、デジタルデバイスが問題になっていたが、タブレットやスマホが普及したことで、デジタルデバイス解消のきっかけになってきている。
- △“正しく”“安全に”“安心して”使うといったことがおろそかになりがち。
- △ICTリテラシーが不十分のまま便利だけが先行していないか。

【そこで技術士の出番】

- ★情報工学部門の技術士が、安心安全を保証する役割を担い
 - ★各分野の技術士がITを理解し、AIをはじめ新しいICT技術はどんなものかを理解して、どんどん使って便利になった分、人間らしい仕事を生み出していく役割を担っていく。
- そうすれば、“なくなる仕事”はあっても、“新しい仕事”も生み出せる。
- そこが技術士の関わり方だと考える。

以上

★トピック事項3

総合技術監理部門の技術体系（キーワード）
文部科学省 HP2018. 11. 6

技術士制度における総合技術監理部門は2001年度（平成13年度）に新設された。この部門は、他の技術部門とは異なり、その学際的な性質上、直接的に対応する学協会等がない。そこで文部科学省は委託調査研究を行い、その成果を「技術士制度における総合技術監理部門の技術体系」として2001年に、（社）日本技術士会より出版した。また同書の改定版である第二版（通称「青本」）を2004年度に出版した。しかし年月が経ち、技術の進展に対応していない内容が目立つようになったため、2017年2月に絶版とされた。

技術監理の概念及びその範囲を主要キーワードを例示することによって示そうというものである。本キーワード集は、今後、技術や社会の進展に対応するため、適宜、改訂が行われることを意図している。

技術士会 HP

https://www.engineer.or.jp/c_topics/006/006242.html

平成 30 年度第 4 回セミナー

特別講演レジュメ

日 時 1 月 19 日(土)

場 所 三重県教育文化会館(津市)

[講演題目]三重県の災害対策について

[講師]三重県防災対策部災害対策課 課長

梅川幸彦 氏

講演概要;平成29年度に策定され、平成30年度から始まった「三重県防災・減災対策行動計画」の内容説明と県内における防災・減災に関する取組を紹介して頂きました。



写真1 公演中の梅川課長(三重県防災対策部災害対策課)



1 自然災害の脅威 ～過去の災害の振り返り～

事例1;地震・津波

過去の地震・津波の災害の課題について述べられた

- ① 東北地方太平洋沖地震(東日本大震災)

以下地震の概要(気象庁調べ)

- (1)H23.3.11 14:46
- (2)震源 三陸沖
- (3)震源の深さ 24km
- (4)地震の規模 M9.0
- (5)最大震度 震度7
(宮城県栗原市)
- ② 平成 28 年熊本地震
 - (1)H28.4.14 21:26、H28.4.16 1:25
 - (2)震源 熊本県熊本地方
 - (3)震源の深さ
約 11km(4/14)、約 12km(4/16)
 - (4)地震の規模
M6.5(4/14 前震)、M7.3(4/16 本震)
 - (5)最大震度 震度7(熊本県益城町)
- ③平成 30 年大阪北部地震
 - (1)H30.6.18 7:58
 - (2)震源 大阪北部地方
 - (3)震源の深さ 約 13km
 - (4)地震の規模 M6.1
 - (5)最大震度 震度 6 弱(大阪府大阪市北区・高槻市・枚方市・茨木市・箕面市の5市区)
- ④平成 30 年北海道胆振東部地震
 - (1)H30.9.6 3:07
 - (2)震源 北海道胆振中東部
 - (3)震源の深さ 約 37km
 - (4)地震の規模 M6.7
 - (5)最大震度 震度 7 厚真(あつま)町

事例 2;風水害等

- ① 紀伊半島大水害(台風第 12 号による大雨)
 - ・**台風12号は動きが遅く**、本州上陸後も大型の勢力を保ったため、**長時間台風周辺の非常に湿った空気が流れ込み**、西日本から北日本にかけての広い範囲で記録的な大雨に。
 - ・特に、紀伊半島では降り始め平成23年8月30日17時から9月5日24時までの総降水量1,800mmを越えた。
 - ・奈良県上北山村;1,814.5mm
 - ・三重県大台町宮川;1,630.0mm
(熊野市新鹿101.5mm/h9月4日5時)
- ② 平成 30 年 7 月豪雨
 - ・6月28日から7月8日にかけて、西

日本を中心に中部地方や北海道など全国的に広い範囲で記録された台風7号及び梅雨前線等の影響による集中豪雨。

・長崎県、福岡県、佐賀県、広島県、岡山県、鳥取県、京都府、兵庫県、岐阜県、高知県、愛媛県の計11府県で大雨特別警報が発表され、運用を開始して以来最多となる。

事例3;三重県内における台風被害

三重県内における台風被害

平成29年台風第21号

・10月20日時点で、強風域が半径800km以上の「超大型」台風。
さらに、20日21時に、中心付近の最大風速が44m/s以上の「非常に強い」勢力の台風に成長。23日3時頃、「非常に強い」勢力から「強い」勢力へと弱めたものの、「超大型」を維持した状態で静岡県掛川市付近に上陸した。上陸時の中心気圧は950hPa

・三重県における被害

・人的被害

死者2名、重傷者1名、軽傷者5名

・住宅被害

全壊1棟、半壊171棟、床上浸水774棟

41

・被災者生活再建支援制度の適用

適用基準について

(1) 対象世帯 住宅が全壊した世帯、大規模半壊した世帯等
(2) 支給金額等 支給額は、以下の2つの支援金の合計額
※世帯人数が1人の場合は、各該当欄の金額の3/4の額

ア 住宅の被害程度に応じて支給する支援金(基礎支援金)

住宅の被害程度	支給額
全壊	100万円
解体	100万円
長期避難	100万円
大規模半壊	50万円

イ 住宅の再建方法に応じて支給する支援金(加算)

住宅の再建方法	支給額
建設・購入	200万円
補修	100万円
賃借(公営住宅以外)	50万円

○実績:伊勢市17件、玉城町6件

・三重県災害見舞金支給制度の創設

住家の全壊10万円、半壊5万円、床上浸水2万円

伊勢市他16市町内の946件 計28,110千円

42

県下広範囲にわたる停電



47

以上で過去の災害の被害の程度、課題について振り返りがありその中で三重県での災害に対する対応・支援について説明がありました。

2 三重県の各種取組

～防災・減災に向けて～

三重県の各災害対策について説明して頂きました。

災害対策に関する計画

「防災基本計画」

中央防災会議（内閣の重要政策に関する会議）が策定

- これに基づき、指定行政機関等は「防災業務計画」を策定

- 同様に、県（市町）は、「地域防災計画」を策定

- これにより、防災に関し、国や地方公共団体、公共機関を通じて必要な体制を確立し、総合的かつ計画的な防災行政の整備及び推進を図る

50

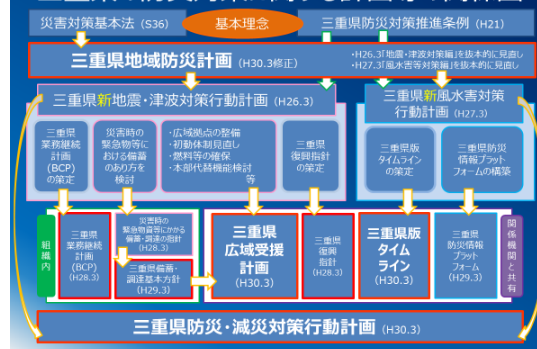
三重県地域防災計画

地震・津波対策編

- ・県が取り組む平時の防災・減災対策及び発災時の災害対策等のうち、「地震・津波対策」について定めた計画。
- ・従来の「震災対策編」を、平成24～25年度にかけて全面的に見直し、あわせて名称をこれまでの「震災対策編」から「地震・津波対策」に改正。
- ・平成28年熊本地震の発生を受け、平成29年3月修正では、同地震で明らかになった課題への対応方針を記載。
- ・平成29年度に、「三重県防災・減災対策行動計画」、「三重県広域受援計画」を策定したことから、平成30年3月修正では、これらの計画等に関する内容を中心に修正。

51

三重県の防災対策に関する計画等の関係図



三重県地域防災計画

風水害等対策編

- 県が取り組む平時の防災・減災対策及び発災時の災害対策等のうち、「風水害対策」及び「事故等対策」について定めた計画。
- 平成26年度に全面見直しを行った。
- 台風等の自然災害対策だけでなく、事故等による災害対策も対象に。
- 平成29年度に、「三重県防災・減災対策行動計画」、「三重県広域受援計画」、「三重県版タイムライン」を策定したことから、平成30年3月修正では、これらの計画等に関する内容を中心に修正。

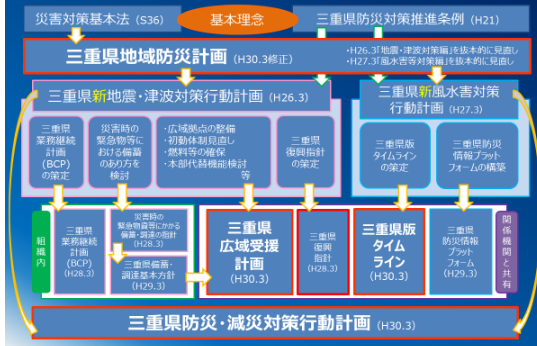
52

三重県復興指針

- 策定の目的
 - 速やかな復興作業を円滑に進めるための事前準備（事前復興）
 - 復興対策の手順を明確化
 - 「手順書」「マニュアル」として策定
- 策定の姿勢
 - 復興の現場（東日本大震災）から学ぶ
- 指針の位置付け
 - 復興法 第9条
 - 三重県防災対策推進条例 第75条に基づき策定

72

三重県の防災対策に関する計画等の関係図



三重県広域受援計画

- 南海トラフ地震や大規模災害時に、迅速かつ的確に应急対策活動を実施するとともに、国、他県、関係機関等の応援を円滑に受入れ、効果的な被災者支援につなげることを目的に策定。

南海トラフ地震における具体的な应急対策活動に関する計画（国具体計画）

74

三重県の地震・津波対策の取組

- 東日本大震災を受け、県民の津波避難対策に早急に取り組むため、平成23年10月に「緊急地震対策行動計画」を策定、平成24年3月に「三重県独自の津波浸水予想図」を公表しました。
- 平成24年度から25年度にかけて、国が示した統一した震源モデル等に基づく地震被害想定調査を行い、市町単位の具体的な被害想定結果を平成26年3月に取りまとめました。

三重県防災・減災対策行動計画

- 「三重県新地震・津波対策行動計画」および「三重県新風水害対策行動計画」は、平成29年度に計画期間が終了となるため、両計画を一本化した新たな行動計画として、平成30年3月、「三重県防災・減災対策行動計画」を策定しました。

三重県の風水害対策の取組

- 平成23年9月に発生し、甚大な被害をもたらした「紀伊半島大水害」を受け、本県の風水害対策の大幅な見直しを迫られたことから、これを教訓として平成24年4月から県の災害対策本部体制を再編成するなど風水害対策を強化しました。

3 防災の日常化

～防災意識の定着～

防災が特別なものではなくなっている昨今、住民として何ができるか、また公助を待つだけではなく共助・自助でなにができるかについて話がありそのため県でサポートしていく必要性について述べられました。

防災の日常化

防災が特別なものではなく、日常生活の中に**当たり前**のように溶け込んでいて、日々の生活の中で県民の皆さんの**災害対応力**が養われているような状態。

118

防災の日常化

「家庭での**防災対策**」を！

地震や津波からの被害を最小限に食い止めるには**日頃からの備え**が大切です。それぞれの家庭で防災対策を進めることが重要。

(1)家屋の**耐震化**、(2)家具の**転倒防止**、(3)一人あたり**3日分以上**の備蓄等の「家庭での**防災対策**」を進めましょう。

124

防災に関する県民意識調査

- ・ 県内20歳以上の県民の方にアンケート調査票を郵送する方法で実施しました。
- ・ (1)調査対象：県内全市町の20歳以上の5,000人
- ・ (2)調査期間：平成30年10月10日から平成30年10月28日まで
- ・ (3)回収率：52.5% (2,626人／5,000人)
- ・ (4)設問数：58問(枝問含む)

「自助」の取組状況

問11 あなたの家では災害に備えて、どんな防災対策を行っていますか。

(該当するものは、いくつでも○をつけてください。)

119

ご清聴ありがとうございました。



125

以上
(文責 米澤雅之)

会員近況報告

伊藤義展 技術士（機械）



私は、機械部門で産業機械を専門としております。勤務先は、愛知県海部郡蟹江町の株式会社ア

ンレットで、技術部に所属しております。現在は、企業内技術士として若手の指導や技術伝承を行っています。

住まいは、自然豊かな菰野町大羽根園で、近くにはアクアイグニスがあり、新名神高速道路の高架橋も見渡せます。3月末に新四日市JCT～亀山西JCTが開通予定で、東名阪道の渋滞解消が期待されています。また、菰野ICも近くに新設され、付近の景観が様変わりしつつあります。

去年は、日本中で記録的な猛暑、豪雨、強烈な台風、地震など自然災害の当たり年でした。加えて、多くの犠牲者や甚大な二次的被害もあり、防災の不備を思い知らされました。ちなみに、ウェザーニュース「大地震の発生率（2018年度版）」によると、私が住む大羽根園での『今後30年以内に震度6強以上の地震に見舞われる確率』は4.4%です。あくまで予測の数値ですが、この先何があるかもしれません。災害への備えは必要ですが、その認識は、どの分野の技術士でも高いものがあると思います。

さて、2025年国際博覧会（万博）の大阪開催が決まりましたが、日本を会場にした大規模な万博の開催は、日本初開催だった1970年の大阪万博以来55年ぶり、2005年の「愛・地球博」（愛知万博）以来20年ぶりとなります。私は、両万博とも見学に行きましたが、人気のパビリ

オンでの来場者の多さに驚いた記憶があります。2025年大阪万博は、日本が誇る最先端の技術やサービスを世界にアピールする絶好の機会となるはずです。我々技術士も何らかの形で参画できることもあると思います。その際には「公益確保の責務」を念頭に、お互い頑張りましょう。

以下に、私が専門とする「ルーツブロワ」について、簡単に紹介します。

ブロワは、圧縮機（コンプレッサ）のうち、吐出圧力が200kPa以下のもので、ルーツ式、スクリー式、ターボ式、軸流式など多くの種類があります。ルーツブロワは、凹凸断面形状を有する一對のロータが互いに接触しないように同期回転して、ケーシングとロータの凹部に取り込んだ気体を送り出す方式の回転圧縮機です。

その起源は、1866年に米国でルーツ兄弟が溶鉱炉の送風用として、まゆ型（8の字型）のロータを有する送風機の特許を取得したことに端を発します。「西郷どん」が活躍していた頃の出来事です。以降、まゆ型ロータを使用したブロワは、発明者の名前にちなんで「ルーツブロワ」と呼ばれています。

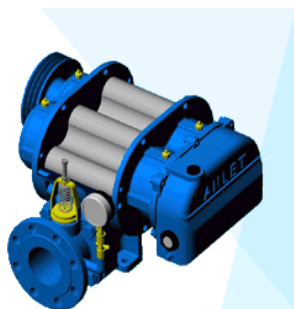
わが国では、1897年12月に日本機械学会誌第1巻・第1号で紹介されました。

ロータの断面形状には、サイクロイド型、エンベロープ型、インボリュート型があり、ねじれない（スパー式）2葉式と3葉式が主流ですが、4葉式や6葉式もあります。また、ねじれのある（ヘリカル式）ロータも製造されています。

ルーツブロワは、発明以来約150年経過する機械ですが、一般的にはあまり馴染みがありません。しかし、各種産業用の空気源として様々なプロセスで使用されています。

近年では、エアブロー工程における省エネ

対策や、真空用途においても利用分野が広がっています。



【3 葉ルーツブロワ】

今後は、IoT の活用によって、時間基準の点検時期が運転状態を監視しながらの状態基準へと変化していくことが予想されます。



【3 葉ルーツブロワの作動原理】

私の今年最大の関心事は、5 月 1 日の新天皇即位と改元です。平成時代が終わるという寂しさよりも、新時代への期待が膨らみます。新元号の公表も待ち遠しいですが、新たな時代は、明るく希望に満ちた平安な時代になると思います。

最後になりましたが、今年の 10 月には長年勤務した会社を定年退職します。その後は、技術士の資格を生かした仕事が続けられればとは思っていますが、かといって、独立開業する勇気もなく、定年退職された方々の生き方が気になる今日この頃です。

以上

今後の行事予定など

★見学会★

平成30年度 第2回

日程:3 月 15 日(金)

見学場所:JFEエンジニアリング株式会社
津製作所

★セミナー★

2019年度 第1回

日程:4 月 6 日(土)

場所:三重県教育文化会館(津市)
3階 第2会議室

2019年度 三重県支部大年次大会
・第2回セミナー

日程:6 月 22 日(土)

場所:じばさん三重(四日市市)
研修室5

★みえテクノロジーカフェ★

第38回

日程:4月21日(日)10:00-12:00

場所:四日市一番街「MG YOKKAICHI」

諏訪栄町 4-10

受付 アピカビル 3F

題目:スーパー技術者ブルネルの話

～トンネル、蒸気船、橋梁、鉄道、病院
など～

ゲスト:

伊藤 博 技術士(建設、総合技術監理)

第39回

日程:6月2日(日)10:00-12:00

場所:四日市一番街「MG YOKKAICHI」

諏訪栄町 4-10

受付 アピカビル 3F

題目:マイクロプラスチックによる海洋汚染と化学
物質管理～マイクロプラスチックによる
人体汚染の可能性、化学物質によるがん
発生など～

ゲスト:花井健夫 技術士(化学)

★中部本部主催行事★

☆中部本部春季講演会☆

テーマ

「設計プロセス革新に有益なデジタルツール」

日程:3月9日 13:20～16:50

場所:名古屋工業大学

☆新合格者説明会☆

日程:5月18日 PM

場所:名古屋工業大学

☆2019年度中部本部年次大会☆

日程:7月20日 PM

場所:名鉄ニューグランドホテル

公益社団法人 日本技術士会 中部本部 三重県支部

「技術士みえ」発行及び責任者

竹居信幸 技術士(建設、総合技術監理)

〒510-0025 三重県四日市市東新町2-23

東邦地水(株)内

TEL 059-331-7311

FAX 059-331-8107

E-mail: nobuyuki-takei@chisui.co.jp

広報委員 西方伸広 技術士(機械)