みずほ情報総研レポート

vol.19
2020

CONTENTS

技術動向レポート

◆肺がん検診におけるAI（人工知能）実用化に向けた
福島県立医科大学との共同研究

◆月への旅行が身近になる時代は来るか？
～ロケット技術開発レビュー～

社会動向レポート

◆化学物質による労働者のリスク低減を目指して

◆エネルギー供給構造高度化法と
再エネ電力の自家消費拡大に係る考察

◆ピープルアナリティクスの“いま”と“これから”
―国内企業における人事関連情報分析の実態と推進のための示唆―

◆定年後再雇用者の「職務・働き方」と「賃金」の変化に関する考察
～高齢者が意欲的に働き続けることのできる社会を目指して～

◆国民の余暇生活はどう変化したか
社会生活基本調査にみる30年の余暇活動の変化

MIZUHO　みずほ情報総研株式会社

みずほ情報総研レポートとは

みずほ情報総研株式会社の職員が、企業経営分野・公共政策分野・社会科学分野・環境分野・情報通信分野・工学分野等のトピックスを専門的見地から採り上げ、論述したレポート集です。

※「みずほ情報総研レポート」はweb上でも閲覧することができます。
https://www.mizuho-ir.co.jp/publication/report/mhir/index.html

MIZUHO

技術動向レポート

肺がん検診における AI（人工知能）実用化に向けた福島県立医科大学との共同研究…… 2
情報通信研究部　主席コンサルタント　永田　毅
チーフコンサルタント　佐野　碧
コンサルタント　岩渕　耕平
社会政策コンサルティング部　課長　山崎　学
調査役　井高　貴之

月への旅行が身近になる時代は来るか？…… 9
～ロケット技術開発レビュー～
サイエンスソリューション部　コンサルタント　今野　彰

社会動向レポート

化学物質による労働者のリスク低減を目指して…… 15
環境エネルギー第2部　チーフコンサルタント　貴志　孝洋

エネルギー供給構造高度化法と再エネ電力の自家消費拡大に係る考察…… 27
環境エネルギー第2部　コンサルタント　中村　悠一郎

ピープルアナリティクスの“いま”と“これから”…… 38
―国内企業における人事関連情報分析の実態と推進のための示唆―
経営・IT コンサルティング部　チーフコンサルタント　岡松　さやか

定年後再雇用者の「職務・働き方」と「賃金」の変化に関する考察…… 46
～高齢者が意欲的に働き続けることのできる社会を目指して～
社会政策コンサルティング部　コンサルタント　古川　みどり

国民の余暇生活はどう変化したか…… 58
社会生活基本調査にみる30年の余暇活動の変化
社会政策コンサルティング部　主席コンサルタント　仁科　幸一

技術動向レポート

肺がん検診におけるAI（人工知能）実用化に向けた福島県立医科大学との共同研究

情報通信研究部
主席コンサルタント 永田 毅
チーフコンサルタント 佐野 碧
コンサルタント 岩渕 耕平
社会政策コンサルティング部
課長 山崎 学
調査役 井高 貴之

1. はじめに

肺がんは世界的規模で増加傾向にある疾患で[1]死亡率も高く、この疾患の制御は、全世界の喫緊の課題であり、特に肺がんは早期の場合には自覚症状を伴わないために発見が遅れる事が課題となっており、我が国も同様の課題を抱えている（図表1）。早期発見に向け、現在では、CTやMRIの普及により非侵襲な手段による精密検査が可能であるものの、時間もコストもかかることから検診率が低いのが現状であり、広く普及している胸部X線撮影による肺がん検診は大きな意義を持つ。

我が国では健康増進法に基づいて集団健診、施設健診などが行政（自治体）主導で行われており、健康維持管理に役立っている。成人に対する健診における肺がん検診を目的とした胸部X線画像の読影においては、「肺がん検診手引き」（日本肺癌学会編）にて処理フローが規定されており、読影担当医師2名で1枚の胸部レントゲンフィルム（デジタル画像）をダブルチェック方式で読影する（二重読影、一次読影）。この段階で異常と指摘された症例に対しては比較読影（二次読影）で最終評価が行われて、精度の高い判断がなされている。

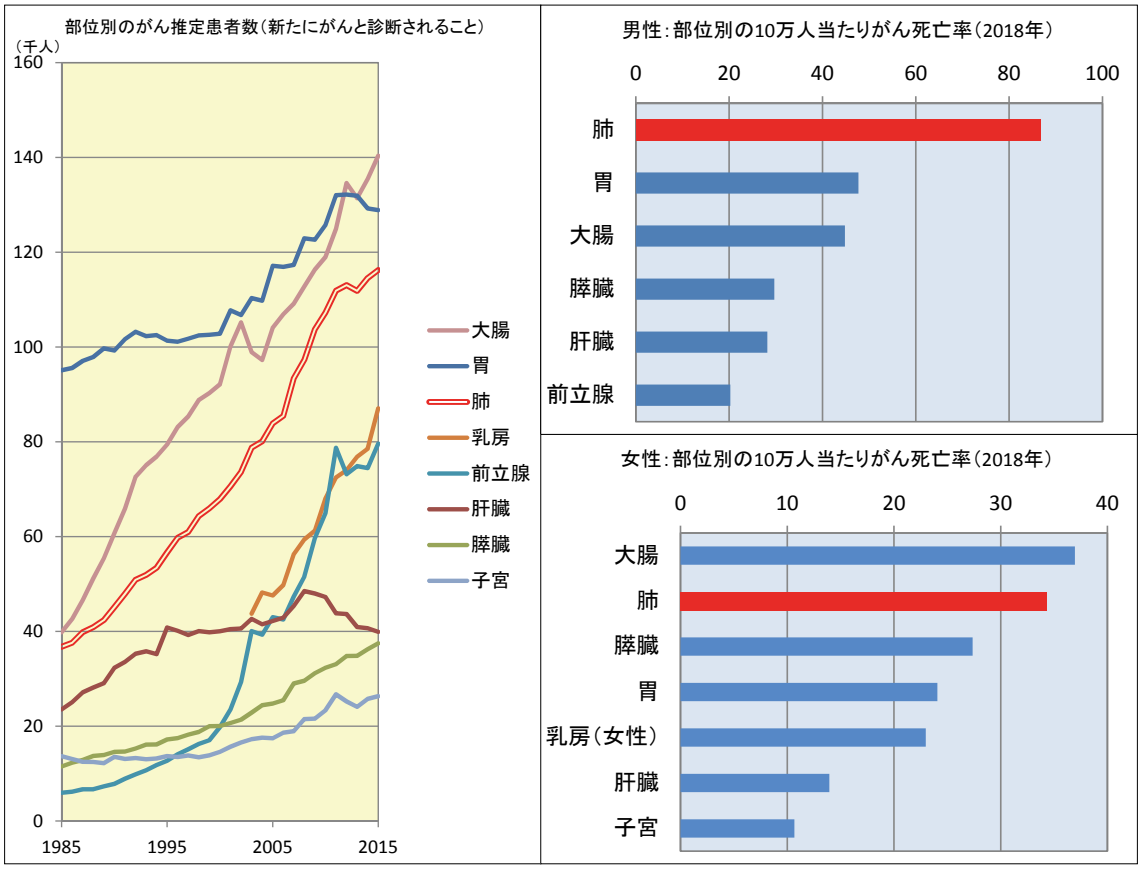
読影作業に従事する医師の負担は決して軽いものではない。最近では政府主導で働き方改革が議論されており、医師に関してもその働き方を改善するための議論がなされて久しいが、医療に対する国民のニーズは年々高まっており、医師の負担が一向に軽減していない問題が存在する。また、医師の長時間にわたる読影作業は、作業効率の低下を招き、陰影の見過ごしにつながる可能性があるため、医療安全管理上も課題とされる。

上記のような問題を鑑み、当社と公立大学法人福島県立医科大学は、2019年より集団健診の画像読影作業におけるAIによる異常検知の実用化を目的とした共同研究に取り組んでいる[3]（図表2）。

肺がんの最終的な診断は医師が行うため、我々は主に以下の目的で本共同研究を実施している。

① 一次読影において、AIの判断を参考に医師が診断を行うことで、診断の質を落とすこ

図表1　日本におけるがん推定罹患数と死亡率



（資料）国立がん研究センターがん情報サービス「がん登録・統計」(2)よりみずほ情報総研作成。

となく、医師の負担軽減、医師の労働時間の短縮を図る。

② 医師の比重を、一次読影から二次読影業務にシフトすることで、二次読影の質の向上を実現する。

③ 肺がん検診を遠隔で支援することを検討し、専門性の高い読影医の偏在による地方格差の解消を実現する。

本共同研究は現在進行中であり、現在は、図表2における最初のステップである、過去の検診症例・臨床症例での精度評価を行っている。本稿ではまず、国内の肺がんを含むがん検診全般における AI の活用状況について概観した上で、本共同研究の現状について報告する。

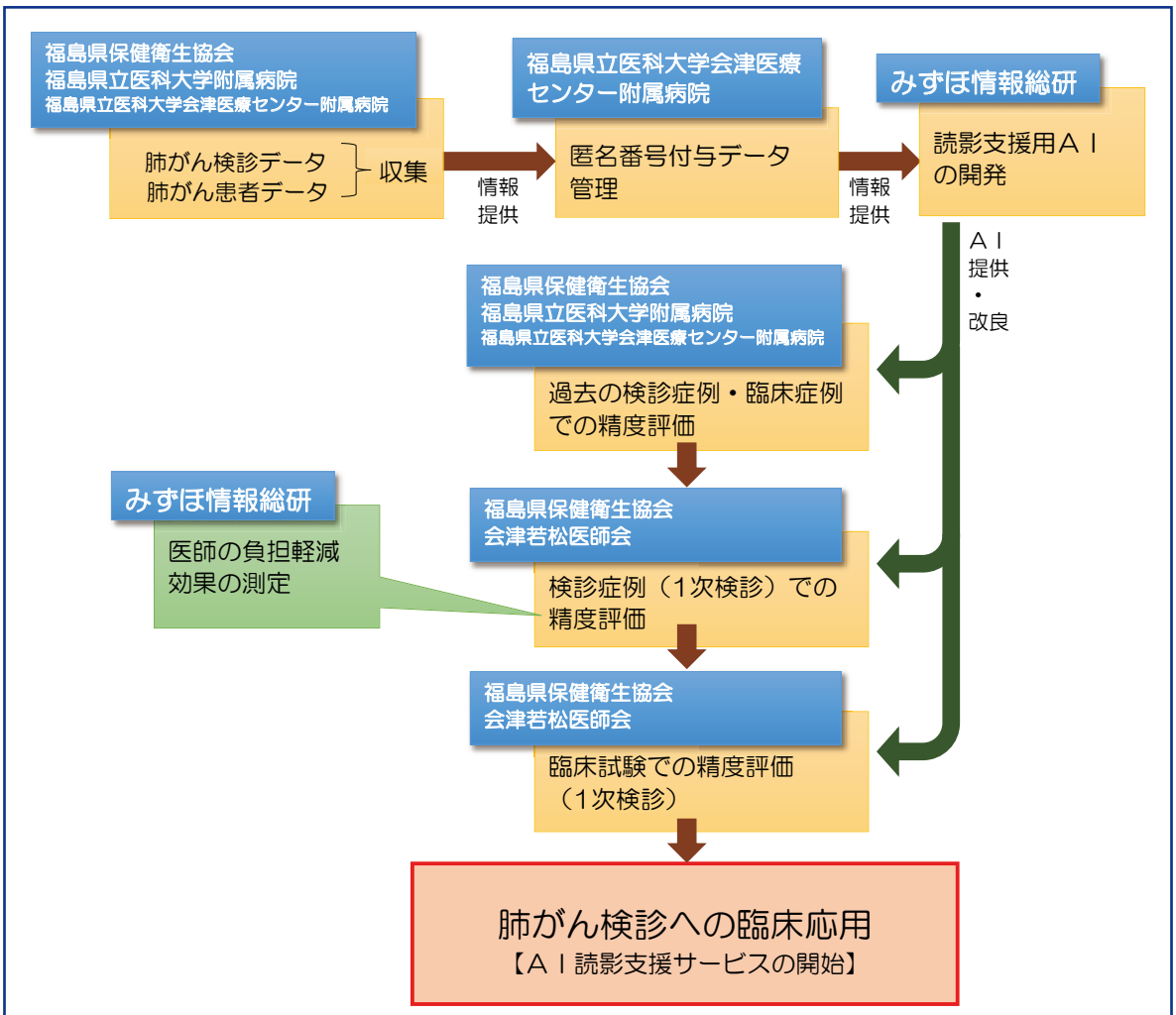
2. がん検診全般における AI の研究・活用状況

ここで、国内のがん検診における AI の活用状況について、現状を概観しておきたい。

理化学研究所と国立がん研究センターの共同研究グループは、ディープラーニングとデータ拡張技術による早期胃がんの高精度な自動検出法を確立した[(4)]。陽性的中率（AI が陽性と判断した画像中、実際に陽性であった割合）は93.4%、陰性的中率（AI が陰性と判断した画像中、実際に陰性であった割合）は83.6%を達成している。

オリンパス株式会社は、AI 搭載の内視鏡画像診断支援ソフトウエア「EndoBRAIN」の国内

図表2　共同研究の概念図



（資料）みずほ情報総研作成

販売を2019年3月から開始した[5]。EndoBRAINは、製造販売承認を受けた内視鏡関連の国内初のAI搭載ソフトウエアであり、腫瘍性・非腫瘍性ポリープを自動的に判別し診断を支援する。機械学習にはSVM（サポートベクターマシン、機械学習手法の一種）を用いており、製造販売承認に当たって6万9,142件の教師データを使用し、その精度は、感度（陽性のうち検査で陽性とされた割合）が97%，正診率（データが正しく診断された割合）98%を達成している。国立研究開発法人日本医療研究開発機構（AMED）の研究事業に採択され、昭和大学、名古屋大学、サイバネットシステム株式会社が研究開発を行い[6]、サイバネットシステム株式会社が2018年12月に薬機法の製造販売承認を取得した。

日本電気株式会社と国立がん研究センターの共同研究グループは、大腸潰瘍性ポリープを、ディープラーニングを基礎としたAIを用いて内視鏡検査時に即時に発見するシステムの開発に成功した[7]。隆起型の病変に関しては、感度（陽性のうち検査で陽性とされた割合）98%、特異度（陰性のうち検査で陰性とされた割合）99%

を達成している。

がん研究会有明病院と株式会社 AI メディカルサービスの共同研究グループは、AI により、内視鏡検査時のリアルタイム胃がん検出支援システムを構築することに成功し、全胃がんの94.1％を検出することに成功した[8]。

株式会社日立製作所は肺がん検診における3次元 CT 像に対して、ルールベース手法とディープラーニングをハイブリッドさせた AI を適用し、充実性結節病変の検出率93.4％を達成した[9]。

コニカミノルタ株式会社は、医用画像 AI ベンチャーのパイオニアである Enlitic, Inc.、丸紅株式会社と、共同開発契約を締結し、胸部単純 X 線における異常部位検知を行う AI の開発を進めると発表した[10]。

株式会社エヌ・ティ・ティ・データは2019年4月にインドで AI を用いた胸部単純 X 線画像の遠隔読影サービスを始めた[11]。インドのスタートアップであるディープテック（プネー市）と連携し、複数の医療機関向けに、画像を AI で分析して各疾病リスクを確認、診断したリポートを作成・提供している。

このように、三大がん（胃がん、肺がん、結腸がん）に対して、様々な機関が AI の活用を試みており、その多くが読影医に迫る精度を報告していることからも、今後もこうした流れは拡大していくと考えられる。

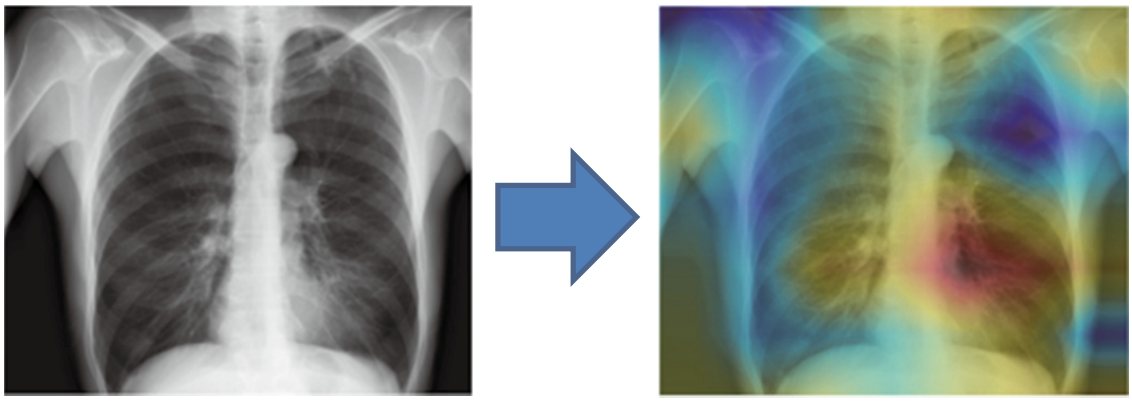
本共同研究が対象とする肺がんに対する AI の活用は、従来は三次元 CT 像を対象とした研究がほとんどであった。X 線画像は、二次元画像であるため、三次元 CT 像よりも情報が少なく、正常と異常の見分けがつきにくいため、難易度が高かったためと思われる。しかし、近年の画像解析技術および AI の発展により、この問題を克服することができると我々は考えている。

3. AI を活用した X 線画像からの異常検知（過去症例を用いた後ろ向き精度評価）

本研究を始めるに当たり、まず先行研究についての論文調査を行い、精度の検証を行った。論文調査の結果、胸部 X 線画像を対象とし、AI で肺がんを検知する研究は見つけることができなかったが、肺疾患（結節、結核、肺炎、気胸等）を検知する研究がいくつか見つかった。そこで、X 線画像における見え方が比較的肺がんに近い結節を対象として、論文を調査した結果、複数の先行研究の中から、NIH（National Institutes of Health、アメリカ国立衛生研究所）の Chest X-ray データセット（10万枚）を教師データとして利用し、ディープラーニングの一種である DenseNet を改良した手法で学習した研究[12]が最も良い精度（AUC=0.78）を示していたため、当該論文[12]を精度検証における先行研究の対象として選定した。なお、AUC とは、ROC 曲線（横軸に偽陽性率（陰性データを陽性と予測した率）、縦軸に真陽性率（陽性データを陽性と予測した率）を取ったもの）の面積であり、0から1の値を取り、1に近いほど精度が高いことを示す。さらに、この手法は、図表3に示すように、異常の尤度を可視化することが可能であり、AI が異常と判断した箇所について目視で確認することが可能である。

我々はまず、文献[12]のネットワーク構造に相当するプログラムを開発し、結節を対象として NIH の Chest X-ray データセット（10万枚）に対して学習を行い、論文で示された精度が得られることを確認した。そして次に、図表4の2つの学習ケースについて、肺がん検知の精度比較を行った。検診データについては、両ケースとも ImageNet [13]による training 結果を初期値とし、最終的な学習は福島保健衛生協会から提供を受けたデータ（正常401枚＋肺がん疑い452枚

図表3　改良 DenseNet による異常検知例（肺炎）[12]



（資料）文献（12）よりみずほ情報総研作成

図表4　学習ケース

ケース	学習ステップ
A	初期値 ImageNet ⇒ NIH データ（10万枚）による pre-training ⇒福島保健衛生協会のデータ（853枚）による学習
B	初期値 ImageNet ⇒福島保健衛生協会のデータ（853枚）データによる学習

（資料）みずほ情報総研作成

図表5　交差検定による精度検証結果

ケース	感度（SEN）	特異度（SPE）	AUC
A	0.75	0.60	0.74
B	0.73	0.75	0.80

感度：陽性のうち検査で陽性とされた割合　　**特異度**：陰性のうち検査で陰性とされた割合

AUC：ROC 曲線における面積。ROC 曲線とは横軸に偽陽性率（陰性データを陽性と予測した率）、縦軸に真陽性率（陽性データを陽性と予測した率）を取ったもの。0から1の値を取り1に近いほど精度が高い。

（資料）みずほ情報総研作成

＝853枚）で行ったが、ケース A は間に NIH データ（10万枚）による pre-training を行った。なお、いずれのケースも、X 線画像に対しては、輝度分布の平均と分散を一致させる標準化を行い、画像間の輝度のばらつきを吸収する前処理を行った。

図表5に交差検定における精度検証の結果について示す。ケース B の方が高い精度が得られており、先行研究の結節の結果（AUC=0.78）に匹敵する精度が得られている。また NIH データによる pre-training は、今回のケースでは逆効果であることが分かる。一般的に、ディープラーニングで高い精度を得るためには、大量の教師データが必要であり、NIH の Chest X-ray

データセット（10万枚）は、本研究のデータ不足を補う目的で利用したものであるが、NIH のデータには、新旧様々な機器で撮影したデータが含まれており、撮影環境や受診者の姿勢が一様でないため、同一機種・同一環境で撮影された福島保険衛生協会のデータと相性が良くなかった可能性がある。よって、今後実用化に向けて、機種・撮影環境・受診者の姿勢等のバラつきを前処理で吸収し、一定の精度を保証することが課題の1つになると考えている。

また、今後の精度向上に向け、質の高い国内の検診データをさらに収集し、教師データの母数を増やしていくことが有効と考えており、既に、福島県立医科大学付属病院、福島県立医科大学会津医療センター付属病院から提供を受けるなど、データ拡充を進めている。一方で、肺がん検診において肺がんと診断される比率は1%を大きく下回るため、陰性データと比較して陽性データは圧倒的に母数が少ないのが実情である。よって、今後は、陽性データ不足を補うデータ拡張技術も必要になると考えられる。

まとめると、今後、我々は本研究の実用化にむけて、

・より肺がん検知に適したディープラーニングのネットワーク構造の検討。
・質の高い国内の検診データをさらに収集することによる、教師データの拡充。
・機種・撮影環境・受診者の姿勢等の違いを前処理により吸収する技術の検討。
・データを幾何学的に変換し教師データの母数を水増しするデータ拡張技術の検討

等の様々な工夫を組み合わせて精度向上を果たしていく予定である。

4. おわりに

我々は、AI による肺がん検知について、従来適用されていなかった胸部 X 線画像を用いてその精度を検証し、他の肺疾患（結節）と同程度の精度が得られることを確認した。実施方法・算出方法によってかなりの差があるが、胸部 X 線の肺がん検診における読影医の感度（陽性のうち検査で陽性とされた割合）は0.63～0.88、特異度（陰性のうち検査で陰性とされた割合）は0.95～0.99とされている[14]。我々の精度（図表5）と比較すると、感度は読影医に近い精度が実現できていることが分かる。特異度は読影医と比較すると精度が低いが、ケース B の結果（特異度0.75）は、正常データの75%は正常と判断できることを示しており、今後さらなる精度向上を達成できれば、医師の負担軽減に大きく貢献できる可能性があると考えている。

本研究は、肺がん検診において広く利用されている胸部 X 線検査において AI を活用する点に大きな意義があり、本研究の実用化を果たすことで、肺がん検診の有効性の向上および受診率の向上につなげていきたいと考えている。さらに、肺がん検診における AI の有用性を福島県発の業績として世界へ発信し、他地域での活用も促すことで、我が国の肺がんの早期発見および治療に少しでも貢献していきたいと考えている。

謝辞

本共同研究では、福島県立医科大学　呼吸器外科の鈴木 弘行教授、樋口 光徳准教授に多大なご協力とご指導をいただきました。ここに感謝の意を表します。また、貴重な検診データをご提供いただいた福島保健衛生協会、福島県立医科大学付属病院、福島県立医科大学会津医療センター付属病院に心から感謝いたします。

注

(1) http://www.ciesin.org/IC/who/MortalityDatabase.html

(2) https://ganjoho.jp/reg_stat/statistics/stat/index.

html
(3) https://www.mizuho-ir.co.jp/company/release/2019/medicheck0729.html
(4) Sakai, Yoshimasa, et al. “Automatic detection of early gastric cancer in endoscopic images using a transferring convolutional neural network.” 2018 40th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC). IEEE, 2018.
(5) https://www.olympus.co.jp/news/2019/nr01157.html
(6) Misawa, Masashi, et al. “Accuracy of computer-aided diagnosis based on narrow-band imaging endocytoscopy for diagnosing colorectal lesions: comparison with experts.” International journal of computer assisted radiology and surgery 12.5 (2017): 757-766.
(7) 浜本隆二. “人工知能技術を用いたがんの本態解明及び診断・治療への応用.” 日本分子腫瘍マーカー研究会誌 34（2019）：16-18.
(8) Ishioka, Mitsuaki, Toshiaki Hirasawa, and Tomohiro Tada. “Detecting gastric cancer from video images using convolutional neural networks.” Digestive Endoscopy 31.2 (2019): e34-e35.
(9) 影山昌広，外：新しい畳み込みニューラルネットワーク設計法を用いた肺がん CT 検診向け結節検出 CAD システム，第75回日本放射線技術学会総会学術大会（2019.4）
(10) https://www.konicaminolta.com/jp-ja/newsroom/topics/2019/0410-02-01.html
(11) https://www.nikkan.co.jp/articles/view/00509541
(12) Rajpurkar, Pranav, et al. “Chexnet: Radiologist-level pneumonia detection on chest x-rays with deep learning.” arXiv preprint arXiv: 1711.05225 (2017).
(13) http://www.image-net.org/
(14) https://ganjoho.jp/med_pro/pre_scr/screening/screening_lung.html

技術動向レポート

月への旅行が身近になる時代は来るか?

～ロケット技術開発レビュー～

サイエンスソリューション部
コンサルタント　今野　彰

1. はじめに

2018年に大手旅行代理店が実施した調査[(1)]によると、「宇宙旅行が実現されたら、行ってみたいですか？」という設問に対し、約64％が「行きたい」と回答している。この調査が実施されたのは、ちょうどアメリカの新興企業が民間月旅行計画を発表し、その最初の搭乗者に日本人実業家が選ばれた[(2)]ことで話題になった時期ということもあり、多くの人々が宇宙旅行に興味を示した。また先ほどの設問で「行きたい」と回答した人のうち半分が、宇宙旅行をするならば「月」へ行きたいと答えている。1969年にアメリカのアポロ11号が人類初の月面着陸を成功させた日から50年経ったが、今なお人々は「月」に対し憧憬の念を抱いていることが伺える。一方で、「宇宙旅行に行くとしたら、いくらなら旅行を検討しますか？」という設問に対しては、70％近くの人が「100万円未満」と回答している。

周知の通り、現状では100万円で月へ旅行するのは難しい。例えば、1960年代のアポロ計画では現在の価値にして約13兆円が費やされたと言われている[(3)]。また、過去にNASAがロシアからソユーズへの搭乗を購入した際には約90億円を支払ったとされている[(2)]。いずれにせよ現に宇宙へ旅行するならば、理想の1万倍近く、あるいはそれ以上の費用がかかることになる[(4)]。

月へ旅行するにしろ、人工衛星を打ち上げるにしろ、宇宙への唯一のアクセス手段はロケットである。かつてのロケット開発は国が主導して進めてきたが、現在は国内外の多くの民間企業がロケット開発に参入し、低コストでも高性能なロケットを開発している[(5)(6)(7)]。ロケット開発には多くのノウハウが必要だが、民間企業がロケットを開発できるようになったのは、基本に則って、足元から技術を固めてきた結果であると考えられる。そこで本稿ではこの技術に重きを置き、ロケット分野でよく見かける基本原理や専門用語を分かりやすく網羅的に解説した。より詳細な内容についても注釈を付したので、適宜参照されたい。本稿により、近年のロケット開発・打ち上げのニュース記事が、技術の観点から理解できることとなるだろう。

2. ロケットの原理

まず初めに、「ロケットが飛ぶ原理」、「ロケットに必要な速度」、「ロケットが速度を生み出す仕組み」というロケットの基本的な物理について触れることにしよう。

そもそもなぜロケットは飛ぶのだろうか。これは「大量の燃焼ガスを進行方向と逆向きに高速で噴射するから」で、身近なもので例えるならばジェット風船と仕組みは同じである。ジェット風船は、ゴム風船が縮む際、中の空気が出口へ押し出されることによって、その反動で飛ぶ

ことができる。ロケットも同様で、燃料を燃焼させることによって発生する大量の燃焼ガスを噴射口(以下、ノズルと呼ぶ)から高速で噴射させることで、反動によりロケットは速さを獲得し飛ぶことができる。

では、ロケットを宇宙へ飛ばすためにはどの程度の速さが必要だろうか？これは、「ロケットが地球に落下せずに周回するためにはどの程度速さが必要か？」とも言い換えられる。これは、地球を周回する物体に働く「遠心力」と、その物体を引っ張る力である「地球の重力」の釣り合いから求めることができる。2つの力が釣り合うためには物体は秒速7.91km（時速に換算すると約28,400km)の速度が必要であり、宇宙へ行くためには想像を絶するほど高速である必要があることが分かる[8]。

次に疑問に思うのは、秒速7.91kmという途方もない速度を生み出すためにはどうすれば良いか、である。先述した通り、ロケットが飛ぶのは「大量の燃焼ガスを進行方向と逆向きに高速で噴射するから」であるが、「どの程度の量のガス」を「どの程度高速に噴射」すべきだろうか。ロケットがそれだけの速さを持つには、ガスの噴射速度も同程度(秒速約3～4km)必要である。この速度は噴射ガスの音速を超えた「超音速」であり、この超音速を生み出す仕組みが、ノズルの形状にある。様々なロケットのノズル部分を観察すると、ラッパのような形状をしていることが分かる。通常、このような先が広がった形状の管に(低速の)ガスが流し込まれると、出口へ行くにつれて減速される。しかしここに超音速のガスを注入すると、この現象が逆転し、ガスの速度がさらに加速されることが知られている[9]。このような直感に反する物理現象を利用することで、ガスを高速に噴射させるのである。

そして必要な噴射ガスの量だが、ある時間ごとに噴射されるガスの量が多いほど(すなわち燃料が大量に消費されるほど)、より速いスピードでロケットを打ち上げることができる。したがって、打ち上げ前(燃料の消費前)と打ち上げ後(燃料の消費後)のロケットの重量の比と、打ち上げ後のロケットの速度には相関関係があると言える。この関係を定式化したのが「ツィオルコフスキーの公式」と呼ばれるもので、ロケットの分野において最も重要な基本式として知られている[10]。なおツィオルコフスキーとは、この式を1897年に導出したロシアの科学者コンスタンチン・ツィオルコフスキーの名前から取られている。

以上がロケットの基本物理だが、本節の最後に、ロケットエンジンの能力にかかわる用語を整理する。まずロケットを飛ばすための重要な要素は、燃焼して発生したガスの「噴射量」と「噴射速度」であった。これら2つを掛けたものが「推力」と呼ばれ、その名の通り、ロケットを推し進めるための力の大きさを意味する。また「噴射速度」を地球に働く重力の強さ(重力加速度という)で割ったものが「比推力」と呼ばれる。比推力は、ある量の燃料を燃焼させた時に生じる推力を維持できる時間を意味し、いわゆる燃費に相当する量である。推力も比推力もその数字が大きいほど、より性能の良いロケットを意味する。そしてツィオルコフスキーの公式で出てきた打ち上げ前後のロケットの重量の比を「質量比」と呼び、燃料以外のロケットの機体などの軽さ(質量比が大きいほど機体が軽い)を表す。現在使われている多くのロケットの質量比は6～20で、これはロケットの全重量のうち83～95％と殆どが燃料で占められていることになる。

3. ロケットの構造

前節でロケットの原理を理解したところで、

本節ではロケットを宇宙へ飛ばすためのシステムを見てみることにする。まず前提として、航空機とロケットではエンジンの仕組みが違う。どちらもエンジンで燃料を燃焼させることで空中を飛行することに変わりはないが、燃焼させるために必要な酸素の取り込み方が異なる。航空機のジェットエンジンは周囲にある空気を取り込んで燃料を燃やすが、同じ仕組みをロケットに適用すると、空気の少ない宇宙では燃料が燃やせない。したがってロケットには燃料の他に酸化剤と呼ばれる物質も積載され、この酸化剤をロケットエンジン内部で燃料と混合させて点火すれば、宇宙でも燃焼させることができる。この燃料と酸化剤をまとめて「推進剤(あるいは推進薬)」と呼ぶ。

では、日本の基幹ロケットであるH-IIBを参考に、ロケットの構造を詳しく見てみよう。先の尖った頭の部分は「フェアリング」と呼ばれ、ここに人工衛星などの宇宙に運びたいものが格納される。この宇宙に運びたいもの(もしくはその重さ)のことを「ペイロード」といい、ロケットの打ち上げ能力を表す指標となる。フェアリングより下は主にエンジンと推進剤で構成され、H-IIBではロケットが2段に分かれている。2節で登場した「ツィオルコフスキーの公式」によると、仮にロケットが1段だけだと大量に推進剤を積載しないと宇宙へ行くことができないことが分かっている。これでは効率が悪いため、ロケットを2段に分けて、まず1段目のエンジンを使って推進し、1段目の燃料を使い切ったところでそれを切り離すことでロケットを軽くする(質量比を上げる)。その状態で2段目のエンジンを使えば、ロケットは効率良く速度が得られる。これを「多段式ロケット」と呼び、現在運用されているロケットはほぼ全て多段式ロケットで、その多くは2段、あるいは3段である。

第1段主エンジンの部分にはノズルが2つ付いているが、これはLE-7Aというロケットエンジンが2基並んでいる。このように複数のエンジンを束ねたロケットのことを「クラスターロケット」という。クラスターロケットは、性能が安定し且つ信頼性の高い小型のロケットエンジンを束ねているため、大型ロケットエンジンを1つ作るより費用と開発期間を削減できるメリットがある。

また第1段部分には、「液体水素タンク」と「液体酸素タンク」があり、それを取り囲むように4つの「固体ロケットブースタ」が配置されている。ロケットエンジンは、推進剤が液体か固体かによって「液体燃料ロケット」と「固体燃料ロケット」の2種類に分かれる。液体燃料ロケットでは、液体水素などを燃料、液体酸素などを酸化剤として別々のタンクに貯蔵し、エンジン内部の燃焼室で両者を混合、燃焼させることで、大量の燃焼ガスを発生させて推力を得ている[11]。一方固体燃料ロケットは、燃料と酸化剤が粘土のような状態で混ざっていて、これを燃焼させている(なお、この状態は花火の火薬と同じなので、原理的に固体燃料ロケットはロケット花火と同等であると言える[12])。液体燃料ロケットと固体燃料ロケットの特徴、燃焼方法、長所と短所を図表1に整理した。

以上でロケットの構造を概観したが、ロケットの物理と同様、構造もシンプルに見える。しかし液体燃料の燃焼方法や固体燃料の製造方法などで、先人による様々なアイディアやノウハウが凝縮されていて、これがロケット打ち上げ成功の鍵を握っているのである。

4. ロケットの運用

ここではロケットの打ち上げから最終目的である軌道への投入までの流れを見ることにする。ロケットの打ち上げ方法には大きく分けて①地上発射、②空中発射、③海上発射の3つがある。

図表1　液体燃料ロケットと固体燃料ロケットの特徴、燃焼方法、長所と短所

	液体燃料ロケット	固体燃料ロケット
燃料＋酸化剤の組み合わせ	液体水素＋液体酸素、 炭化水素系燃料（ケロシンやエタノールなど）＋液体酸素 エアロジン-50＋四酸化二窒素など	合成ゴム系（ポリウレタンやポリブタジエン） ＋過塩素酸アンモニウムなど
燃焼方法	高圧ヘリウム（あるいは窒素）ガスで推進剤を燃焼室に押し入れる加圧式と、タービンとポンプを使って機械的に推進剤を燃焼室に送り込むターボポンプ式[13]がある	円筒形の固体燃料を、底面から燃やす端面燃焼型、円筒中心軸から燃やす内面燃焼型、円筒側面から燃やす側面燃焼型がある[14]
長所	比推力が大きい（300～500秒） 燃焼の量を調整できるため、細かな制御が可能 打ち上げ前の燃焼実験も容易 大型化しやすい	長期保存が可能 発射作業が容易 部品数が少なく構造がシンプル 小型ロケットに適している
短所	推進剤の長期保存と温度管理が難しい 四酸化二窒素などのような酸化剤は有毒 構造が複雑になりやすく、高い技術力が必要	比推力が小さい（200～300秒） 固体燃料の製造に多くのノウハウが必要 一度着火したら燃焼を止められないため、制御が難しい

各種資料に基づきみずほ情報総研により作成

①地上発射

ロケット打ち上げで最もオーソドックスな手法である。地上発射のためには、ロケット専用の打ち上げ施設である射場が地上に必要である。有名どころでは、アメリカのケネディ宇宙センター／ケープカナベラル空軍基地、フランス領ギアナにあるギアナ宇宙センター、カザフスタンにあるバイコヌール宇宙基地、そして日本の種子島宇宙センターと内之浦宇宙空間観測所がある[15]。これらの射場は、効率性と安全性の観点から幾つかの地理的条件を満たしていることが多い。1つ目が「赤道に近いこと」である。なるべく赤道近くからロケットを打ち上げると、地球の自転由来の遠心力がロケットに最も強く働くため、高緯度で打ち上げるより少ないエネルギーで済ませられる。また、地球は西から東に向かって自転しているため、赤道付近で東の方角にロケットを打ち上げれば、地球の自転が「追い風」となり、さらに効率の良いロケット発射を実現できる。2つ目が「周りが開けていること」である。先述の通り、ロケットは東の方角に打ち上げれば効率的だが、投入する軌道（例えば後述する太陽同期準回帰軌道など）によっては北あるいは南の方角に打ち上げることもある。したがって周囲の環境の安全性から、射場の近辺、特にロケットが飛行する北、東、南のいずれかの方角は人里離れた、海や砂漠などに覆われていることが多い[16]。

②空中発射

2節でロケットに必要な速度（秒速7.91km）について触れたが、実際は空気抵抗等で減速させられるため秒速7.91km では宇宙へ飛ぶことができず、実質秒速10km ほどの速度が必要である。空気抵抗という「向かい風」の影響をなるべく取り除くために、この空中発射のアイディアが生まれた。具体的には、まずロケットを航空機（場合によっては気球）に乗せて、通常の空港から出発する。そして飛行機が高度10km 程度に達した時に、ロケットを発射する。空中発射の利点として、空気抵抗や重力の影響を低減できる他に、地上で射場を整備する必要がないことが挙げられる。一方で、航空機に搭載できるほどの小さなペイロードでは限界があるという欠点もある。

③海上発射

今後、ロケット開発が進み、特に小型ロケットが高頻度で打ち上げられるようになる未来を見据えた発射方法もある。それが海上発射であ

り、地上の射場が不足した際の補完的な役割を果たす。海上での打ち上げは、地上に固定された射場からの発射とは異なり、発射地点をある程度自由に移動させることができる。したがって地上発射では実現できないような安全性が高く、効率の良いロケットの打ち上げを実施できる。実際、2019年6月には中国で、民間船舶を移動式発射台としてロケットの打ち上げに成功している[17]。一方、海上発射も地上の射場と同様に発射台を整備する必要がある。この整備を効率的に行うため、日本の新興企業では、海底油田の掘削リグを発射台として活用する事業が進められている[18]。これが実現できれば、従来種子島と内之浦の2か所しか無かった射場の選択肢が増え、小型ロケット発射の需要に応えられることになるだろう。

射場から打ち上げられたロケットは宇宙を目指すが、その際ロケットが目的の位置と時間に正確に到達するために、事前に決められたコースを飛行するよう誘導、制御する必要がある。誘導では、地上からのレーダやロケットに搭載されたセンサ（ジャイロや加速度計、GPS 受信機など）によって、予定のコースと実際のコースのずれを検出し修正させる。ここでレーダを使う場合を電波誘導、センサを使う場合を慣性誘導といい、後者が使われることが多い。コースのずれを修正するとき、ロケットの姿勢や進行方向を細かく制御する必要がある。制御の方法としては、ロケットエンジンそのものを動かすジンバル（首振り）システムが採用されることが多く、他にもメインエンジンの周りに取り付けられた小型エンジンで制御する副エンジンシステムなどがある。

さて、人工衛星などを積載したロケットはこうして宇宙へ向かうが、人工衛星は最終的に地球を周回する「軌道」に到達する。この軌道にも様々な種類があるが、例えば、気象衛星「ひまわり」などは「静止軌道」に配置されている。静止軌道は赤道上空36,000km で、地球の自転と同期するように周回することで、常に日本とその周辺の上空に留まることができる。他にも、太陽光が常に同じ角度で当たり、かつ数日～数週間周期で同一地点を観測できるような「太陽同期準回帰軌道」（多くの地球観測衛星はこの軌道をとる）や、特定の地域の上空に一定時間留まることができる「準天頂軌道」（日本の測位衛星システム「みちびき」はこの軌道をとる）などがあり、どの軌道を選ぶかは衛星の目的に依る。

5. まとめ

本稿を通して、ロケットの基本原理から構造、打ち上げ、運用まで幅広く解説した。1節で月旅行とその困難性について触れた。ロケットの仕組み自体は単純である一方で、それを実現するための一つ一つの細かな要素に対して様々な知見が含まれているため、技術とコストがかさみ、ロケット開発（そしてその先にある月旅行）のハードルが上がるのである。そのハードルを下げるためには2つの考え方が重要になるだろう。ひとつが「過去の技術の引継ぎ」である。アメリカの新興企業では、過去に開発されたロケットエンジンの技術がうまく継承され、低コストでも高性能なロケットを生み出すことに成功している[19]。もうひとつが「最新の技術の取り込み」である。最近では3D プリンタや炭素繊維強化プラスチックをロケット開発に導入している民間企業[20]も存在し、既存の技術にとらわれない斬新なアイディアもロケット開発にとって肝要になるだろう。設計最適化における人工知能の活用なども「最新の技術の取り込み」に含まれるだろう。「過去の技術の引継ぎ」と「最新の技術の取り込み」という一見相対する考え方の融合がロケット開発のさらなる隆盛に繋が

ると考えている。

とは言え、月旅行はまだまだ先と思われるだろう。そんな中2020年1月、アメリカの新興企業が、開発中の有人宇宙船の緊急脱出テスト（ロケットに異常が発生した際に乗組員の安全を確保させるための試験）に成功したと発表した[21]。同時に、2名の宇宙飛行士を搭乗させた有人宇宙船の初飛行が2020年4月～6月に行われる予定であることも発表された。民間企業による有人宇宙飛行計画は着実に歩みを進めている。月への旅行が身近になる時代は案外すぐそこかもしれない。

注

(1) https://www.atpress.ne.jp/news/168399

(2) https://news.yahoo.co.jp/byline/akiyamaayano/20180918-00097322/

(3) https://gigazine.net/news/20180724-nobody-visited-moon/

(4) 月までは到達しないものの、放物線を描くように高度100km の宇宙空間まで上昇し、数分ほどの無重力状態を体感しながら青い地球を見下ろせる弾道宇宙飛行もあるが、それでも数千万円程度の費用が必要とされている。（出典：https://diamond.jp/articles/-/169669）

(5) https://natgeo.nikkeibp.co.jp/nng/article/news/14/6880/

(6) https://www.itmedia.co.jp/business/articles/1606/17/news041.html

(7) http://www.istellartech.com/

(8) なおこの速さのことを「第一宇宙速度」と呼ぶ。第一宇宙速度は物体と地球中心との距離の1/2乗に反比例するため、厳密には第一宇宙速度は、物体が海抜ゼロの状態を保ったまま地球を周回するために必要な速度と定義され、物体と地球中心までの距離は地球の半径として計算される。また「第一」宇宙速度があるならば、「第二」・「第三」宇宙速度も存在し、それぞれ地球重力を振り切って脱出するために必要な速度（秒速11.2km）、太陽重力を振り切って太陽系を脱出するのに必要な速度（秒速16.7km）である。

(9) 19世紀のスウェーデンの技術者の名に因み、この形状のノズルを「ラバール・ノズル（あるいはラバール管）」と呼ぶ。気体が高速で流れるような圧縮性流体に見られる現象である。

(10) 厳密に言えば、打ち上げ後の速度は、打ち上げ前後のロケットの質量比だけでなく、ガスの噴射速度にも依存するため、ツィオルコフスキーの公式には噴射速度も含まれている。またツィオルコフスキーの公式では、ロケット打ち上げ後の速度は、ガスの噴射速度に比例し、ロケットの質量比（通常6～20程度をとる）の自然対数に比例するため、ロケットの質量比を倍にするよりガスの噴射速度を倍にした方がロケットの速度を大きくすることができる。

(11) 燃焼室やノズルでは高温のガス（約3,000度）に晒されるため、壁面を厚くしたり、断熱材や再生冷却システムで冷やしたりすることで、エンジンが高温に耐えられるようにしている。

(12) このため固体燃料ロケットは日本では「火薬類取締法」の対象となり、法的な観点でもロケット花火と同等である。これが管理コストの増加に繋がるとされている。（出典：https://ascii.jp/elem/000/001/131/1131534/）

(13) ターボポンプ式には、タービンを回す方法として「ガス発生器サイクル」「２段燃焼サイクル」「膨張サイクル」「電動サイクル」などがある。

(14) ロケットの推力は燃焼される固体燃料の量（表面積）に比例するため、端面燃焼型・内面燃焼型・側面燃焼型ではロケットが得られる推力の大きさの時間変化がそれぞれ異なる。端面燃焼型では一定の推力は得られ、内面燃焼型では徐々に推力が大きくなり、側面燃焼型では逆に徐々に推力が小さくなる性質がある。どの方法を適用するかはロケットの目的に依存し、その燃焼方法にも多くの知見が潜む。

(15) 日本では他に、北海道大樹町や和歌山県串本町でもロケット射場の整備が進んでいる。いずれの射場も海（太平洋）に面している。

(16) イスラエルは西にしか海が開けていないため、西の方角へロケットを打ち上げたことがある。また、海のある方角に打ち上げるとしても地元の漁業関係者の協力も安全性の観点から必要である。（出典：NASA の日本人エンジニアのウェブサイト：http://hiroono.com/ja/2018/10/27/ % E3 % 83 % AD % E3％82％B1％E3％83％83％E3％83％88％E6％89％93％E3％81％A1％E4％B8％8A％E3％81％92％E3％81％AE％E9％81％A9％E5％9C％B0％E3％81％A8％E3％81％AF％EF％BC％9F/）

(17) https://www.sankeibiz.jp/macro/news/190611/mcb1906110500003-n1.htm

(18) https://s-net.space/special/frontrunner/15.html

(19) アメリカのロケットエンジン部品製造会社のウェブサイトより引用：https://www.barber-nichols.com/products/rocket-engine-turbopumps/

(20) https://idarts.co.jp/3dp/rocket-lab-launch-electron-rocket/

(21) https://gigazine.net/news/20200120-spacex-crew-dragon-escape-demonstration/

社会動向レポート

化学物質による労働者のリスク低減を目指して

環境エネルギー第2部
チーフコンサルタント　貴志　孝洋

2016年6月、改正労働安全衛生法に基づき事業者は、化学物質のリスクアセスメントを実施することが義務付けられた。本稿では、化学物質のリスクアセスメントの考え方について述べるとともに、化学物質による労働者のリスクを低減するための重要なポイントを解説する。

はじめに

化学物質は、我々の暮らしの中で非常に重要な役割を担っており、我が国の産業や経済活動において多くのベネフィットをもたらしている。その一方で、化学物質はしばしば環境汚染の要因として挙げられることもある。例えば、セベソ事故[(1)]やボパール事故[(2)]のように、化学物質には甚大な災害を引き起こすなどのリスクも併せ持っている。そのため、適切な管理が求められており、我が国では労働安全衛生法のほか様々な法規制などにおいて化学物質の管理がなされている。

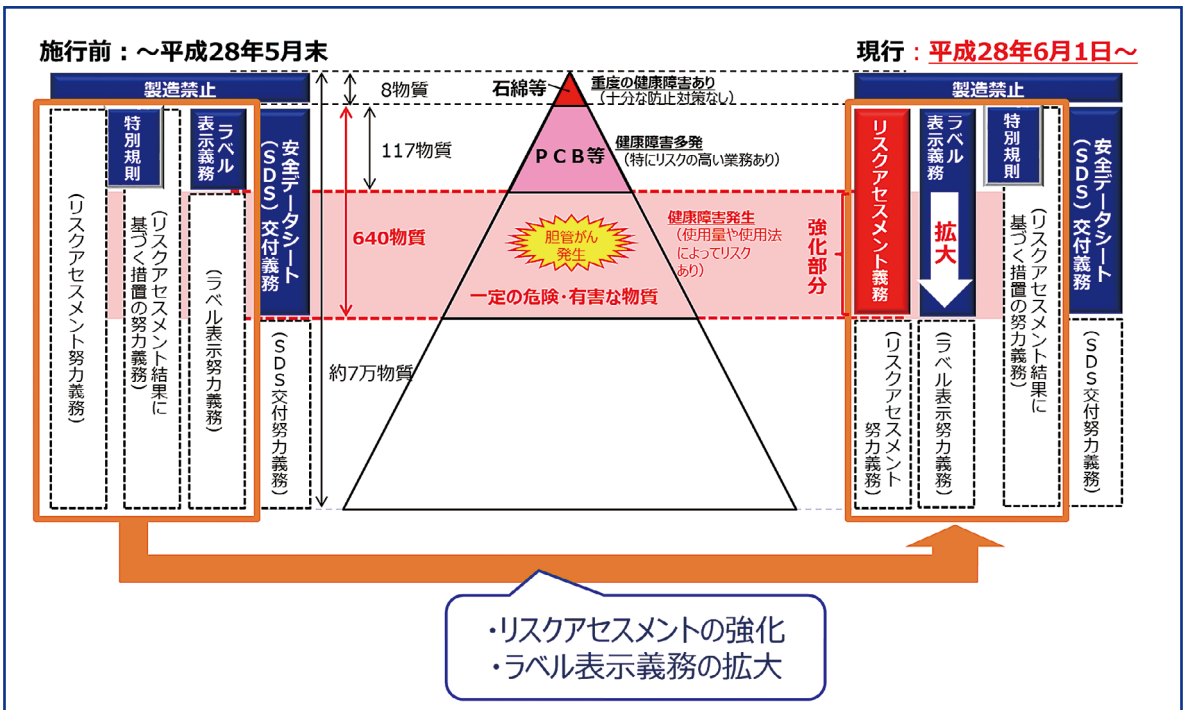
そのような中、2016年6月に、化学物質のリスクアセスメントの義務化などを含む改正労働安全衛生法（以降「改正安衛法」という）が施行された。この改正は、2012年に大阪府のオフセット印刷会社の従業員等が胆管がんを発症するといった重大な労働災害事例が発生したことがきっかけとなった。

2012年当時はまだ労働安全衛生規則や特定化学物質障害予防規則などの特別規則の対象外であった1,2- ジクロロプロパン（DCP）やジクロロメタン（DCM）などを含有する塩素系有機溶剤を洗浄剤として使用していた当該事業者の少なくとも16名の従業員及び元従業員が、胆管がんにり患し、9名が死亡する（2020年1月現在）という重大な労働災害が発生した。この労働災害（いわゆる「胆管がん事案」）をきっかけにして、ハザード管理を中心とした従来の化学物質規制のやり方では、健康を害する危険性から十分に労働者を守ることができないのではないかという意見が広がり、化学物質によるリスクを事前に察知して対応する必要性（リスク管理の必要性）が指摘されることとなった。

そこで厚生労働省は、労働災害を未然防止するための仕組みを充実させるため、労働安全衛生法の見直しを進め、第186回国会（2014年）において「労働安全衛生法の一部を改正する法律」（いわゆる「改正安衛法」）が成立し、同年6月に公布された。

改正安衛法では、一定の危険有害性を有する化学物質（SDS[(3)]交付義務対象物質）を製造または取扱うすべての事業者は、リスクアセスメントを実施することが求められることとなった（詳細は後述する）。さらに、これまで薬瓶などへのラベルの表示義務は、特別規則に該当する化学物質のみが対象となっていたところであるが、この改正により対象範囲が拡大し、SDS 交付義務対象物質を別の事業者などに譲渡提供する場

図表1　労働安全衛生法の改正概要



（資料）厚生労働省「労働安全衛生法の一部を改正する法律（平成26年法律第82号）の概要」を基にみずほ情報総研加筆

合も容器にラベルを表示することが求められるようになった（図表1）。

このように、改正安衛法の施行とともに、我が国の化学物質管理のあり方が大きく変わることとなったが、その一方で化学物質のリスクアセスメントは専門性が求められる。そのため、厚生労働省は、「化学物質等による危険性又は有害性等の調査等に関する指針」（以降、「指針」という）などを公表し、リスクアセスメントの実施を支援しているところであるが、多くの事業者ではその対応に苦慮している状況にある。

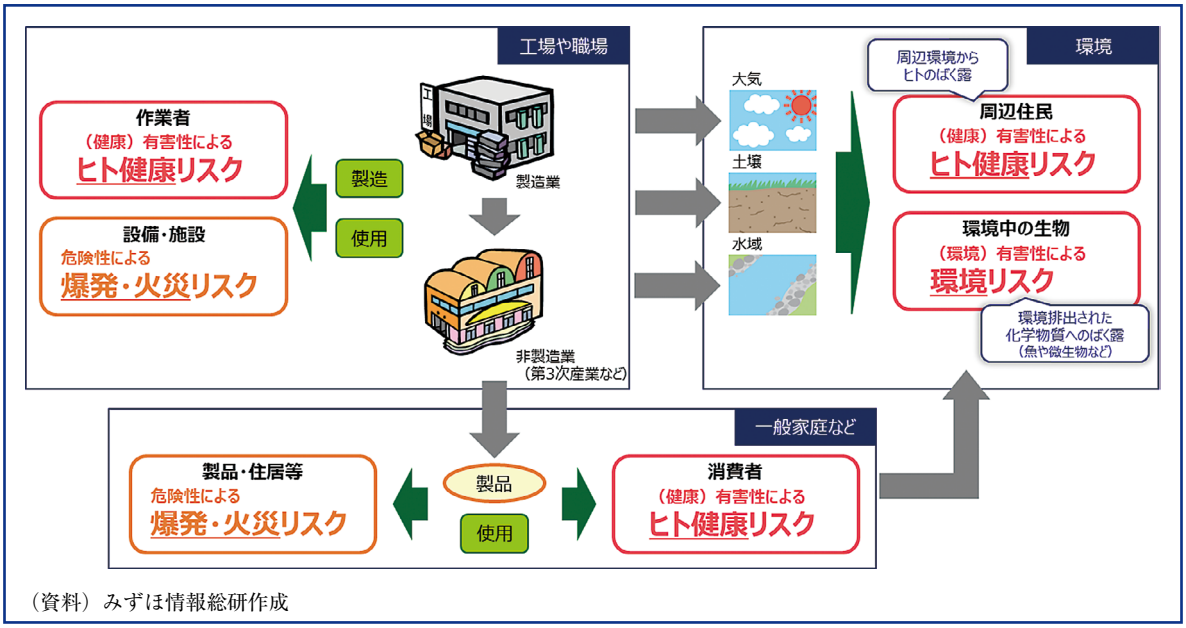
なお、SDS 交付義務対象物質として、「労働安全衛生法施行令」別表第9および別表第3第1号に2020年1月現在で673物質が掲げられている（施行当初は640物質挙げられていた）。

1. 改正安衛法の主なポイント

(1)対象となる事業者

改正安衛法では、SDS 交付義務対象物質を製造または取扱う「すべての」事業者に対して、リスクアセスメントの実施を求めている。さらに、業種や規模による限定はないことから、一般的に化学物質のリスクアセスメントとは無関係に思えるような第3次産業や第1次産業などに該当する事業者もリスクアセスメントを実施する義務が生じている。つまり、例えば製造業などと比較すると取扱量が少なくても、アセトンを原料とする除光液を用いるネイルサロンや2-アミノエタノールなどを含む洗浄剤を用いるビルメンテナンス業などもリスクアセスメントを実施することが求められていることになる。さらに、病院や大学の研究室なども SDS 交付義務

図表2　化学物質のリスクの種類



（資料）みずほ情報総研作成

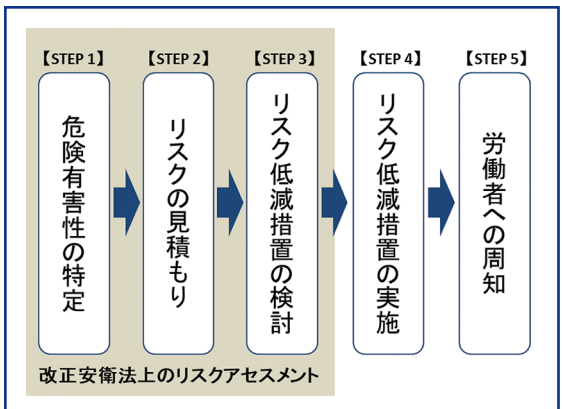
対象物質を使用していればリスクアセスメントを実施する必要がある。

(2)対象となるリスク

「化学物質によるリスク」と一言でいっても、化学物質が有する危険有害性に応じてリスクには様々なものが知られており、ヒトの健康への悪影響以外にも環境への悪影響や爆発・引火(火災)などのおそれも知られている(図表2)。

改正安衛法は、その法律の性質上、工場や職場などの事業場における作業者のヒト健康リスク(有害性)と設備や施設などの爆発や引火、そしてそれらに伴う爆発・火災リスク(危険性)が対象となっている。指針などでは「危険性又は有害性等の調査」と表現されているが、ここでの「又は」は、どちらか一方だけを対象にしてリスクアセスメントを実施すればよいという意味ではなく、原則、危険性と有害性両方が対象であり、「or」ではなく「and/or」と理解するべきである。

図表3　リスクアセスメントの流れ



（資料）厚生労働省指針よりみずほ情報総研作成

(3)リスクアセスメントの定義

化学物質のリスクアセスメントは、JIS をはじめ様々な定義がある。改正安衛法では、図表3の【STEP 1】から【STEP 3】までの一連の流れをリスクアセスメントとして定義している。

つまり、リスクが高い／低いなどと判断するだけではなく、その判断結果に基づいて、リスクを下げるためにはどのような対策を講じるべきかを検討してはじめてリスクアセスメントを

実施したことになる。なお、リスクが小さいと判断された場合でも、対策の検討は必要である。

(4)リスクアセスメントの実施時期

リスクアセスメントは、図表4に該当する場合に実施することが求められている。

図表4 実施義務が生じる時期

- 原料など取扱い物質の新規採用時や変更時
- 作業の方法や作業手順の新規採用時や変更時[(4)]
- 危険性・有害性情報を新たに入手した時

また、指針では図表5に該当する場合は、リスクアセスメントを実施する努力を求めている(努力義務)。

図表5 実施努力義務が生じる時期

法律上の実施義務
● 労働災害発生時 ● リスクの状況に変化があったとき ● 過去にリスクアセスメントを実施したことがない時

しかし、機械設備は時間とともに劣化し、また作業場によっては人員配置が流動的となることもあるため、リスクの状況などは日々変化している。そのため、定期的にリスクアセスメントを実施し、リスクの状況を把握することが望ましい。

2. リスク低減の主な方法

前述のとおり、改正安衛法では化学物質のリスクアセスメントが義務化されているところであるが、リスクアセスメントの本来の狙いは、事業場で働く作業員や従業員、つまり「仲間の健康と安全を守る」ことにある。言い換えれば、化学物質による労働者のリスクを低減することが目的であり、リスクアセスメントを実施することは、その目的を達成するための手段である。しかしながら、事業者へのヒアリングなどからは、一部の事業者において、リスクアセスメントを実施することが目的となってしまっており、手段が目的化している状況が生じているのではないかと考えられる。

リスクアセスメントは、化学物質による労働者のリスクを低減するための重要な手段であるが、同様に労働者の安全教育や適切な情報伝達も重要な手段である。これまで発生した化学物質に起因する災害事例において、化学物質の危険有害性に対する労働者自身の理解不足や、危険有害性情報が十分に伝達されていなかったことなどに起因する事例が多く報告されている。そのため、化学物質によるリスクを低減するためには、安全教育を通じた化学物質危険有害性に対する理解の促進や危険有害性情報を十分に共有することが重要である。

3. 労働者への安全教育のポイント

前述のとおり、これまで労働者自身が取り扱う化学物質の危険有害性の理解が不十分であったことが原因で、災害に至る事例が多く発生している。

その要因の一つとして、労働者自身が作業方法(know-how)しか教育されていないことが挙げられる。取り扱う化学物質の危険有害性を知らずに作業を行うことによって、危険に対する感受性が低く、知らず知らずのうちに危険な行動をとってしまい、薬傷や中毒、火災などの災害事例が多く発生している。

(1) know-why、know-what を意識

危険に対する感受性を向上させ、危険な行動を防止するためには、know-how だけではなく、「なぜこのようなルールになっているのか」、「なぜこの保護具を着用しないといけないのか」な

どといった、理由(know-why)までを含めて教育することが重要である。さらに、「もしルールを破ればどんなことが起こるのか」、「もし保護具を着用しなければどんな悪影響が自身に起こるのか」など何が起こるのか(know-what)までを教育すると効果的である。

know-how、know-why、know-what を三位一体で労働者に教育を行うことで、取り扱う化学物質の危険有害性に対する理解と危険に対する感受性が向上し、危険な行動を防止できると考えられる。

(2)災害事例の効果的な活用

災害事例は、ルールの不順守などにより本来あるべき姿から逸脱した際に発生することが多い。つまり、「なぜ災害に至ったのか」、「どうすれば災害を防ぐことができたのか」などを学習するにあたり、災害事例は非常に優れたコンテンツであるとも考えられる。

過去に発生した化学物質に起因する災害事例には、多くの教訓が含まれていることから、化学物質を取り扱う多くの事業場で使用されている安全教育資料には災害事例が記載されていることが多いとされている。しかしながら、事例の紹介程度にとどまっている場合が多く、十分に活用されていない状況にある。

災害事例を効果的に活用するためには、一方的に教育担当者が「なぜ災害に至ったのか」、「どうすれば災害を防ぐことができたのか」を示すのではなく、労働者同士でディスカッションし、教育担当者と意見交換をすることが重要となる。災害事例を活用した安全教育の流れを図表6に示す。

まず、教育担当者は災害事例の「概要」のみ労働者に示し、「なぜ災害に至ったのか(どこに問題があったのか)」を労働者に問いかけ、労働者同士でディスカッションする時間を設ける(STEP 1)。その後、教育担当者自身の考えを示しつつ、労働者と意見交換する(STEP 2)ことで、労働者自身が「どのような行動が危険であるか」などを身に着けることにつながる。

次に、それを踏まえ、「どうすれば災害を防ぐことができたのか(災害を防ぐ方法)」を同様に労働者に問いかけ、労働者同士でディスカッションする時間を設ける(STEP 3)。その後、教育担当者自身の考えを示しつつ、労働者と意見交換する(STEP 4)ことで、労働者自身が「ルールや作業場で導入されている対策がどのような

図表6　災害事例を活用した安全教育の流れ

【STEP 1】
(教育担当者)災害事例の概要の提示。労働者に対し災害に至った理由の問いかけ。
(労働者)災害に至った理由について労働者同士でグループディスカッション。
【STEP 2】
(教育担当者)教育担当者自身の考えを提示。労働者と意見交換。
【STEP 3】
(教育担当者)意見交換を踏まえ、労働者に対し災害を防ぐ方法の問いかけ。
(労働者)同様に、災害を防ぐ方法について労働者同士でグループディスカッション。
【STEP4】検討したリスク低減措置の実施
(教育担当者)教育担当者自身の考えを提示。労働者と意見交換。

(資料) みずほ情報総研作成

意味を持っているか」などについて学ぶことにつながる。

このように、労働者自身で災害事例を分析し、意見交換することが、安全に対する意識と知識の効果的な学習につながると考えられる。

(3)ヒヤリハット事例の積極的な活用

災害には至らなかったものの、一歩間違えれば災害となりうる「ヒヤリハット事例」も、災害事例同様非常に優れたコンテンツであると考えられる。しかしながら、労働者の中には、報告することにより「自身の評価が下がるのではないか」、「叱られるのではないか」などの理由で報告を躊躇することがある。ヒヤリハット事例は、まさにその現場において、労働者本人や管理者を含め、誰も気づいていなかった危険な箇所やリスクが高まっている状況などを洗い出す重要な効果もあるため、災害事例同様積極的に活用することで、リスク低減につながっていくものと考えられる。

そのため、教育担当者や事業場の責任者などは、ヒヤリハットを報告しやすい職場づくりと、ヒヤリハット事例の蓄積が重要である。

(4)短時間教育の繰り返し

安全に対する意識は時間とともに希薄になり、危険に対する感受性が鈍くなる傾向にある。また、長時間に及ぶ座学の場合、集中力が途切れてしまい十分な効果が出ないおそれもある。そのため、より効果的な安全教育を行うため、短時間(10～20分程度で可)の教育を繰り返し実施する(週に1回程度など)ことで、安全に対する意識などの継続につながる。しかしながら、毎回同じ内容の教育を行うと、慣れや飽きにより安全に対する意識が逆に希薄になるため、毎回異なる災害事例やヒヤリハット事例などを用いることで、慣れや飽きを防ぐことが可能となる。

(5)災害事例の収集

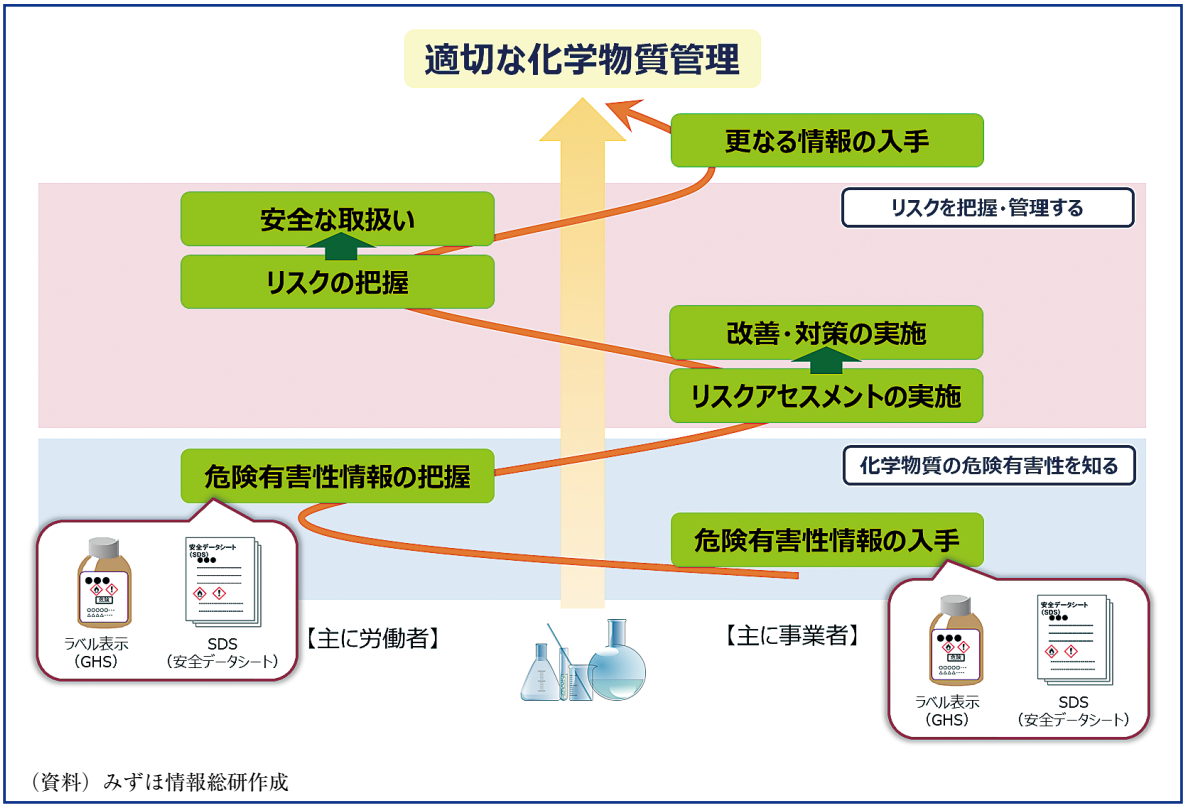
災害事例は様々なウェブページにてデータベースが公開されており、多くの場合は原因分析が行われている。安全教育で災害事例を活用する場合、図表7に示すデータベースを活用することで効率的に災害事例を収集することが可能となる。また、現場で実際に発生した事例がある場合は、災害に至った経緯や状況、その後実施された対策やその理由などを具体的に説明できるため、積極的な活用が推奨される。

図表7　主な災害事例データベース

機関名	データベース名
厚生労働省	職場のあんぜんサイト「化学物質による災害事例」
独立行政法人労働者健康安全機構　労働安全衛生総合研究所	災害調査報告書、爆発火災データベース
国立研究開発法人産業技術総合研究所	RISCAD（リレーショナル化学災害データベース）
高圧ガス保安協会	事故事例データベース
危険物保安技術協会	危険物総合情報システム
特定非営利活動法人　失敗学会	失敗知識データベース
災害情報センター（ADIC）	災害情報データベース

（資料）みずほ情報総研作成

図表8　適切な化学物質管理へのフロー



（資料）みずほ情報総研作成

4. 情報伝達のポイント

適切な化学物質管理のため、危険有害性情報やリスクに関する情報を適切に労働者まで伝達することが重要となる。これらの情報が、どこかで断絶することで労働者がリスクを正確に把握できずに危険な行動につながり、災害に至った事例も多く報告されている。つまり、化学物質の危険有害性を知り、リスクを把握・管理し、更なる情報を継続的に入手することで、適切な化学物質管理につながると考えられる（図表8）。

(1)化学物質の危険有害性を知る

SDS（安全対策シート）やラベルなどは、危険有害性情報を伝達するための手段として最も用いられている。特にSDSは、危険有害性情報のほか物理化学的特性や取扱い上の注意点や緊急時の対応方法など、安全な作業において重要な内容が記載されている。そのため事業者は、入手したSDSを確実に労働者と共有し、どのような危険有害性があるか、どのように取り扱う必要があるか、緊急時はどのように対応するべきかなどを把握させるように心がけることが重要である。

なお、SDSには一部に（M）SDSやMSDSなどと記載されている場合があるが、JIS Z 7253において2012年に用語がMSDSからSDSに変更、統一されているため、そのようなSDSがある場合、内容が古くなっているおそれがあるため購入元などに最新版の提供を依頼することが望ましい。

(2)リスクを把握・管理する

入手した危険有害性情報などを踏まえ、特に

SDS交付義務対象物質の場合、事業者はリスクアセスメントを実施し、リスクを明確にし、作業場の改善やリスク低減対策を実施することが求められる。そして事業者は、どのようなリスクがあるのか、そのリスクを低くするためどのような対策を講じているのかなどを確実に労働者と共有するように心がけることが重要である。労働者も、そのような情報を踏まえ、自身が行う作業に潜むリスクを把握し、安全な取り扱いを心がける必要がある。

(3)更なる情報を入手する

最新のSDSなどを用いて危険有害性情報を入手したとしても、毒性データなどは日々研究が行われており、新たな知見が公表され、情報が更新されていく。そのため、常に新たな知見が公表されていないかを調査し続けることが望ましい。

新たな危険有害性情報などを入手した場合は、改めてリスクアセスメントを実施し、情報を労働者と共有するなど、図表8に示すフローを繰り返すことで、より一層適切に化学物質を管理することが可能となり、リスク低減につながっていくものと考えられる。

5. リスクアセスメントのポイント

前述のとおり、改正安衛法に基づき、SDS交付義務対象物質を製造または取り扱う事業者は、リスクアセスメントを実施することが求められており、化学物質による労働者のリスク低減において重要な手段の一つである。本稿では、リスクアセスメントの基本的な考え方について述べるものとし、改正安衛法に基づいたリスクアセスメントの具体的な実施方法は、みずほ情報総研コラム「改正安全衛生法に基づくリスクアセスメントと個人ばく露測定の活用(その1及びその2)」[(5)]を参照されたい。

(1)化学物質のベネフィットとリスク

化学物質は、様々な性質を有しており、その性質を利用して様々な製品が製造されている(図表9)。例えばポリプロピレンやポリエチレンテレフタレートなどは、軽くて丈夫といった性質を有しており、プラスチックやペットボトルなどの原料として用いられている。また、アセトンも油汚れを落とす性質があるため、除光液など一般家庭などでも幅広く使用される製品として製造されている。

このように化学物質は、我々の生活を便利な豊かなものにしており、産業や経済に大きなべ

図表9 化学物質の性質と活用例

化学物質の例	性質の例	製品の例
ガソリン、灯油、天然ガス	燃えやすい	燃料
ポリプロピレン ポリエチレンテレフタレート	軽くて丈夫	プラスチック、ペットボトル
アセトン 直鎖アルキルベンゼンスルホン酸塩	油汚れを落とす	除光液、洗剤
アスピリン イブプロフェン	熱を下げる 痛みをやわらげる	医薬品

(資料) みずほ情報総研作成

図表10　現代毒性学の基本的概念（Paracelsus）

（原文）
Alle Ding sind Gift und nichts ohn Gift; alein die Dosis macht daß ein Ding kein Gift ist
（みずほ情報総研意訳）
すべての物質（化学物質）は有毒である。なぜならば、毒性のないものはないからである。物質が悪影響を与えるかどうかは、摂取量（体に入った量）によって決まる。

ネフィットをもたらしている。しかしその一方で、程度の差はあるものの、天然のもの、人工のものにかかわらず、化学物質はすべて何らかの危険有害性を持っている。16世紀の医師・錬金術師で、「毒性学の父」として知られているParacelsusは、現代毒性学に通じる基本的概念を示しており（図表10）、化学物質の有害性（毒性など）にのみ着目するのではなく、摂取量（ばく露量）も考慮することの重要性が指摘されている。これこそが、有害性のリスクを考えるうえで重要な概念である。危険性についても同様で、化学物質の危害の大きさ（爆発や引火など）とその発生可能性を考慮することが、危険性のリスクを考えるうえで重要である。

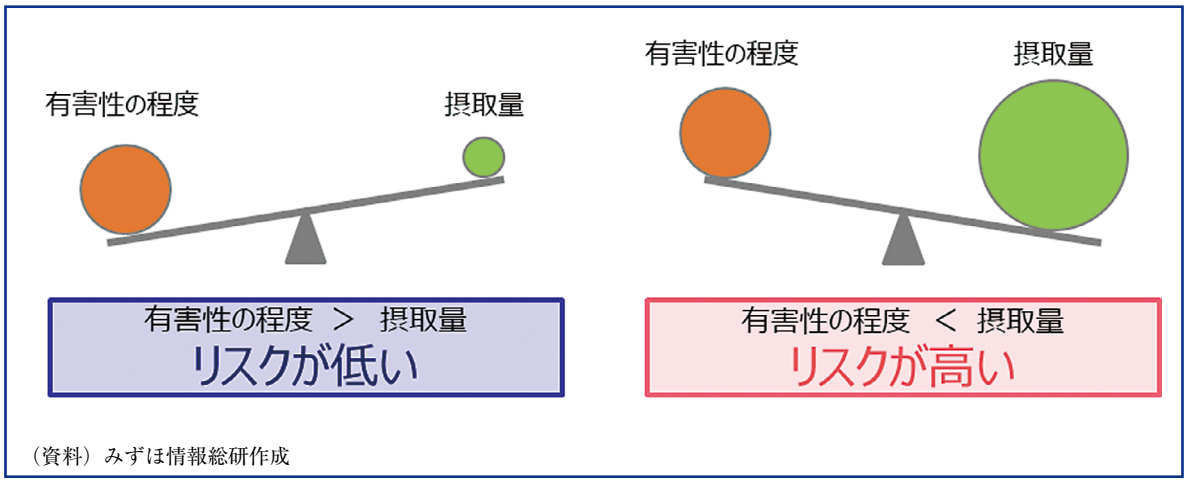
(2)リスクアセスメントの基本

有害性におけるリスクアセスメントのイメージを図表11に示す。左図のように、有害性の程度と比較して、摂取量が十分小さい場合には悪影響はほとんどなく、リスクが低いと判断できる。一方、右図のように、同じ有害性の程度（同じ化学物質）であっても、摂取量が大きい場合、悪影響が生じる可能性が高く、リスクが高いと判断できる。

このように、化学物質の有害性の程度と、摂取量を考慮してリスクの程度を判断する（リスクを見積もる）ことがリスクアセスメントの基本的な考え方である。これは、危険性についても同様である。

なお、リスクは高低（または大小）で表されるため、「ゼロリスク」というものは存在しないことに注意するべきであり、どんなに対策を講じてリスクを小さくしてもゼロにはならないことを前提とすることが重要である。

図表11　リスクアセスメント（リスク評価）のイメージ



（資料）みずほ情報総研作成

(3)リスク低減対策のポイント

前述のとおり、リスクを下げるため、労働者安全教育を通じた危険有害性に対する理解の促進や危険有害性情報を十分に共有することが重要であるが、その他、危険有害性の低い化学物質に変更することや、換気や個人用保護具を着用することなどでリスクを下げることが可能となる。

① 危険有害性の低い化学物質への変更

リスクを下げるため、取り扱っている化学物質を、より安全なものに変更することでリスクを下げることが可能となる。しかしながら、毒性が低い化学物質であっても沸点が低いまたは蒸気圧が高い場合、揮発しやすくなることから、作業場内での当該物質の濃度が上昇することがある。そのため、呼吸などによる摂取量が増え、結果的にリスクが高くなる可能性がある。化学物質を変更する場合、危険有害性だけではなく化学物質の沸点や蒸気圧なども考慮することが重要である。

② 運転条件の変更

作業時間の短縮や温度条件、形状(粒形を大きくする)の変更(発散の抑制)など、運転条件を変更することでも化学物質のばく露を減らすことが可能となる。加えて、化学物質の保管場所や作業場の温度管理についても併せて見直すことで、より効果的に化学物質のばく露を減らすことが可能となり、リスクの低減につながると考えられる。

③ばく露・拡散の防止対策の導入

有害性の場合、図表12に示すような工学的対策を導入することで、化学物質のばく露と拡散を防止することが可能となり、リスクの低減につながると考えられる。

図表12 工学的対策例(有害性)

- 装置を密閉化すること
- 適切な局所排気装置を導入すること
- 換気扇を常時稼働すること
- 作業場の外へ排気すること

④着火源の除去

静電気が原因で引火することで災害に至った事例が多く報告されている。静電気は帯電していても目で確認することが難しいことなどから、危険性の場合、図表13に示すような工学的対策を導入することで、静電気などの着火源を取り除くことが可能となり、リスク低減につながると考えられる。

図表13 工学的対策例(危険性)

- アースをとること
- 帯電防止服・帯電防止靴などを着用すること
- 適切に湿度を保つこと(50%以上が望ましく、30%以下は危険)
- 作業場近くでの火気不使用を徹底すること
- 防爆型の電気製品の使用すること
- 床に絶縁シートを敷かないこと

なお、静電気の具体的な防止方法などについては、みずほ情報総研コラム「ほんとうは怖い静電気のはなし」[(6)]を参照されたい。

⑥個人用保護具の着用

有害性のリスク低減が主目的となるが、防毒・防じんマスクなどの呼吸用保護具や化学用手袋、保護メガネなどの個人用保護具を着用することで、化学物質のばく露を防止することが可能となり、リスクの低減につながると考えられる。しかしながら、適切な個人用保護具を選択していない、個人用保護具を適切に着用していないため、薬傷や中毒などに至る事例も多く報告されている。取り扱う化学物質に応じて保護具を適切に選択し、適切に着用することが重要である。防毒・防じんマスクを着用する場合は、図

図表14　マスク着用時の注意点

- 説明書に記載されている装着方法を順守し、正しく装着すること
- 顔面との密着性を確認すること（フィットネステスト）
- 吸収缶やフィルターは定期的に交換すること
- 防毒マスクの吸収缶は対象ガス・蒸気に対応したものを選択すること

表14に示すポイントについて十分に注意することが望ましい。

なお、一般的なサージカルマスクは化学物質のばく露の防止には効果がないことには注意が必要である。

6. おわりに

改正安衛法に基づき化学物質のリスクアセスメントが義務化されるなど、我が国における化学物質管理の在り方が大きく変動しようとしている。

かかる中、2016年にオルトトルイジンを含む芳香族アミンを使用していた福井県の化学工場において、労働者5名、退職者1名が膀胱がんにり患する重大な事案が発生した。この事案は、手や腕に接触したオルトトルイジンが皮膚から吸収されたことにより、膀胱がんを発症したとされ、吸入だけではなく経皮吸収による健康リスクの重要性が浮き彫りになったものである。

このような状況を踏まえ、厚生労働省は、すでに公開していた簡易リスクアセスメント支援ツール「CREATE-SIMPLE ver.1.0.」に、経皮吸収による健康リスクの見積もりを可能とする機能などを追加した「CREATE-SIMPLE（ve.2.0.）」を公開した（CREATE-SIMPLE は、ver.1.0.、2.0. ともにみずほ情報総研が厚生労働省委託事業において開発）。経皮吸収を含め、化学物質のリスクにおいて、特に慢性毒性はその場で影響が分からないことが多く、退職後などに判明することがある。当該ツールは、「推計法」に該当するものであり、同様に厚生労働省が「職場のあんぜんサイト」で公開している「リスクアセスメント実施支援システム（コントロール・バンディング）」よりも、細かい作業条件や作業頻度なども反映することが可能であることに加え、吸引だけではなく、経皮吸収による健康リスク、危険性リスクも同時にリスクの程度を見積もることが可能であり、利便性や精度などを大幅に向上させたものになっている。これは、他に世界的に見ても例を見ないツールである。

化学物質による労働災害を防ぐため、労働者への安全教育や適切な情報伝達などに加え、CREATE-SIMPLE なども活用し、リスク低減につなげることが望まれる。

注

(1) 1976年7月イタリアのセベソにある農薬工場で、2,4,5- トリクロロフェノールを製造する反応槽で暴走反応が生じ、2,3,7,8- テトラクロロジベンゾ -1,4- ジオキシンを含むダイオキシン類などが大量に漏洩した事故。1,800ヘクタールの土壌が汚染され、22万人が被災する大事故となり、「越境移動」という新たな環境問題に注目されるきっかけとなった。この事故を踏まえ、セベソ指令やバーゼル条約へとつながった。

(2) 1984年12月の深夜にインドのボパールにある化学工場で、イソシアン酸メチル（MIC）の貯蔵タンクに水が混入し、MIC と水の発熱反応をきっかけに異常反応が生じ、MIC が大量に漏洩した事故。漏洩した MIC は、風に乗って市街地に拡がり、3,000人以上（最大14,410人とも言われる）が死亡し、35万人が被災する大事故となり、「ボパールの悲劇」と呼ばれるようになった。

(3) 化学品（化学物質単体または混合物として商業的に製品化されたもの）の安全な取り扱いを確保するために、化学品の危険有害性等に関する情報を記載した文書を指し、安全データシート（Safety Data Sheet, SDS）という。事業者間で化学品を取引する時までに提供し、化学品の危険有害性や適切な取り扱い方法に関する情報等を、供給者側から受け取り側の事業者に伝達することを目的としている。

(4) 機械設備の経年劣化や労働者の配置転換・退職などによる経験者の減少などを指し、直接的ではないも

のの間接的にリスクを高めるおそれのある状況が生じた場合を指す。

(5) https://www.mizuho-ir.co.jp/publication/contribution/2018/kankyo-sokutei1809_01.html
https://www.mizuho-ir.co.jp/publication/contribution/2019/kankyo-sokutei1811_01.html

(6) https://www.mizuho-ir.co.jp/publication/column/2018/kankyo0830.html

参考文献

1. 化学同人(2008)「環境(ベーシック薬学教科書シリーズ)」
2. 日本化学工業協会(2016)「化学品とのつきあい方～その利用と管理について～」
3. 厚生労働省(2013)「「印刷事業場で発生した胆管がんの業務上外に関する検討会」報告書」
https://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000002x6at-att/2r9852000002x6zy.pdf
4. 労働安全衛生研究所(2015)「職業性胆管がんの発生と産業化学物質の管理について」
https://www.jniosh.johas.go.jp/publication/mail_mag/2015/83-column-1.html
5. 厚生労働省(2015)「化学物質等による危険性又は有害性等の調査等に関する指針について」
https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-11200000-Roudoukijunkyoku/0000098259.pdf
6. 厚生労働省「労働安全衛生法の改正について(ラベル・リスクアセスメント関係)」
https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000094015.html
7. 中央労働災害防止協会(2016)「テキスト 化学物質リスクアセスメント」
8. 厚生労働省(2016)「「芳香族アミン取扱事業場で発生した膀胱がんの業務上外に関する検討会」報告書」
https://www.mhlw.go.jp/file/04-Houdouhappyou-11402000-Roudoukijunkyokuroudouhoshoubu-Hoshouka/0000146647.pdf
9. 中央労働災害防止協会(2018)「胆管がん問題！それから会社は…」
10. 厚生労働省「職場のあんぜんサイト」
https://anzeninfo.mhlw.go.jp/

社会動向レポート

エネルギー供給構造高度化法と再エネ電力の自家消費拡大に係る考察

環境エネルギー第2部
コンサルタント　中村　悠一郎

本稿では、再生可能エネルギー由来の電力(以下、「再エネ電力」)等の非化石電源の拡大を目指すエネルギー供給構造高度化法と、家庭等で進む再エネ電力の自家消費の拡大について概要を整理する。そのうえで、再エネ電力の自家消費の拡大が、エネルギー供給構造高度化法の達成を困難にする可能性があることをシミュレーションにより示し、この課題を解決するための制度設計の在り方について提言する。

1. エネルギー供給構造高度化法と非化石価値取引市場の創設

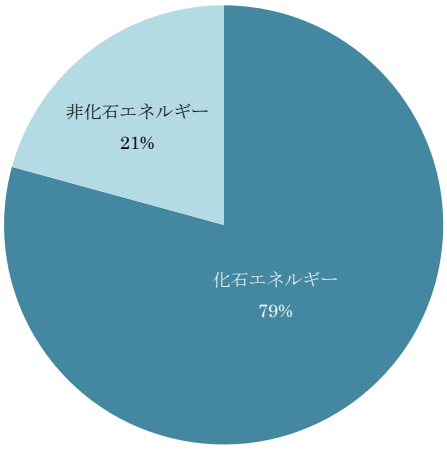
(1)エネルギー供給構造高度化法

2017年度の総合エネルギー統計に基づけば、同年度における日本の一次エネルギー供給(1)のうち、約90%を石油や石炭、天然ガス等の化石エネルギーが占める。その大部分を海外からの輸入に依存しており、同年度の一次エネルギー自給率は9.5%にとどまる[1]。また、発電電力量についても同様であり、2018年度の約80%の電力は化石エネルギーにより発電されている(図表1)。

一方、発展途上国の経済成長による世界的なエネルギー需要の増大や、化石燃料の市場価格の乱高下等、エネルギー市場の不安定化が懸念されている。また、2016年に採択されたパリ協定に代表されるとおり、温室効果ガス排出量の削減が国際的な課題として共有されており、日本政府としても、「2030年度における温室効果ガス排出量を2013年度比26%削減」するという、いわゆる“2030年目標”を掲げている。

これらの状況を踏まえ、エネルギー供給構造高度化法(以下、「高度化法」)では、国内でエネルギーを供給する事業者(電気事業者、ガス事業者等)に対して、「非化石エネルギー源の利用及び化石エネルギー原料の有効な利用」を促進するために「必要な措置を講じる」こととしている。電気事業者に焦点を当てた場合、高度化法に基づく判断基準(非化石エネルギー源の利用に関する電気事業者の判断基準(平成29年経済産業省告示第130号))では、日本国内の各電気事業者に対して、各社が供給する電力量に占める非化石電源に由来する電力量の比率(以下、「非化石電源比率」)を、2030年に44%以上とすることを目標として定めている。非化石電源とは、原子力、再生可能エネルギー(以下、「再エネ」)等の化石電源以外の電源を意味する。44%という値は、上述の2030年目標の達成のために想定されている電源構成(原子力:20～22%、再エネ:24～22%)と整合する[2]。資源エネルギー庁によれば、2018年度の非化石電源比率は23%であり、原子力:6%、再エネ:17%(水力、新エネルギー等及び非化石証書等の和)であった[3]。2030年の目標値と比較すると、原子力は14～16ポイント、再エネは12～14ポイント程度不足し

図表1　2017年度における日本の発電電力量内訳



注：化石エネルギーは石油、石炭、LNG、LPG、その他ガス、瀝青質混合物、その他の和
　　非化石エネルギーは原子力、風力、太陽光、地熱バイオマス、廃棄物、その他、水力の和
（資料）2018年度電力調査統計「発電実績」より筆者作成

ている。このため、2030年に向けて、再エネの更なる導入拡大等が促進されることと考えられる。

(2)非化石価値取引市場の創設

2030年44％の目標達成に向けて、電力市場に供給された非化石電源に由来する電力（非化石電力）を、全ての小売電気事業者が公平に調達できるよう新たに創設されたのが非化石価値取引市場である。これは、非化石電力が有する非化石価値（排出係数ゼロの価値等）を電力から切り離し、非化石証書という商品として別個に取引することを可能とする仕組みである。これにより、自社で非化石電源を保有しない小売電気事業者においても、非化石証書を購入することで非化石電源比率の向上を図ることが可能となる。このように、電力と非化石価値を分離して個別の市場で取引可能とすることで、小売電気事業者における非化石価値の調達環境・アクセシビリティの改善を図るのが非化石価値取引市場の目的である。なお、非化石証書として発行される非化石価値は電力系統（通常の送配電網）を流れている非化石電力が対象であり、家庭や事業所等における再エネ電力の自家消費分等は対象外と整理されている。

高度化法の目標達成のために小売電気事業者が非化石価値（非化石証書）を必要とすれば、自ずと非化石電源の導入拡大にもつながると考えられ、このことを通じて日本全体の非化石電源比率の向上を図る仕組みである。なお、2018年度の高度化法報告に基づけば、2030年度の高度化法目標の達成手段として、多くの小売電気事業者が非化石証書の購入を挙げており、非化石価値取引市場という仕組みの重要性・必要性がうかがい知れる[3]。

2. 自家消費モデルの推進

次に、官民双方で推進が図られている「再エネ電力の自家消費モデル」について述べる。

資源エネルギー庁では、第5次エネルギー基本計画における「再生可能エネルギーの主力電源化」の実現に向けて、各種検討会において政策課題・制度設計等について議論・検討を行っている。その検討課題の一つに「需給一体型の

図表2　卒 FIT 電源に関連する各社のサービス概要

事業者名	サービス概要
A 社	A 社製の蓄電池やエコキュート等を導入した場合には、余剰電力を13～16円／kWh で買取
B 社	B 社提携事業者が提供する蓄電システムを導入した家庭を対象とした電気料金プランを提供
C 社	蓄電池を導入した家庭については、余剰電力を10円／kWh で買取
D 社	蓄電池を導入した家庭については、余剰電力を12円／kWh で買取
E 社	蓄電池設置サービスセットの場合には、余剰電力を10.5円／kWh で買取
F 社	F 社提携事業者製の蓄電池を導入した場合には、余剰電力を通常買取価格より4円／kWh 高く買取
G 社	卒 FIT 電源を保有する家庭向けに、蓄電池導入サービスを提供
H 社	蓄電池を導入した H 社製住宅については、余剰電力を12円／kWh で買取

（資料）各社ホームページより筆者作成

再エネ活用モデルの促進」（以下、「再エネ電力の自家消費モデル」）がある[4]。

このような検討が進められている背景として、資源エネルギー庁では、世界及び日本において、以下に提示するような社会トレンド及び構造の変化が生じていることを指摘している。

① 太陽光発電コストの急激な低下
② イノベーション（デジタル技術）の発展と社会システム（電力システム）の構造転換の可能性
③ 電力システム改革の展開
④ 再エネ電力を求める需要家とこれに応える動き
⑤ （特に日本では）固定価格買取制度（FIT）による買取期間を終え、投資回収が完了した安価ないわゆる“卒 FIT 電源”の大量出現

また、これらの結果として、「大手電力会社が大規模電源と需要地を系統でつなぐ従来の電力システム」から、「分散型エネルギーリソースも柔軟に活用する新たな電力システム」への変化が生まれつつあるとも指摘している。

さらに、資源エネルギー庁の各種検討会における議論では、例えば、家庭においては、FIT 買取価格の低下や FIT 買取期間の終了等による自家消費のメリット拡大により、今後は蓄電池や電気自動車等の自家消費率の向上に寄与する機器の導入が進むとされている。実際に、2019年11月からの FIT 買取期間を終了した電源（以下、「卒 FIT 電源」）の登場にあわせて、様々な事業者が余剰電力の買取サービスを打ち出しているが、その中には蓄電池やヒートポンプ式給湯機（エコキュート）等の導入とセットでサービスを提供する事業者も多い（図表2参照）。

また、家庭だけでなく事業所や工場等の大口需要家においても、事業所や工場が立地する需要地点における再エネ電源の第三者保有サービス等、FIT を前提としない再エネ電力の自家消費モデルが登場し始めており、これらを推進することの重要性も指摘されている。なお、第三者保有サービスとは、

① 例えばメーカーや電気事業者等が資金を供出して太陽光発電設備を購入・保有
② 当該設備を家庭や事業所等の屋根に無償で設置
③ 発電された電力のうち、家庭や事業所等が自家消費した電力に対して、メーカーや電気

図表3 太陽光発電設備の第三者保有サービスの例

事業者名	サービス概要
a 社	事業者向け、初期費用ゼロで太陽光発電設備を設置、契約期間17年間、余剰電力は FIT 売電
b 社	事業者向け、初期費用ゼロで太陽光発電設備を設置
c 社	事業者向け、初期費用ゼロで太陽光発電設備を設置
d 社	家庭向け、初期費用ゼロで太陽光発電設備を設置、契約期間10年間（満了後は設備を無償譲渡）、余剰電力は FIT 売電
e 社	家庭向け、初期費用ゼロで太陽光発電設備を設置、契約期間10年間（満了後は設備を無償譲渡）
f 社	家庭向け、初期費用ゼロで太陽光発電設備や蓄電池を設置、契約期間10年間（満了後は設備を無償譲渡）
g 社	事業者向け、初期費用ゼロで太陽光発電設備を設置、契約期間10年間
h 社	家庭向け、初期費用ゼロで太陽光発電設備を設置、契約期間10年間

（資料）各社ホームページより筆者作成

事業者等は料金を請求（通常の電気代より安価であることが多い）

④ 余剰電力については、FIT 売電等を通じてメーカーや電気事業者等が収益を獲得

というモデルのことである。このとき、家庭や事業所等においては初期費用ゼロで太陽光発電設備を利用する権利を獲得し、なおかつ、通常の電気代より安価に自家消費ができることから、電気代の削減にもつながる。設備の利用者ではない第三者が設備を保有することから、第三者保有サービスと呼称される。図表3では太陽光発電設備の第三者保有サービスを提供している事業者を例示する。

このように、官民を挙げて再エネ電力の自家消費モデルが推進されており、例えば、家庭用蓄電池においては、2023年度の国内の市場規模が1,200億円に達すると見込まれている（2018年度比約1.5倍）[5]。

3. 高度化法と再エネ電力の自家消費モデルの関係性

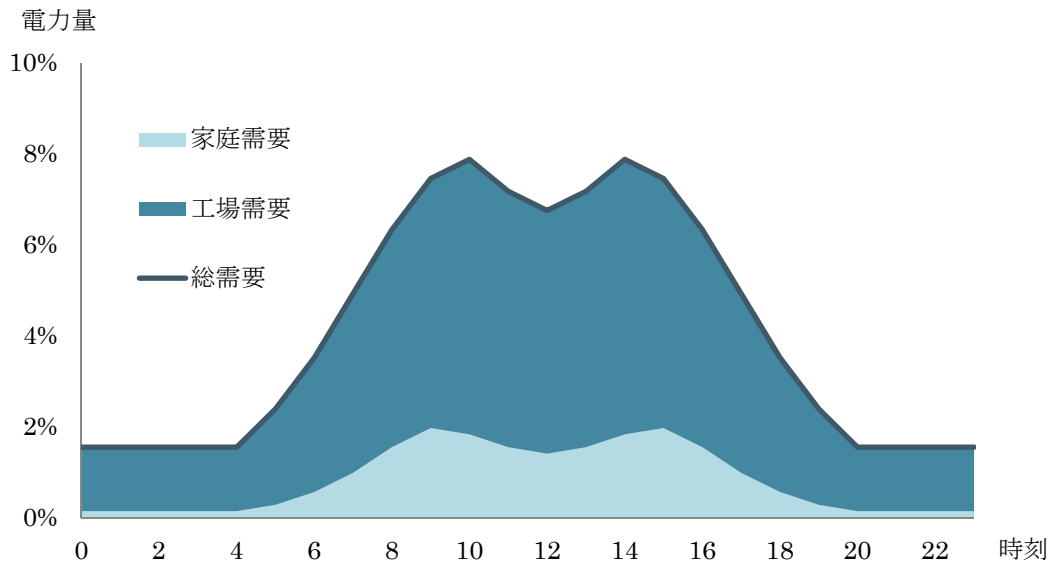
ここまで、高度化法と再エネ電力の自家消費モデルという、再エネを巡る2つの側面を見てきた。ここで、再エネ電力の自家消費モデルの拡大によって、高度化法の達成に必要な非化石証書の流通量の拡大にはブレーキがかかる（場合によっては減少する）可能性について指摘したい。そのために、以下では高度化法と再エネ電力の自家消費モデルの関係性について、簡易的なシミュレーションを用いて検討する。

（1）仮想電力システムの想定

初めに、仮想的に電力システムを想定し、電力システム全体の非化石電源比率と、高度化法上の非化石電源比率のそれぞれの考え方について整理する。

まず需要側の側面から電力システムを想定する。例えば、家庭と工場という2種類の電力の需要家と、彼らの電力需要を満たすだけの電力供給を行う供給者から成る電力システムを想定する。この電力システムにおいて、24時間の電力需要パターンが図表4のとおりであるとする。なお、各時刻における電力量の値は、仮想電力システムにおける1日の総需要（= 総供給）に対

図表4　仮想電力システムにおける1日の電力需要パターン



注：図中の値は仮想のもの
（資料）筆者作成

する比率を表す。例えば、10時には1日の総需要のうち約8％の需要が存在することを意味する。図表4において、家庭需要及び工場需要それぞれの面積（積分値）は、1日におけるそれぞれの主体の合計需要量を意味する。今回の想定では、1日の総需要量のうち、家庭需要が20％、工場需要が80％を占めることと仮定した。

次に、供給側の側面から電力システムを想定する。まず、当該家庭は太陽光発電設備を保有し、以下のルールで運用することと仮定する。

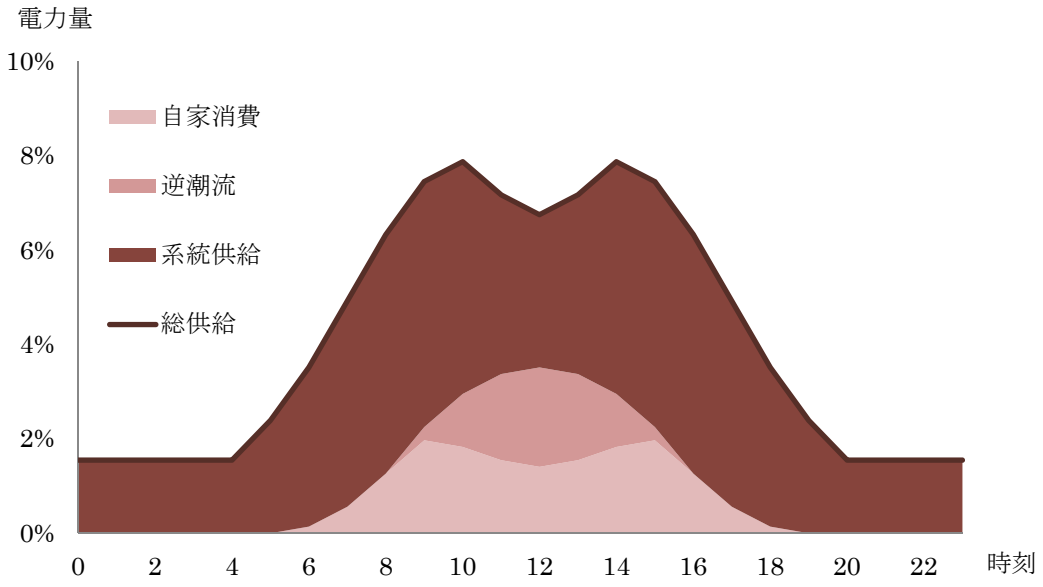
- 「太陽光発電量 ＜ 家庭需要」の時間帯においては全量を自家消費
- 「太陽光発電量 ＞ 家庭需要」の時間帯においては、家庭需要に相当する分を自家消費し、余剰電力分を電力系統へ逆潮流

また、供給者においては、電力システム全体の総需要から、家庭が太陽光発電で自ら賄う電力量及び家庭から逆潮流した電力量（＝ 太陽光発電量）を除く分を「系統供給」という形で供給を行うこととする。なお、系統供給は化石電源のみとし、この電力システムにおいては家庭の太陽光発電のみが非化石電源として存在することとする。

これらの前提条件に基づく、当該電力システムにおける電力供給パターンは図表5のとおりとなる。このとき、家庭の太陽光発電設備の発電量は「自家消費 ＋ 逆潮流」で表現される。図表4と同様に、図表5における自家消費、逆潮流、系統供給それぞれの面積（積分値）は、1日におけるそれぞれの合計供給量を意味する。今回の想定では、1日の総供給量のうち、自家消費が16％、逆潮流が9％、系統供給が75％を占めることと仮定した。また、太陽光発電量は「自家消費 ＋ 逆潮流」であることから、これらを積算すると25％（16％ ＋9％）の発電が行われたこととなる。

当該電力システムにおける1日の需要と供給の内訳を図表6に整理する。

図表5　仮想電力システムにおける1日の電力供給パターン



注：図中の値は仮想のもの
（資料）筆者作成

図表6　仮想電力システムにおける1日の需要と供給の内訳

需要			供給		
家庭需要	工場需要	総需要	自家消費	系統供給等	総供給
20%	80%	100%	16%	84%	100%

注：系統供給等は太陽光発電の逆潮流量9%と供給者による供給量75%の和
（資料）筆者作成

以上を踏まえ、当該電力システムにおける①全体（電力系統＋電力系統以外）の非化石電源比率と、②高度化法上（電力系統のみ）の非化石電源比率、2種類を算出すると図表7のとおりとなる。なお、ここでいう電力系統以外とは、家庭における自家消費分を意味する。

当然のことながら、家庭における自家消費分を考慮する場合としない場合で、非化石電源比率は異なる。今回の想定では、電力システムに占める家庭需要の割合が大きいため、15ポイントという大きな差となっているが、実際にはここまで大きな乖離は生じないと考えられる。

ここまで、電力システム全体の非化石電源比率と、高度化法上の非化石電源比率、2種類の考え方について整理した。さて、上記の電力システムにおいて、今度は再エネ電力の自家消費モデルが進んだ場合を検討する。具体的には、家庭が蓄電池を導入し、太陽光発電の自家消費量を増大させた場合に、図表7の2種類の非化石電源比率がどのように変化するかを確認する。

(2)仮想電力システムにおける再エネ電力の自家消費モデルの拡大

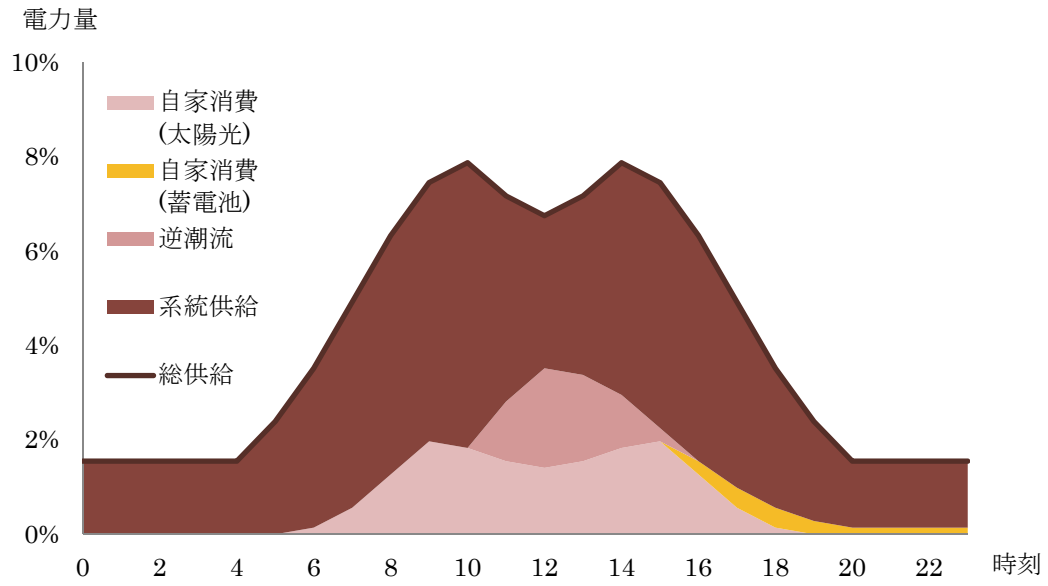
上記と全く同様の電力システムにおいて、家

図表7　仮想電力システムにおける2種類の非化石電源比率

考え方	非化石電源比率	算出方法
電力システム全体 （電力系統 ＋ 電力系統以外）	25％	太陽光発電量25％ ÷総供給100％
高度化法 （電力系統のみ）	10％	逆潮流9％ ÷系統供給84％

（資料）筆者作成

図表8　蓄電池導入後の仮想電力システムにおける1日の電力供給パターン



注：図中の値は仮想のもの
（資料）筆者作成

庭が蓄電池を導入した場合を考えたい。具体的には、次の通り、太陽光発電と蓄電池が稼働することと想定する。

・「太陽光発電量 ＜ 家庭需要」の時間帯においては、蓄電池に電力が残っている場合にはそれを放電することで不足分を賄い、それでもなお不足する場合には、系統供給を受けることで充足

・「太陽光発電量 ＞ 家庭需要」の時間帯においては、余剰電力を蓄電池の上限容量に達するまで充電にまわし、上限容量に達してもなお余る電力については、電力系統へ逆潮流

なお、ここでは蓄電池の充放電ロスや瞬間的に充放電できる量の上限等は考慮しないこととし、上限容量としては、仮に本シミュレーションにおける1日の終了時点でちょうど放電しきる容量を設定する（結果的に、総需要に対して14％に相当する容量を上限として設定した）。

これらの前提条件に基づく、当該電力システムにおける電力供給パターンは図表8のとおりとなる（電力需要パターンは図表4と同じである）。

図表9　蓄電池導入後の仮想電力システムにおける需要と供給の内訳

需要			供給		
家庭需要	工場需要	総需要	自家消費	系統供給等	総供給
20%	80%	100%	18%	82%	100%

注：系統供給は太陽光発電の逆潮流量7%と供給者による供給量75%の和
（資料）筆者作成

図表10　蓄電池導入後の仮想電力システムにおける2種類の非化石電源比率

考え方	非化石電源比率	算出方法
電力システム全体 （電力系統 + 電力系統以外）	25%	太陽光発電量25% ÷総供給100%
高度化法 （電力系統のみ）	8%	逆潮流7% ÷系統供給82%

（資料）筆者作成

このとき、家庭の太陽光発電設備の発電量は「自家消費（太陽光）+ 自家消費（蓄電池）+ 逆潮流」で表現される。なお、自家消費（太陽光）とは、（蓄電池を介さずに）直接自家消費された分を、自家消費（蓄電池）とは、「太陽光発電量 > 家庭需要」の時間帯に一度蓄電池に充電されたのち、異なる時間帯に放電することで自家消費された分を、それぞれ意味する。

図表5と比較すると、9時から11時の間において逆潮流が欠けている。これは、余剰電力を蓄電池へ充電している時間帯である。一方、12時から15時までは同じような逆潮流を行っている。これは、蓄電池の上限容量に達したことによって充電が行われず、余剰電力が全て逆潮流している時間帯である。一方、新たに16時から23時まで自家消費（蓄電池）が生じている。これは、蓄電池に充電した電力を放電することで家庭需要を賄っている時間帯である。

（1）の場合と同様に、当該電力システムにおける1日の需要と供給の内訳を図表9に整理する。上記のとおり、太陽光発電量は「自家消費（太陽光）+ 自家消費（蓄電池）+ 逆潮流」であることから、25%（16%+2%+7%）の発電が行われたこととなる。これは（1）の場合と同様である。また、蓄電池の導入により、自家消費が増大し、系統供給が減少している。

さて、当該電力システムにおける①全体（電力系統 + 電力系統以外）の非化石電源比率と、②高度化法上（電力系統のみ）の非化石電源比率、2種類を算出すると図表10のとおりとなる。なお、ここでいう電力系統以外とは、家庭における自家消費分（自家消費（太陽光）+ 自家消費（蓄電池））を意味する。

前掲と同様に、家庭における自家消費分を考慮する場合としない場合で、やはり非化石電源比率は異なる。しかし、より重要な事実として、図表11に示すとおり、電力システム全体の非化石電源比率は25%のままである一方、高度化法上の非化石電源比率は10%から8%へと2ポイント低下している点があげられる。

これは、①蓄電池の導入により電力系統の再エネ電力の量が減少し、電力系統以外の再エネ

図表11　蓄電池導入前後の仮想電力システムにおける2種類の非化石電源比率比較

考え方	蓄電池導入前	蓄電池導入後
電力システム全体 （電力系統＋電力系統以外）	25％	25％
高度化法 （電力系統のみ）	10％	8％

（資料）筆者作成

電力の量が増大したこと、②高度化法が電力系統のみを対象としていること、2点が原因となって生じている。以下では、この現象が意味することを考察し、高度化法の達成に係る政策の在り方について提言する。

4. シミュレーション結果の考察と政策の在り方に関する提言

(1)非化石証書の流通量拡大へのブレーキ

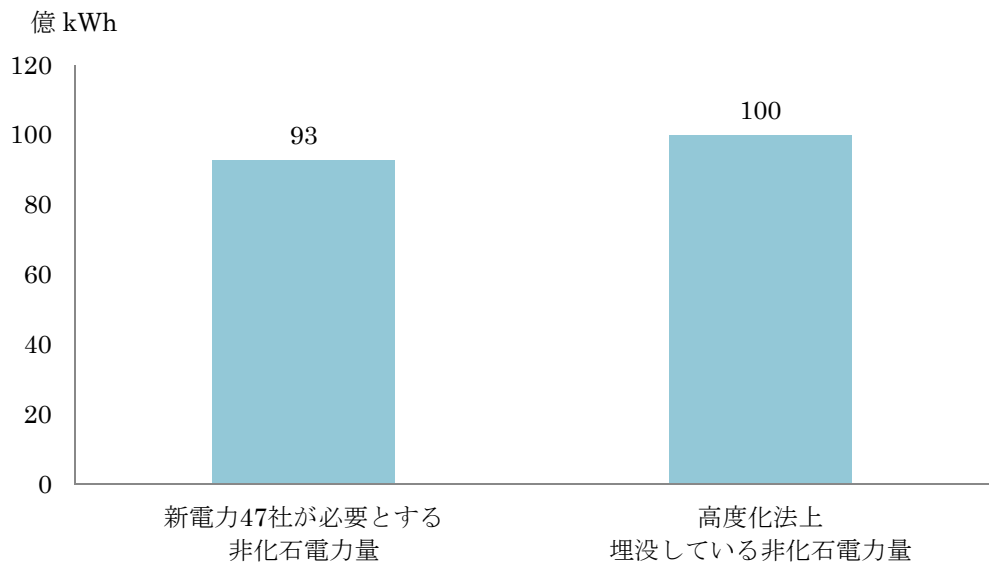
前掲のシミュレーションによって示されたとおり、蓄電池の導入によって自家消費が拡大すると、電力系統を流れる再エネ電力の絶対量が減少し、結果として、発行・流通可能な非化石証書の量も減少することとなる。つまり、資源エネルギー庁が推進する再エネを巡る2つの側面：高度化法と再エネ電力の自家消費モデルは、必ずしもそれぞれの目的達成のために寄与しえない関係にある。もちろん、自家消費の拡大によって電力系統への負荷が軽減されれば、その分、新規に導入可能な再エネ電源の規模が拡大する可能性もあり、一概に非化石証書の流通量が減少するとは言い難い。しかしながら、少なくとも自家消費されることで、非化石証書として発行することができず、高度化法上、埋没する非化石価値が存在することは事実である。したがって、再エネ電力の自家消費モデルの拡大は非化石証書の流通量の拡大にブレーキをかけ（場合によっては減少させ）、小売電気事業者における高度化法達成を困難にする可能性があるといえる。

実際、2018年度の電力調査統計に基づけば、1,000kW以上の自家消費用の非化石電源に由来する発電量は約110億kWhに達し、そのうちの約7割が自家消費されたと仮定すれば、約70億kWhの非化石電力が埋没していると推計される[(2)]。また、同年度末時点におけるFIT導入量に基づけば、家庭用太陽光発電に由来する発電量は約110億kWhに相当すると見込まれ、そのうち約3割が自家消費されたと仮定すれば、約30億kWhの非化石電力が埋没していると推計される[(3)]。即ち、2018年度時点で、少なくとも合計約100億kWhに相当する非化石電力が、高度化法上、活用されずに埋没している。

電力調査統計及び資源エネルギー庁の試算に基づき、高度化法の対象となる新電力47社が購入しなければならない非化石電力の量を推計したところ、合計で約90億kWhと求められた[6, 8]（平均約2億kWh／社）。つまり、少なくとも現時点で、高度化法の対象となる新電力全体が必要とする規模と同等か、それ以上の非化石電力が、非化石証書として発行されることなく埋没していることを意味する[(4), (5)]（図表12）。

今後、再エネ電力の自家消費モデルが拡大すれば、この埋没量は更に増大すると考えられる。1.（1）で述べたとおり、国が定める2030年目標と比して、現時点で原子力及び再エネどちらも、

図表12　新電力47社が必要とする非化石電力量と高度化法上埋没している非化石電力量の比較



（資料）電力・ガス基本政策小委員会資料、電力調査統計に基づき筆者作成

10ポイント以上電力量が不足している状況で、今後の埋没量の増大が非化石電力の需給バランスに影響を与える可能性も示唆される。

(2)高度化法の達成に係る政策の在り方についての提言

ここまでの検討・考察を通じ、再エネ電力の自家消費モデルの拡大により、高度化法上、埋没する非化石電力が増大し、非化石証書の流通量拡大にはブレーキがかかる（又は減少に転じる）可能性があること、その規模は現時点でも決して無視できる規模ではないことが示された。

このような事象が発生する原因は、高度化法が電力系統のみを対象としている点にある。高度化法のそもそもの目的である、「エネルギーを安定的かつ適切に供給するため」に、「資源の枯渇のおそれが少なく、環境への負荷が少ない太陽光やバイオマスといった再生可能エネルギー源や原子力などを含む、非化石エネルギー源の導入を一層進める」ことは、決して電力系統のみに制限されるものではないはずである。本質的には、自家消費も含め、日本全体として非化石エネルギーの導入拡大を促進するものであるといえよう。

これらを踏まえれば、高度化法の達成に係る政策の在り方として、電力系統に限らず、電力系統以外の非化石電力についても、その非化石価値を適切に評価・反映する仕組み作りが求められる。具体的には、自家消費された非化石価値を顕在化し、小売電気事業者や電力の需要家等の様々なプレーヤーが自由に取引でき、かつ、その価値が高度化法達成のために活用できる制度設計が今後は必要と考えられる。

注

(1) 発電や燃料の精製等で生じるロスも含めて、日本全体として必要とするエネルギー量。

(2) 2018年度電力調査統計「自家用発電実績」より、水力及び新エネルギー等の発電電力量は合計約108億kWh。このうち、化石電源も含む全ての自家用発電の自家消費率68.1%（同統計より）に基づき、自家消費量を約73億 kWh と推計[6]。

(3) 固定価格買取制度情報公表用ウェブサイト「A 表都道府県別認定・導入量(2019年3月末時点)」より、家庭用に導入されたと考えられる10kW 未満の設備導入量を約1,080万 kW と算出。設備利用率を12%と想定し、発電量を約113億 kWh と推計[7]。

(4) このことが即ち、高度化法達成に係る非化石電力の需給逼迫を引き起こすというわけではない。2020年度から2022年度までの期間においては、各社が購入しなければならない非化石電力の量の総和は、激変緩和措置により非化石電力の総供給量よりも少なく設定される。このため、非化石電力の埋没の有無に依らず、当面は「総需要 < 総供給」という関係が持続する。

(5) なお、自家消費された非化石電力が持つ排出係数ゼロ等の環境価値について、一部は J- クレジットやグリーン電力証書として発行されている。

参考文献

1. 資源エネルギー庁，2019．平成30年度エネルギーに関する年次報告(エネルギー白書2019)．https://www.enecho.meti.go.jp/about/whitepaper/2019html/（最終閲覧日：2019年12月4日）
2. 地球温暖化対策推進本部，2015．日本の約束草案．https://www.kantei.go.jp/jp/singi/ondanka/kaisai/dai30/yakusoku_souan.pdf（最終閲覧日：2019年12月4日）
3. 資源エネルギー庁，2019．総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 電力・ガス基本政策小委員会 第20回配布資料8. https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku_gas/denryoku_gas/pdf/020_08_00.pdf
4. 資源エネルギー庁，2019．総合資源エネルギー調査会 省エネルギー・新エネルギー分科会 / 電力・ガス事業分科会 再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会 中間整理(第3次)．https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku_gas/saisei_kano/pdf/20190820001_01.pdf（最終閲覧日：2019年12月4日）
5. 日本能率協会総合研究所，2019．家庭用蓄電池―MDB 有望市場予測レポート―.
6. 資源エネルギー庁，2019．電力調査統計表　過去のデータ．https://www.enecho.meti.go.jp/statistics/electric_power/ep002/results_archive.html（最終閲覧日：2019年12月4日）
7. 資源エネルギー庁，2019．固定価格買取制度　情報公表用ウェブサイト．https://www.fit-portal.go.jp/PublicInfoSummary（最終閲覧日：2019年12月4日）
8. 資源エネルギー庁，2019．総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 電力・ガス基本政策小委員会 第22回配布資料6. https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku_gas/denryoku_gas/pdf/022_06_00.pdf

社会動向レポート

ピープルアナリティクスの“いま”と“これから”

―国内企業における人事関連情報分析の実態と推進のための示唆―

経営・IT コンサルティング部
チーフコンサルタント 岡松 さやか

近年、国内外を問わず、企業内の人事関連情報を詳細に分析し、人事戦略や経営戦略の策定、業務効率化等に活用する動きが見られる。メディアで取り上げられる先行事例の他にも、導入を検討している企業や興味を持ちながらも未着手の企業等、潜在的に人事関連情報の活用を志向する企業は多いと考えられる。しかしながら、こうした企業群の実態は現状では十分に把握されていない。本稿では、弊社の自主研究プロジェクトとして実施した「国内企業人事部におけるピープルアナリティクス実態調査」の結果から、人事関連情報活用の実態を把握し、今後の課題を考察する。

1. 人事・経営戦略を変える可能性のあるピープルアナリティクス

昨今、多くの企業では、新しい製品・サービスの創出のため、あるいは社内の業務改善・業務効率化のために、AI や IoT を利用し取得・分析したデータを活用している。この動きは、採用情報や人事評価情報等の機微なデータを取り扱う人事部門も例外ではない。

「ピープルアナリティクス」とは、企業に蓄積されたさまざまな人事関連情報を分析し、人事・経営戦略の策定、業務効率化に活かす取組のことである。従来業務では、担当者の属人的な経験や勘に頼っていたが、ピープルアナリティクスにより、データに基づいた人事・経営戦略の策定等ができる。米国の Google、Facebook 等は、いち早くピープルアナリティクス専門の部署を立ち上げ、活発に取り組んでいる。米国は多くの企業で人材の流動性の高い「ジョブ型雇用[(1)]」を採用しているため、人事部門にデータ分析専門人材を配置しやすく、専門組織を立ち上げやすいことも、ピープルアナリティクスの浸透に繋がっていると考えられる。

わが国においても、一部の先進企業では、人事部門にデータサイエンティスト、データアナリストと呼ばれるデータ分析専門人材を育成・配置し、専門組織を設置して取り組んでいる。また、PoC（Proof of Concept）として試験的に実施している企業もある[(2)]。従来型の人事情報システム（就業管理、人事評価等）にダッシュボード[(3)]等でデータを自動でグラフ化したり、簡単に分析できる機能が追加されるようになったことも、多くの企業がピープルアナリティクスを始めるきっかけとなっている。

本稿では、「国内企業人事部におけるピープルアナリティクス実態調査」（以下、実態調査という）の結果を用いて、国内における実態を明らかにし、今後の課題と展望を整理する。

2. 国内企業人事部におけるピープルアナリティクス実態調査の結果から

(1)実施概要

実態調査は、2019年12月に国内企業の人事部門に所属する方を対象に実施した(図表1)。回答者の所属企業は、外資系は3.7%であり大半が国内企業である。

図表1　実態調査の概要

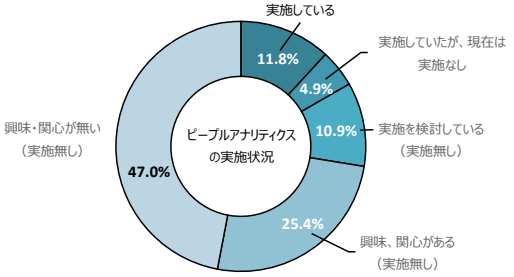
項目	概要
調査対象者	国内企業の人事部に所属する方（インターネットアンケート会社のビジネスモニターで人事部門の方を対象に実施）
回収数	515件
実施形式	インターネットアンケート形式
実施期間	2019年12月18～24日

（資料）みずほ情報総研「国内企業人事部におけるピープルアナリティクス実態調査」（2019年12月）

実態調査における「ピープルアナリティクスの実施状況」の結果を図表2に示す。この結果によると、ピープルアナリティクスを実施している企業(以下、実施企業という)は11.8%、過去に実施していたが現在は実施していない企業は4.9%、実施していないが、今後の実施を検討している企業(以下、検討中企業という)は10.9%、実施していないが、興味・関心がある企業(以下、興味あり企業という)が25.4%、実施しておらず、興味・関心が無い企業が47.0%となった。実施企業と潜在的にピープルアナリティクスを志向する検討中企業、興味あり企業を合わせると約半数を占める。

図表2　ピープルアナリティクスの実施状況

（注）本調査では、『ピープルアナリティクス』を企業に蓄積されたさまざまなデータを分析し、人事・経営戦略決定や業務効率化等に活かす取組と定義して実施した。



（資料）みずほ情報総研「国内企業人事部におけるピープルアナリティクス実態調査」（2019年12月）

(2)ピープルアナリティクスの実施状況

①　企業属性

実施企業の業種を見ると、製造業が21.3%、サービス業(他に分類されないもの)が14.8%と多く、金融業・保険業が14.8%、情報通信業が9.8%と続く結果となった。また、従業員数でみると1,000人以上の企業が62.3%を占め、現状では大規模な企業で、ピープルアナリティクスが実施されている。

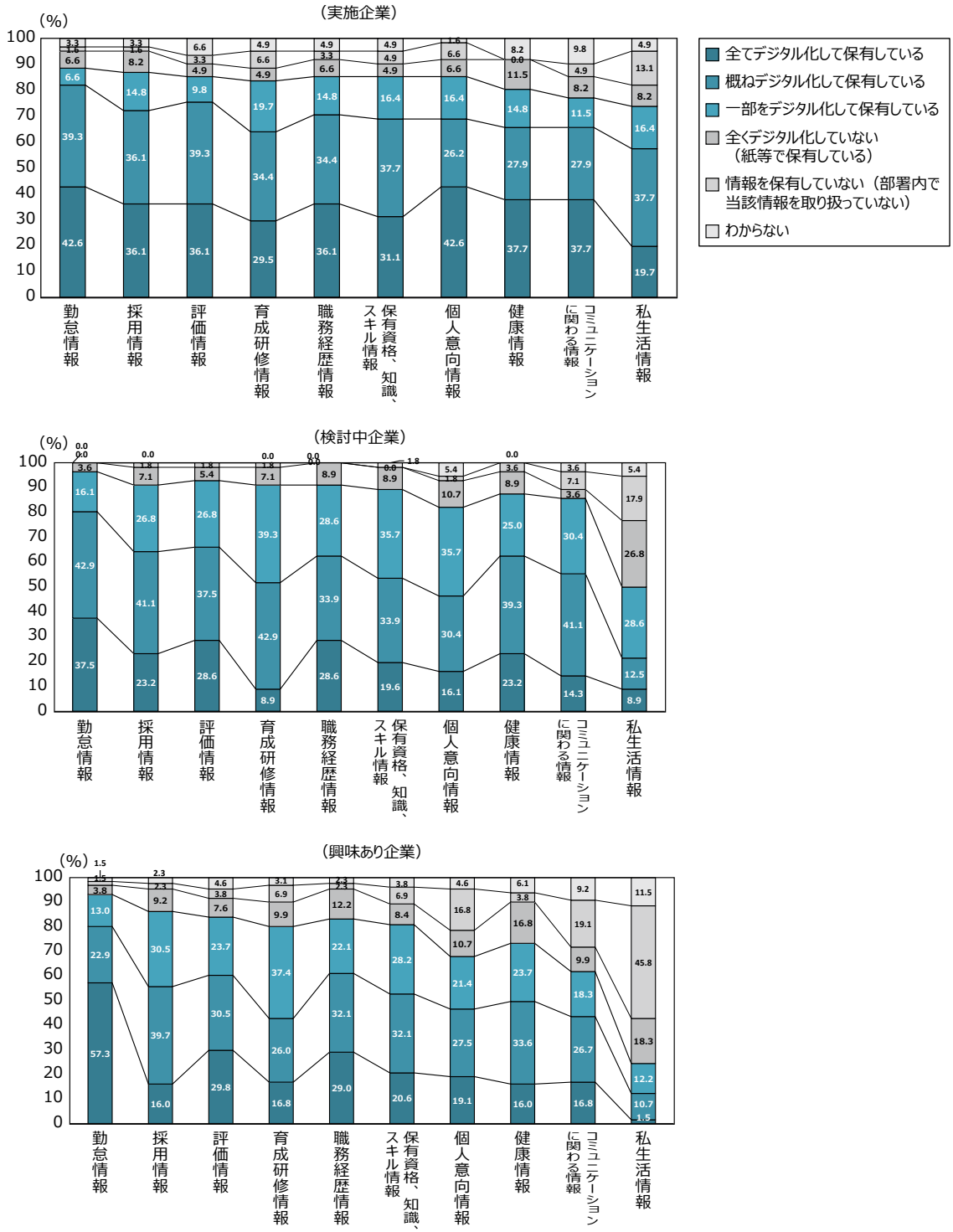
②　人事関連情報のデジタル化の状況

「電子データとして人事関連情報を保有しているか」に関する結果を見ると、実施企業では、勤怠情報、採用情報、評価情報、育成研修情報等について、何らかの電子データとして保有している企業が8割程度となった(「全てデジタル化して保有している」「概ねデジタル化して保有している」「一部をデジタル化して保有している」の合計値)（図表3上段)。

また、検討中企業の結果を見ると、実施企業と同程度で、各種情報を何らかの電子データとして保有している。しかしながら、「全てデジタル化して保有している」の割合に着目すると、実施企業と比較して低い(図表3中段)。検討中企業は、各種情報のデジタル化が進みつつあるものの、完全にはデジタル化しきれていない。

この他、興味あり企業の結果を見ると、勤怠情報は「全てデジタル化している」が、実施企業や検討中企業と比較して高い。その一方で、勤怠情報を除いた人事関連情報のデジタル化は進んでいない(図表3下段)。1種類の情報を完璧

図表3 人事関連情報のデジタル化の状況



（資料）みずほ情報総研「国内企業人事部におけるピープルアナリティクス実態調査」（2019年12月）
（備考）職務経歴情報とは、部署名、職務内容の変遷、異動情報等。個人意向情報とは、社員満足度、エンゲージメント調査の結果等。健康情報とは、健康診断やストレスチェックの結果等。コミュニケーションに関わる情報とは、メールや社内 SNS のログ等。私生活とは、趣味・嗜好・特技等。

にデジタル化するよりも、幅広い情報をある程度の水準でデジタル化する方が、長時間労働や退職等の各種事象の要因を把握する際に有用性が高く、ピープルアナリティクスを推進するためのポイントと言えよう。

③　人材、組織体制の状況

ピープルアナリティクスは、人事部門等にデータを分析したり、分析を企画する「データアナリスト[(4)]」を配置して、推進するケースが多い。実施企業のデータアナリストの配置・育成状況（複数回答）を見ると、部署内で育成したデータアナリストを配置している[(5)]企業は55.7％であった。他部署でデータ分析経験を積み、現在は部署内に着任したデータアナリストがいる企業は42.6％である。部署内に社外から中途採用等を経て着任したデータアナリストがいる企業は36.1％となっている。データアナリストには、高度な統計分析スキルが必要であり、今後、各社においてピープルアナリティクスが推進されると、社内の他部署で分析経験を積んだ者や中途採用者の活用も進むものと考えられる。

なお、ピープルアナリティクスを積極的に推進している企業の中には、データ分析の専門組織を設置しているケースがある。実態調査において、実施企業のうち68.9％で人事部門に専門組織を設置している結果となった。

④　デジタルデータの閲覧・分析に用いるツールの整備状況

ピープルアナリティクスに必要となる「データ閲覧・分析ツール」の活用状況を見ると、実施企業では、人事情報システムのダッシュボード機能等を62.3％、エクセル等の表計算ツールを55.7％が利用している。検討中企業、興味あり企業も人事情報システムのダッシュボード機能や計算ツールを同程度の水準で利用している。実施企業の方が、統計分析ソフトやBI（Business Intelligence）ソフトを整備する割合が高い傾向が見られた。

（3）ピープルアナリティクスの実施内容（実施企業のみの結果）

現在実施しているピープルアナリティクスの対象分野を見ると、人事・経営戦略立案が75.4％、採用が65.6％、異動・配置が54.1％、評価が50.8％と続き、約半数の企業でこれらの分析を行っている（図表4）。

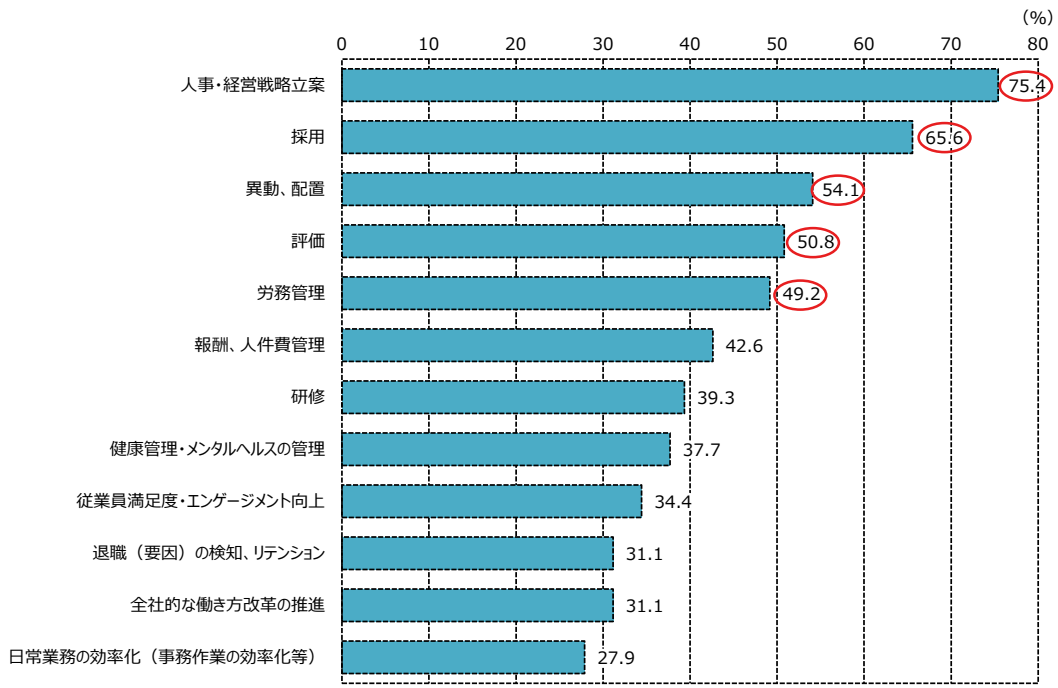
分析に用いる情報を見ると、7割程度の企業において、育成研修情報、評価情報、勤怠情報、職務経歴情報、採用情報は、分析結果を社内で公表したり、新しい施策・制度策定や評価に活用している。その一方、保有資格・知識・スキル情報、個人意向情報、健康情報の活用度は下がり、3割程度の企業では「データ分析中（成果はなし）」であり、分析を始めたばかり、又は分析に何らかの課題を抱えていることが読み取れる。

次に、実施企業がピープルアナリティクスを行う理由を見ると、人事部門内の要請が59.0％と最も高く、これに経営層からの要請が47.5％で続く。また、人事課題・経営課題対する施策の検討が34.4％となっている。人事部門内の業務の質の向上は19.7％、人事部門内の業務改善は13.1％と低めの結果となった（図表5）。現状では、ピープルアナリティクスは日常業務の改善に繋がるいわゆる“守り”の戦略よりも、新しい施策や制度を創出する“攻め”の戦略に活用されていることが読み取れる。

（4）ピープルアナリティクス実施における課題

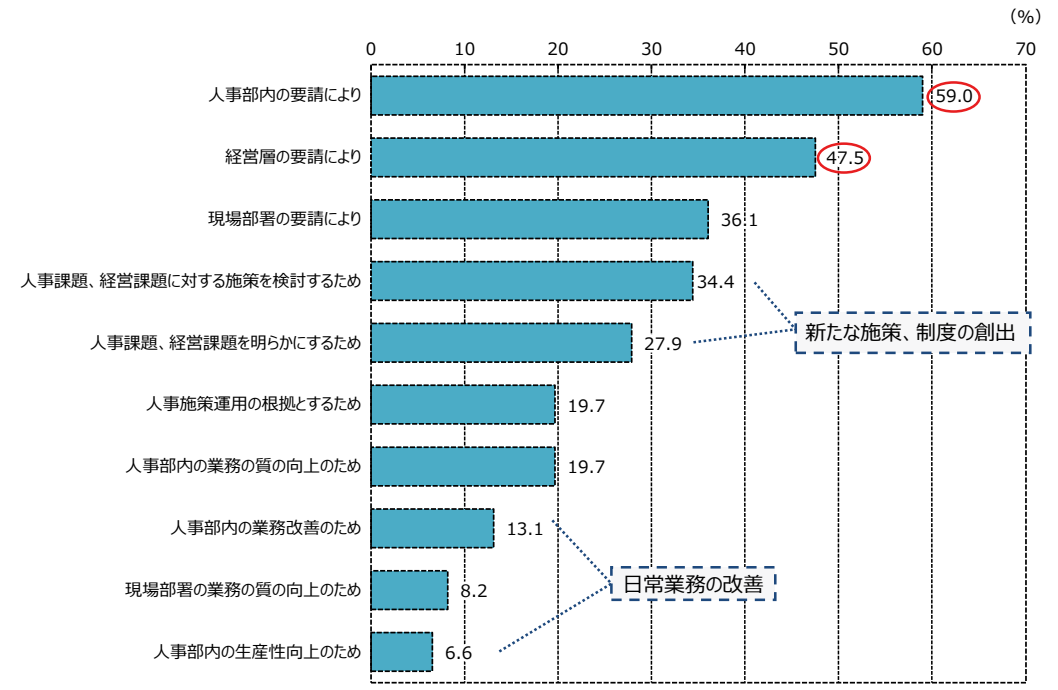
ピープルアナリティクスを実施するにあたっての課題を図表6に示す。実施企業[(6)]、検討中企業、興味あり企業の全てにおいて、「人事関連

図表4　ピープルアナリティクス実施の分野（複数回答）



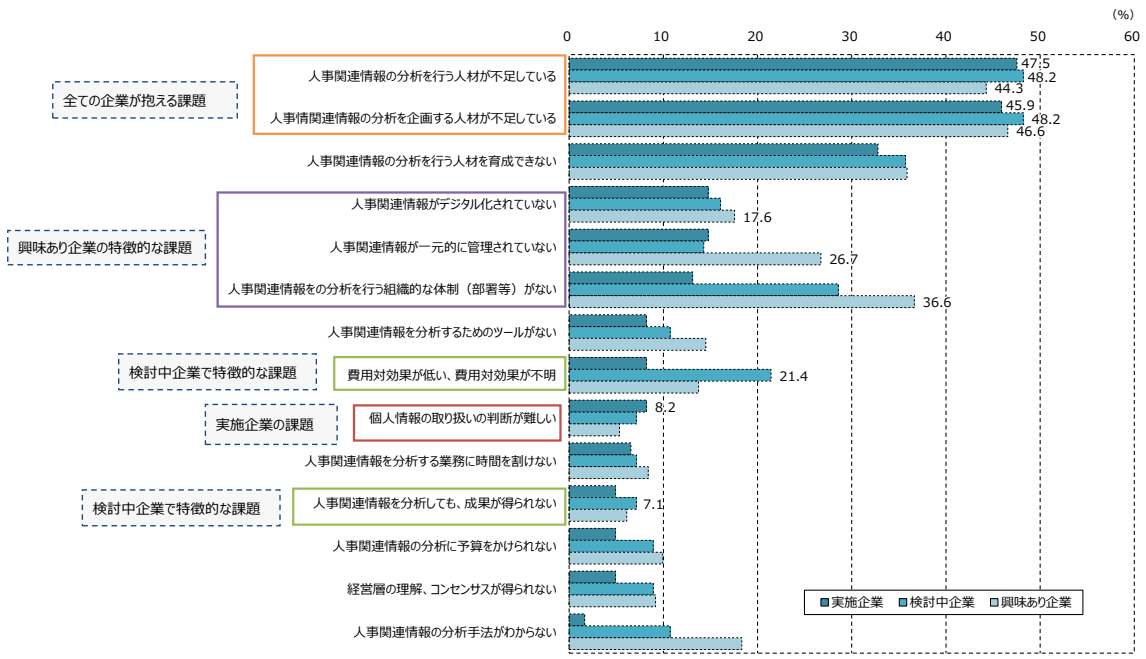
（資料）みずほ情報総研「国内企業人事部におけるピープルアナリティクス実態調査（2019年12月）

図表5　ピープルアナリティクスを実施する理由（複数回答）



（資料）みずほ情報総研「国内企業人事部におけるピープルアナリティクス実態調査（2019年12月）

図表6　ピープルアナリティクス実施における課題（複数回答）



（資料）みずほ情報総研「国内企業人事部におけるピープルアナリティクス実態調査（2019年12月）

情報の分析を行う人材の不足」「人事関連情報の分析を企画する人材の不足」といったデータアナリストの不足を指摘する割合が高い。特に、検討中企業と興味あり企業では、データアナリストの育成を課題とする割合が実施企業よりも高い結果となった。

興味あり企業に着目すると、情報が紙で管理されていることや、デジタル化したデータが点在し、一元管理されていないことが課題と捉えられている。また、ピープルアナリティクスの専門組織が整備されていないことも課題として認識されている。

次に、検討中企業の結果を見ると、概ね興味あり企業と類似した傾向が見られるが、「費用対効果が低い、費用対効果が不明」「人事関連情報を分析しても成果が得られない」といった成果に関わる課題を挙げている特徴がある。社内でピープルアナリティクスの実施を決定する際には、何らかの期待される成果の説明が必要であることが読み取れる。

実施企業は、検討中企業や興味あり企業と比較すると全体的に課題感は低い。ただし、検討中企業、興味あり企業では顕在化していない「個人情報の取り扱いの判断が難しい」という課題が高い傾向が見られた。

3. これから、ピープルアナリティクスを推進するための示唆

実態調査の結果から、ピープルアナリティクスの成果をもとに、採用や全社的な生産性向上等の各種施策や制度に反映させている国内企業はまだ少なく、人事関連情報をデジタル化したり、環境整備を進めている段階の企業が多い現状が明らかになった。そこで、導入を検討している企業や興味を持ちながらも未着手の企業等、主に潜在的にピープルアナリティクスを志向す

る企業に向けて、3つの取組のポイントを示したい。

(1)人事情報システム導入はピープルアナリティクスに取り組むチャンス

近年、国内では多様な人事情報システムが販売されており、人員規模の大きな企業だけでなく、特化した機能で手軽に導入するケースも多く見られる。人事情報システムの導入により、情報のデジタル化は加速度的に進む。システム導入の際に、情報のデジタル化は必ずしも主目的にならないと考えられるが、副次的な効果としてピープルアナリティクスの第一歩を踏み出す企業は増える。しかしながら、情報のデジタル化が主目的ではないだけに、ピープルアナリティクスを実施しようとしても、システム毎にデータが点在している等、データ整備にコストや時間を要するケースも多いと聞く。

そのため、人事情報システムを導入する段階で、何の情報からデジタル化してどのように活用していくか、自社の人事・経営戦略に対してピープルアナリティクスをどのように位置づけるのかといった「グランドデザイン」を検討することが有益である。

(2)着手できるところからピープルアナリティクスのサイクルを回す

ピープルアナリティクスは、「人事・経営戦略の策定」を起点に、これに基づいた「人事関連情報のデジタル化」を行い、「データアナリストの配置・育成」が進み、「ピープルアナリティクス実施」の結果から「人事施策・制度の策定」に繋げていく。人事関連情報のデジタル化、データアナリストの育成が進むと、例えば人材配置のマッチングやタレントマネジメントにおけるハイパフォーマー社員の特徴抽出等で、精度の高い予測が可能になる。しかしながら、どれだけ予測精度が向上しても、分析結果を解釈し、施策・制度を変える判断はこれからも人事部門や現場の管理職層が担うことになるだろう。結果を解釈し、判断に繋げられる人材育成の視点も重要になる。

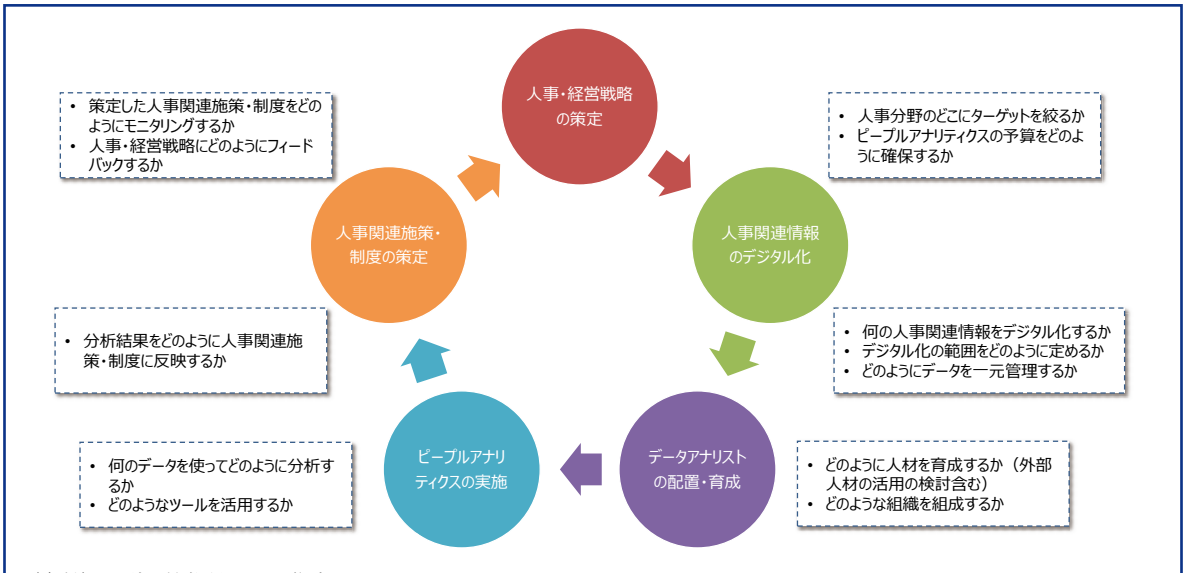
実態調査の結果を踏まえながら作成した「ピープルアナリティクスの実施サイクル」を図表7に示す。このサイクルを各社の事情に合わせて詳細化すると、(1)のグランドデザインを策定できる。実態調査によると、実施企業の中にはピープルアナリティクスに着手した理由として、「身近にデータ分析の強みのある人材がいた」「社内で分析ツールの導入・活用が進んでいるから」といった回答が若干数見られた。「人事・経営戦略」から分析内容を定めて実施することが基本と想定されるが、人事関連情報のデジタル化、データアナリストの配置をきっかけにサイクルが回り始めることも十分にあり得る。

また、採用、異動・配置等の着手しやすい分野からピープルアナリティクスに取り掛かり、ある程度サイクルが回ると、分野を変えたり、新たな情報をデジタル化して、何度もサイクルを回しながら、人事・経営戦略への関与度を上げていくこともできる。まずは、着手できる局面から、実現可能な規模で、初めの一歩を踏み出すことが肝要である。

(3)人事関連情報取り扱いに関わるリテラシー向上が不可欠

2019年8月、ある就職情報サイトにおいて就活生の同意を得ずに内定辞退率の予測を顧客企業に販売した問題で、政府の個人情報保護委員会は是正勧告を出した[(7)]。ルールに基づいた個人情報の取り扱いが必須であることは言うまでもないが、当該報道から、企業において、データ分析から得られる知見の有用性が高いことも浮き彫りになった。従って、ピープルアナリティ

図表7　ピープルアナリティクスの実施サイクルとグランドデザイン策定のポイント



（資料）みずほ情報総研にて作成

クスを自社で実施する企業のみならず、外部から得たデータ分析の結果を活用したい企業も含めて、一定程度の人事関連情報の取り扱いに関わるリテラシーが求められる。例えば、2019年11月、ピープルアナリティクス＆HRテクノロジー協会より、人事データやAIを活用する際に留意すべき9原則として「人事データ利活用原則（案）」が公表[8]された。こうしたレギュレーション等を参照したうえで、運用することも必要であろう。

ピープルアナリティクスのサイクルが回ると、人事・経営戦略を起点に実施するだけでなく、ピープルアナリティクスが人事・経営戦略を変える可能性がある。既に実施している企業だけでなく、潜在的に志向する企業においても、ピープルアナリティクスのスモールステップを踏み出し、大きなサイクルに育てられるよう期待したい。

注

(1) 職務等を限定した雇用契約のこと。

(2) みずほ情報総研では、村田製作所、The Elegant Monkeys Ltd.（イスラエル）とトッパンフォームズと連携して、生産現場での「感情・ストレス分析サービス」の実証実験として、工場勤務者の人材配置、業務改革の検証を行っている。https://www.mizuho-ir.co.jp/company/release/2019/mou0829.html（参照2020年1月20日）

(3) データを統合して表示する管理画面のこと。

(4) 本調査では、データアナリストを「データ分析から、現状把握や課題の抽出を行い、課題解決の手段を提案する人のこと」と定義して実施した。

(5) 「部署内で育成したデータアナリストを配置している」には、特段の育成は無くても、部署内の人材で対応しているケースを含む。

(6) 実施企業のうち14.8％が「ピープルアナリティクス実施にあたっての課題はない」と回答している。これら企業は、「ピープルアナリティクス実施における課題」の結果に含まない。

(7) 日本経済新聞「リクナビ問題、個人情報保護委が初の是正勧告」（2019年8月26日）
個人情報保護委員会「個人情報の保護に関する法律に基づく行政上の対応について」https://www.ppc.go.jp/news/press/2019/20190826/（参照2020年1月20日）

(8) 一般社団法人ピープルアナリティクス＆HRテクノロジー協会「人事データ利活用原則（案）につきまして」https://req.qubo.jp/pahrtech/form/1128（参照2020年1月20日）

社会動向レポート

定年後再雇用者の「職務・働き方」と「賃金」の変化に関する考察

～高齢者が意欲的に働き続けることのできる社会を目指して～

社会政策コンサルティング部
コンサルタント 古川 みどり

少子高齢化が急速に進む中で、「高齢者が意欲的に働き続けられる社会」の実現が急務となっている。本稿では、高齢の雇用者の中でも「定年後再雇用者[(1)]」に注目して、その定年前後での労働条件や労働意欲の変化についてアンケート調査結果から考察する。

1. 背景

日本では、急速に少子高齢化と人口減少が進んでいる。2019年12月1日現在、総人口約12,615万人に対して65歳以上人口は3,593万人に上り、高齢化率は実に31.4％である[(2)]。そして、2060年には総人口が約9,284万人まで減少するのに対して高齢化率は38.1％まで上昇すると予測されている[(3)]。これは、日本の総人口の約2.6人に1人が高齢者という計算である。労働の担い手の確保という観点では、生産年齢人口の減少が深刻さを増す中、今後ボリュームを増していく高齢者は貴重な存在であり、彼らがその職業能力を活かして活躍できる社会の実現が求められている。

現状、65歳までの安定した雇用を確保するため、高年齢者雇用安定法により、企業には「定年制の廃止」、「定年の引上げ」、「継続雇用制度（勤務延長制度あるいは再雇用制度）の導入」のいずれかの措置（高年齢者雇用確保措置）を講じることが義務付けられている。厚生労働省の最新の統計では、高年齢者雇用確保措置の実施済企業は99.8％であり、少なくとも65歳までは希望すれば働き続けることのできる社会が実現しつつある。そうした中、今後より重要な課題となるのは「高齢者が意欲的に働き続けることのできる社会」の実現であろう。

ここで、労働者の「働く意欲」と強い関係を持つものの1つとして「賃金」を挙げることができる。高齢者に関してもこの点は同様であり、一例として2015年度に実施された調査[(4)]によれば、60歳以上の雇用者が働く理由は「現在の生活のため」が最も多く78.5％を占め、次いで多いのは「老後の生活に備えて」（49.2％）であった。この結果からは、労働者が高齢期を迎えても働き続ける理由としては、収入の確保の必要性という事情が大きく、高齢者の働く意欲にも「賃金」が影響していることが窺える。他方で、上述の高年齢者雇用確保措置のうち最も多くの企業で選択されているものは「再雇用制度」の導入であることを踏まえると、「高齢者が意欲的に働き続けることのできる社会」の実現に向けてまず着目すべきは、定年後再雇用者の賃金設定であると言える。

この点に関して、2018年は「長澤運輸事件」と「九州総菜事件」という重要な2つの最高裁

判所判決が示された年であった。特に、本調査に重要な示唆を与えたのは後者の判決であり、その概要は以下のとおりである。

九州総菜事件
定年後の再雇用契約を巡り、フルタイム勤務からパートタイム勤務への変更と賃金の75％カットを提示されて退職した元従業員が、会社側に対して損害賠償を求めたもの
（最高裁判所判決（2018／４／１）の主旨）
・定年後の極端な労働条件の悪化は、高年齢者雇用安定法の趣旨に反する
・再雇用に関しては、定年前後の労働条件の継続性・連続性が一定程度確保されることが「原則」である

「九州総菜事件」判決は、再雇用時の極端な賃金引き下げを不法行為とした初の司法判断であり、企業の人事担当者を中心に社会の注目を集めた。なぜなら、従来、定年後再雇用者の賃金は定年時と比較して６～７割程度の水準に低下することが一般的だとされてきた[5]ためである。本判決は定年後再雇用者の賃金設定に関して企業に再考を促す意義を持つと言えるが、他方で、司法判断において「原則」とされたあり方が実社会ではどの程度浸透しているかという点で疑問を残した。また、仮に企業が「定年前後の労働条件の継続性・連続性が一定程度確保」された労働環境の実現に今後努めていく場合には、すでにそうした環境を提供している企業がどのような特徴を持つかを明らかにすることはその取り組みの一助となるだろう。

2. 目的

「1. 背景」に述べた問題意識の下、弊社では以下に述べる目的に基づきアンケート調査を実施した。なお、その際の前提として、「九州総菜事件」判決に言う「定年前後の労働条件の継続性・連続性が一定程度確保」された労働環境を、本調査では「①業務の内容、②業務に伴う責任の程度、③所定労働時間の3つの観点において定年前後で変化がない環境」（以下、「連続的再雇用環境」と表現）と定義している。そのうえで、本調査の目的は大きく分けて以下の2点とした。

1. 実態の把握
① 「連続的再雇用環境」はどの程度の企業で実現しているか
② 「連続的再雇用環境」においては賃金にも連続性が見られるか
③ 「連続的再雇用環境」においては労働意欲にも連続性が見られるか
2. 「連続的再雇用環境」を実現している企業に見られる特徴の検討

3. 調査概要

(1)調査実施概要

2018年9月から10月にかけてアンケート調査を実施した。調査対象は、全国に所在する総従業員数10名以上の企業のうち、従業員規模と業種により比例配分して抽出した16,000社である。ただし、業種について「農業、林業」「鉱業、採石業、砂利採取業」「公務」は調査対象から除外している。調査票は企業の人事労務担当者宛に郵送し、回答後に郵便で返送いただいた。

(2)集計の考え方

調査の結果、有効回答はN=2,393、有効回答率は15.0％となったが、本レポートでは図表1に示す5つの条件をすべて満たした企業（N＝1,042）の回答を集計した結果を報告する。特に、本レポートにおける報告が総従業員数300人未満の企業に係る集計結果であることに留意いただきたい。また、図表1の「条件②(i)」に関連して、本調査で定年前後の労働環境の変化を問う設問は、回答企業各社で「最も多くの定年後再雇用者に当てはまる職種」に係る状況を回答するよう求めた[6]。すなわち、各社の定年後再

図表1　本稿における集計対象

項目			条件	該当するデータ数	条件設定の趣旨
①	総従業員数		300人未満	N=2,272 （全体の94.9%）	定年前後の労働条件の変化には企業規模が影響している可能性があることから、大企業（総従業員数300人以上）のデータが中小企業（総従業員数300人未満）のデータに混在することを避けるため。
②	定年到達者を65歳まで雇用するために講じている雇用確保措置		自社で再雇用する制度	N=1,313 （定年年齢が60～64歳である企業の86.2%）	本調査の目的が、同一の企業内における定年前後の労働条件の変化を検討することにあるため。
	②(i)	最も多くの定年後再雇用者に当てはまる職種	無回答の場合は集計対象から除外	N=1,154 （条件②を満たすデータの87.9%）	本調査で定年前後の労働環境の変化を問う際は、回答企業各社において「最も多くの定年後再雇用者に当てはまる職種」に就いている定年後再雇用者に関して回答するよう求めたことから、「最も多くの定年後再雇用者に当てはまる職種」を回答しなかった企業は集計の対象外とした。
	②(ii)	定年に伴う「責任の程度」の変化	変わらない／やや小さくなる／かなり小さくなる（「やや大きくなる」「かなり大きくなる」は除外）	N=1,138 （条件②を満たすデータの86.7%）	定年前後の変化の有無を区別する際、「変化がある（定年前と違う）」に分類するデータに「責任の程度が小さくなった」データと「責任の程度が大きくなった」データが混在することを避けるため。 ※「3（3）分析方法」参照
	②(iii)	定年に伴う「所定労働時間」の変化	フルタイムのまま／フルタイムからパートタイムになる（「パートタイムからフルタイムになる」「パートタイムのまま」は除外）	N=1,136 （条件②を満たすデータの86.5%）	定年前にフルタイムで働いていた場合のみを集計対象とするため。

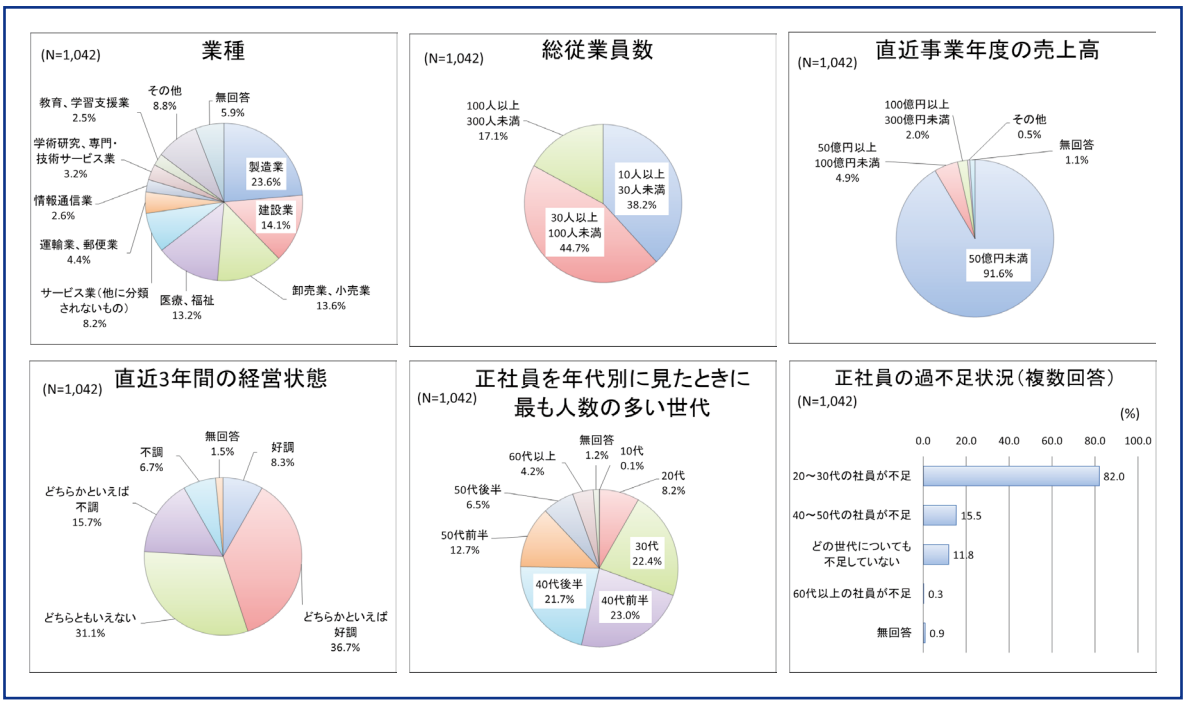
雇用者に適用される人事制度等を網羅的に回答いただいたものではないことに注意していただきたい。

集計対象とした1,042社の概要は図表2のとおりである。

(3)分析方法

「九州総菜事件」判決に言う「定年前後の労働条件の継続性・連続性が一定程度確保」された労働環境を、本調査では①業務の内容、②業務に伴う責任の程度、③所定労働時間の3つの観点に係る変化の有無に基づいて定義している。3

図表2　集計対象企業の概要



図表3　企業タイプの分類

定年前との比較			企業タイプ
①業務の内容	②業務に伴う責任の程度	③所定労働時間	
同じ	同じ	同じ	A
		違う	B
	違う	同じ	C
		違う	D
違う	同じ	同じ	E
		違う	F
	違う	同じ	G
		違う	H

つの観点のそれぞれに、「変化がない（定年前と同じ）」と「変化がある（定年前と違う）」の2通りの可能性があることから、回答企業は8つの企業タイプに分類される（図表3）が、このうち連続的再雇用環境を実現している企業（以下、「連続的再雇用企業」と表記）に該当するのはタイプＡである。

アンケート調査の設計としては、①業務の内容、②業務に伴う責任の程度、③所定労働時間は順に4件法（「全く変わらない」「ほぼ変わらない」「かなり変わる」「完全に変わる」）、5件法（「かなり小さくなる」「やや小さくなる」「変わらない」「やや大きくなる」「かなり大きくなる」）、4件法（「フルタイムからパートタイムになる」「フルタイムのまま」「パートタイムからフルタイムになる」「パートタイムのまま」）で尋

図表4 「変化がない(同じ)」と「変化がある(違う)」の区別にあたっての基準

	①業務の内容	②業務に伴う責任の程度	③所定労働時間
同じ	「全く変わらない」	「変わらない」	「フルタイムのまま」
違う	「ほぼ変わらない」 「かなり変わる」 「完全に変わる」	「かなり小さくなる」 「やや小さくなる」	「フルタイムからパートタイムになる」

ねたが、「変化がない(定年前と同じ)」と「変化がある(定年前と違う)」の2つに区別するにあたっては、図表4のとおりとした。なお、②業務に伴う責任の程度について「やや大きくなる」あるいは「かなり大きくなる」、また③所定労働時間について「パートタイムからフルタイムになる」あるいは「パートタイムのまま」を選択した企業は集計の対象外とした。

4. 調査結果

(1)実態の確認

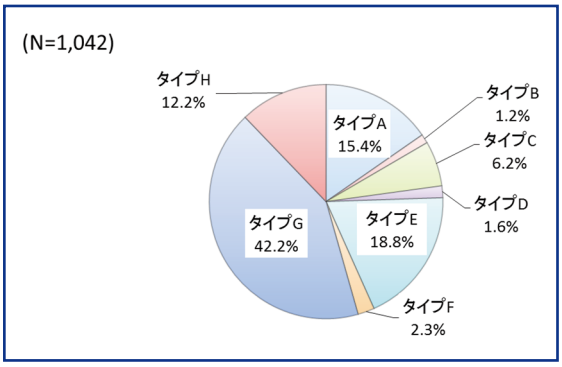
① タイプA企業の分布

「3 (3)分析方法」で述べた企業分類に基づき回答企業を類型化した結果、連続的再雇用企業にあたるタイプAは15.4%と全体で3番目に多い企業タイプとなった(図表5)。最も多いのはタイプG(業務の「内容」が変わり、業務に伴う「責任の程度」は小さくなり、「所定労働時間」はフルタイムのまま変わらない企業タイプ。42.2%)、二番目に多いのはタイプE(業務の「内容」が変わり、業務に伴う「責任の程度」は変わらず、「所定労働時間」はフルタイムのまま変わらない企業タイプ。18.8%)である。

② タイプA企業における定年前後の基本給の変化

定年前を「100%」とした場合の定年後の「時間当たり基本給」の水準を数値で尋ねた結果、回答企業全体の平均が77.0(%)であったのに対し、タイプA企業では85.7(%)と、8つの企業タイプの中で最も高い数値となった(図表6)。「100(%)」と回答した企業の割合を見ても、タイプAでは全体の38.1%であり、8つの企業タイプの中で該当企業の割合が最も高い。これに対して、該当企業数の最も多い企業タイプであるタイプGでは74.0(%)である。

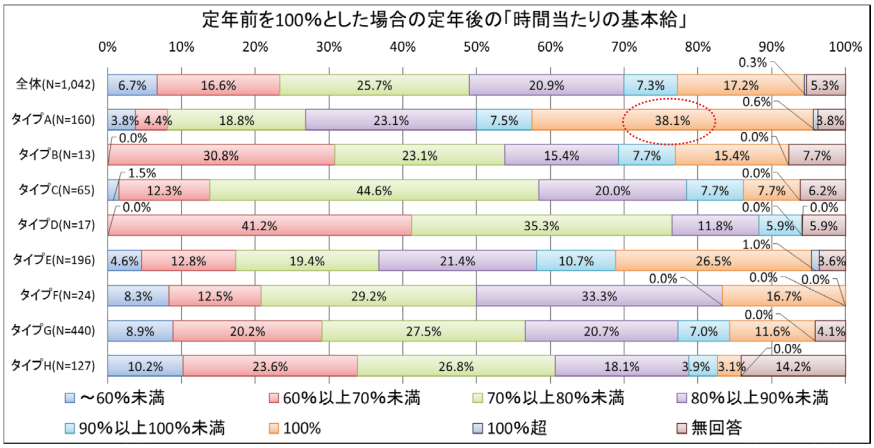
図表5 タイプA企業の分布



③ タイプA企業における定年前後の労働意欲の変化

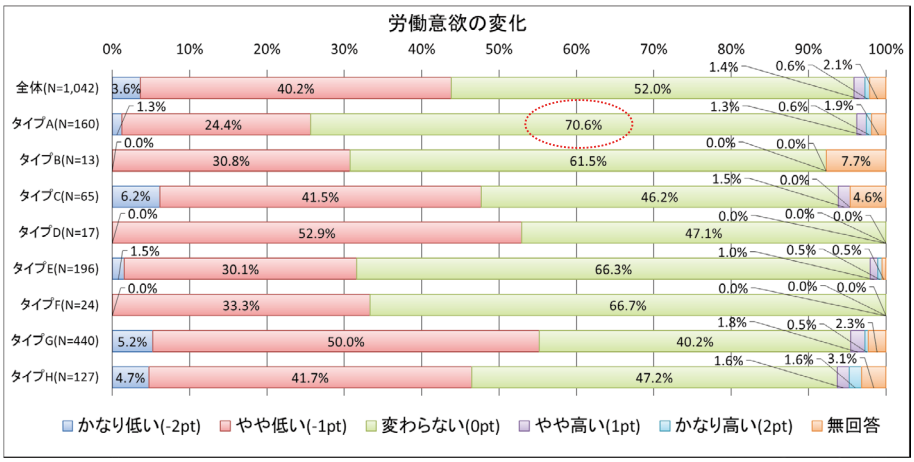
定年前と比較した現在の労働意欲の高さを「かなり低い」「やや低い」「変わらない」「やや高い」「かなり高い」の5件法で尋ねた結果、タイプA企業では、「変わらない」が70.6%と、8つの企業タイプの中で最も高い割合を占めた(図表7)。さらに、上述の5つの選択肢にそれぞれ−2、−1、0、1、2(ポイント)を割り振って加重平均を算出した結果、タイプAでは−0.25ポイントと最も低下の幅が小さく、タイプGにおいて−0.59ポイントと低下の幅が最も大きかった。

図表6　タイプＡ企業における定年前後の基本給の変化



	平均変化率(%)
全体	77.0%(N=987)
タイプA	85.7%(N=154)
タイプB	76.3%(N=12)
タイプC	76.0%(N=61)
タイプD	69.8%(N=16)
タイプE	81.5%(N=189)
タイプF	76.3%(N=24)
タイプG	74.0%(N=422)
タイプH	70.0%(N=109)

図表7　タイプＡ企業における定年後再雇用者の労働意欲の変化



	平均ポイント(pt)
全体	−0.46pt(N=1,020)
タイプA	−0.25pt(N=157)
タイプB	−0.33pt(N=12)
タイプC	−0.55pt(N=62)
タイプD	−0.53pt(N=17)
タイプE	−0.31pt(N=195)
タイプF	−0.33pt(N=24)
タイプG	−0.59pt(N=430)
タイプH	−0.48pt(N=123)

(2)労働意欲の変化に影響する項目

ここで、タイプＡに係る結果を引き続き述べる前に、本調査の結果、労働意欲の変化に影響していると推察された項目を確認していきたい。

まず、企業を類型化する際の観点とした「①業務の内容」「②業務に伴う責任の程度」「③所定労働時間」のそれぞれに関して見ると(図表8)、労働意欲の低下幅が小さく抑えられていたのは、「①業務の内容」については変わる場合(N=772、－0.49ポイント)よりも変わらない場合(N=248、－0.35ポイント)であり、同様に「②業務に伴う責任の程度」についても、変わる場合(N=632、－0.55ポイント)よりも変わらない場合(N=388、－0.29ポイント)に低下幅は小さかった。他方で、「③所定労働時間」に関しては変わる場合(N=176、－0.45ポイント)と変わらない場合(N=844、－0.46ポイント)の間で労働意欲の変化にはほぼ差が見られなかった。

次に、賃金(時間当たり基本給)に関しては、定年前後の「時間当たり基本給」の減少が大きいほどに労働意欲の低下幅も大きく、一般に想定される通りの結果となった(図表9)。

図表8　企業の分類に用いた3つの観点と「労働意欲」の変化との関係

	定年前との比較		
	①業務の内容	②業務に伴う責任の程度	③所定労働時間
同じ	-0.35pt（N=248）	-0.29pt（N=388）	-0.46pt（N=844）
違う	-0.49pt（N=772）	-0.55pt（N=632）	-0.45pt（N=176）

図表9　労働意欲の変化に影響する項目（すべての図表について N ＝1,020）

定年前を100%とした場合の定年後の「時間当たりの基本給」	
100%以上	-0.24pt(N=179)
80%以上100%未満	-0.43pt(N=291)
～80%未満	-0.54pt(N=502)

定年後再雇用者に期待する役割（定年前との比較）	
全く変わらない	-0.24pt (N=145)
ほぼ変わらない	-0.45pt (N=701)
かなり変わる・完全に変わる	-0.70pt (N=167)

人事評価の仕組み		
定年後再雇用者にも人事評価を実施している	現役社員と同じ方法で実施	-0.33pt (N=325)
	現役社員とは異なる方法で実施	-0.53pt (N=167)
定年後再雇用者に人事評価を実施していない	現役社員には実施している	-0.56pt (N=340)
	現役社員にも実施していない	-0.40pt (N=177)

賃金の決定方法		
定年直前と同じ		-0.21pt (N=135)
定年直前と異なる	全員一律の金額とする	-0.68pt (N=96)
	定年直前の金額に、全員一律の割合を乗じる	-0.57pt (N=223)
	業務内容や職階等に応じて個別に設定する	-0.44pt (N=543)

そのほか、「定年後再雇用者に期待する役割」「人事評価の仕組み」「賃金の決定方法」についても、全体として、定年前と「変化がない」場合に労働意欲の低下幅は小さく抑えられていることがわかった（図表9）。

（3）タイプＡ企業の特徴

次に、タイプＡ企業の特徴を、該当企業数の最も多い企業類型であるタイプＧと比較して述べる。

①　企業属性や従業員構成（図表10）

業種に関して、タイプＡでは「医療・福祉」「運輸業、郵便業」が多く、職種では「技術職（建設・不動産・工場・運輸）」「専門職（医療・福祉）」が多い。従業員構成に関しては、「最も正社員の人数が多い世代」として「40代後半以降[7]」が60.0%を占めたこと、また、正社員の過不足に関して「どの世代についても不足していない」とした回答が1割を超え14.7%となったことが特徴的である。

②　人事制度（図表11）

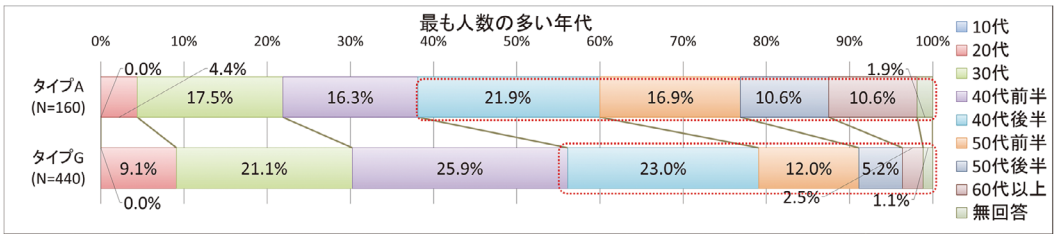
「役職」や「人事評価の仕組み」、「賃金の決定方法」等多くの観点において、定年前と同じ仕組みや方法が適用されている傾向にある。

③定年後再雇用者の期待役割（図表12）

定年前後の「期待役割」の変化について、「全く変わらない」はタイプＧでは2.0%であるところタイプＡでは61.3%と6割を超えた。前述のとおり、タイプＡは業務の内容や働き方に関

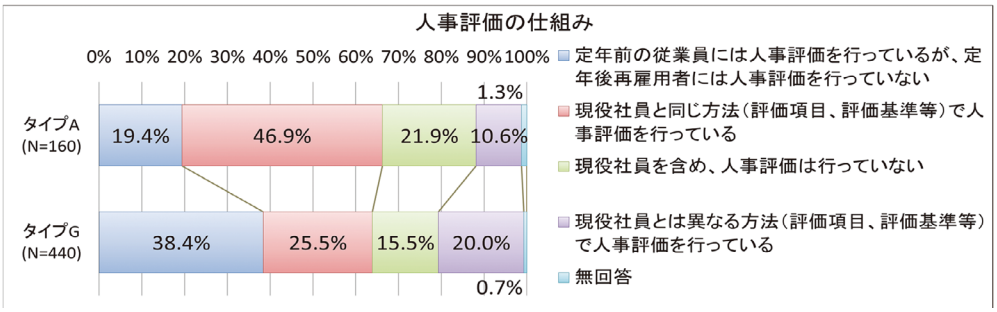
図表10　タイプ A 企業の特徴（企業属性や従業員構成）

		タイプA（N=160）	タイプG（N=440）
● 業種・職種			
業種	「医療・福祉」	**16.3%**	9.8%
	「運輸業、郵便業」	**6.9%**	3.4%
職種	「技術職（建設・不動産・工場・運輸）」	**27.5%**	23.9%
	「専門職（医療・福祉）」	**15.6%**	9.5%
● 正社員の年代構成			
最も人数の多い年代（下図）	「40代後半」以降 （「40代後半」、「50代前半」、「50代後半」、「60代以上」の和）	**60.0%**	42.7%
● 正社員の充足状況			
正社員の過不足状況	「どの世代についても不足していない」	**14.7%**	9.8%
人材確保に向けた考え	「すでに十分確保している」	**8.5%**	1.8%



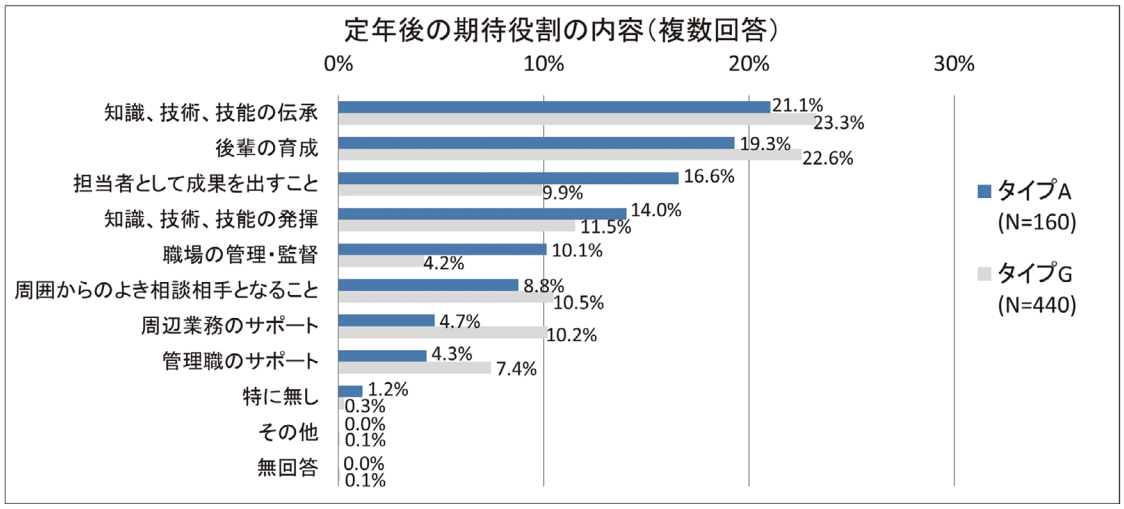
図表11　タイプ A 企業の特徴（人事制度）

			タイプA（N=160）	タイプG（N=440）
役職		「定年後も引き続き同じ役職についている」	**66.3%**	20.7%
人事評価の仕組み（下図）		「現役社員と同じ方法で人事評価を行っている」	**46.9%**	25.5%
賃金の決定方法		「定年直前と同じ」	**33.8%**	7.5%
賞与・寸志等	支給する仕組み	「賞与・寸志等支給制度があり、金額の決定方法は現役社員と共通である」	**45.6%**	21.1%
	金額の変化	「変わらない」	**21.9%**	8.4%
現役社員には支給するが定年後再雇用者には支給しない手当		「なし」	**49.8%**	24.4%
福利厚生		「現役社員と全く同じ制度を利用できる」	**93.8%**	82.0%



図表12　タイプＡ企業の特徴（定年後再雇用者の期待役割）

		タイプA（N=160）	タイプG（N=440）
定年前後の「期待役割」の変化	「全く変わらない」	**61.3%**	2.0%
定年後の「期待役割」の内容（下図）	「担当者として成果を出すこと」	**16.6%**	9.9%
定年後再雇用者が果たしている役割	「担当者として成果を出すこと」	**21.2%**	13.1%



して定年前後で変化がないことを基準に抽出された企業類型だが、この結果からは、企業が定年後再雇用者に期待する「役割」に関してもタイプＡでは定年前後で変化がない傾向にあることがわかる。なお、定年後の期待役割の内容に関しては、「知識、技術、技能の伝承」（21.1%）、「後輩の育成」（19.3%）、「担当者として成果を出すこと」（16.6%）の順に多いが、特に「担当者として成果を出すこと」でタイプＧ（9.9%）を7ポイント近く上回っていることが特徴的である。

④　定年後再雇用者が企業から受けている評価（図表13）

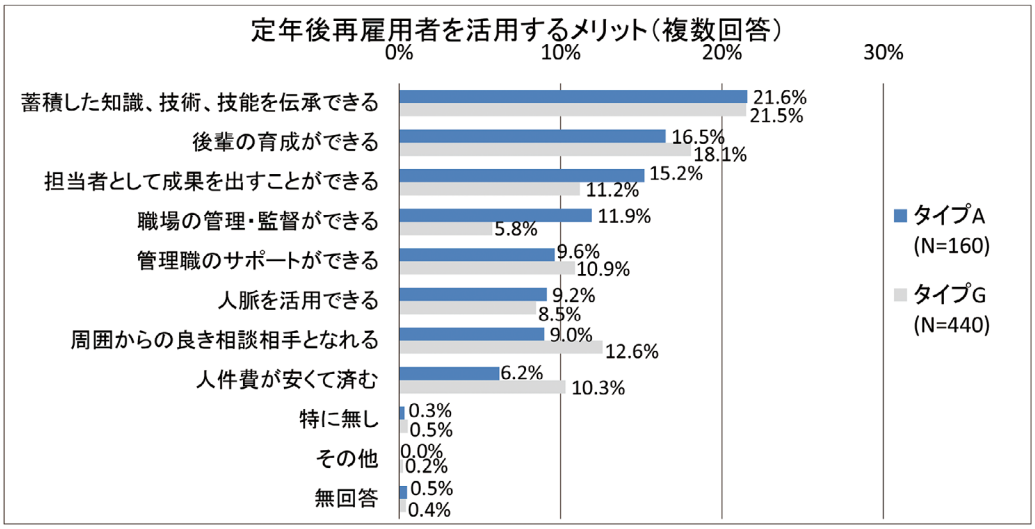
定年後再雇用者を活用するメリットは「蓄積した知識、技術、技能を伝承できる」（21.6%）、「後輩の育成ができる」（16.5%）、「担当者として成果を出すことができる」（15.2%）の順に多く、特に「担当者として成果を出すことができる」でタイプＧ（11.2%）を4ポイント上回っている。人材として企業から受けている評価を見ると、タイプＡでは「戦力である」が93.1%と9割を超えた。

⑤　定年後再雇用者の活用に対する考え方（図表14）

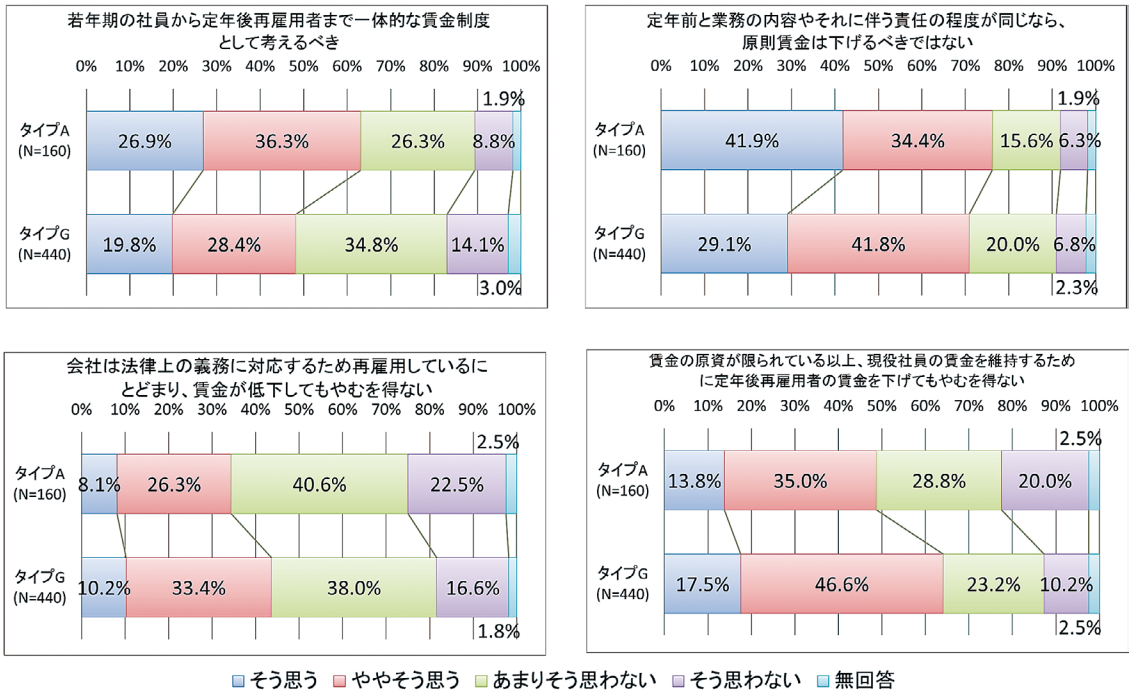
本調査では、定年後再雇用者の賃金設定にあたっての考え方を探る設問を4つ設けたが、タイプＡとタイプＧの間で特に大きな違いが見られた項目として次の2点が挙げられる。まず、「若年期の社員から定年後再雇用者まで一体的な賃金制度として考えるべきである」という考え方に対し、「そう思う」と答えた[8]のはタイプＧでは48.2%であったが、タイプＡにおいては63.2%と半数を超えた。また、「賃金の原資が限られている以上、現役社員の賃金を維持するために定年後再雇用者の賃金を下げてもやむを得ない」という考え方に関しては、「そう思う」と

図表13　タイプ A 企業の特徴（定年後再雇用者が企業から受けている評価）

		タイプA（N=160）	タイプG（N=440）
定年後再雇用者を活用するメリット（下図）	「担当者として成果を出すことができる」	**15.2%**	11.2%
評価	「戦力である」	**93.1%**	86.1%



図表14　タイプ A 企業の特徴（定年後再雇用者の活用に対する考え方）



答えたのはタイプGでは64.1%であるところ、タイプAにおいては48.8%であった。

5. まとめと考察

(1)調査結果の振り返り

本調査の結果、九州総菜事件において定年後再雇用の「原則」だとされた「連続的再雇用環境」を実現する企業(タイプA)は集計対象全体の15.4%と1割を超え、「原則」とは呼び難いものの一定程度存在することが確認された。タイプAに係る特徴の中でも特に重要なことは、定年前後の「基本給」および「労働意欲」の低下幅がいずれも、8つの企業タイプの中で最も小さかったことである。

これに対して、最も該当企業数が多かったのはタイプG(①業務の内容が変わり、②業務に伴う責任の程度は小さくなるが、③所定労働時間は「フルタイム」のまま変わらない企業タイプ)であり、この企業タイプでは定年前後の労働意欲の低下幅が8つの企業タイプの中で最も大きいことが確認された。

タイプAの特徴としては、業種について「医療・福祉」「運輸業、郵便業」に該当する企業が多かった一方で、人材確保に向けた考えとして「すでに十分確保している」と回答した企業が比較的多かったことも指摘できる。「医療・福祉」「運輸業、郵便業」は、昨今の人手不足の情勢の中でも特に状況が深刻だとされている業種である[(9)]。それにもかかわらず人材を十分に確保している企業が比較的多かったこと、さらに、最も正社員の人数が多い年代を「40代後半以上」とした企業が6割を占めたことを考え合わせると、タイプA企業では、中高年齢層の人材を戦力として活用することで人手不足を回避している可能性が示唆される。

また、処遇や人事制度に係るタイプAの特徴としては、賃金(基本給、賞与・寸志等、手当)や役職、人事評価の仕組みや期待役割といった多くの点で、定年前との連続性が維持されていることがわかった。特に、「基本給」「人事評価の仕組み」「期待役割」に定年前後で連続性があることは、定年前後で労働意欲の低下幅が小さい企業の特徴に一致する。これらの結果からは、タイプA企業は、定年後再雇用者に対して定年前とほぼ共通の「業務」や「働き方」を提供するとともに、定年前とほぼ共通の「処遇・人事制度」によって遇することでその労働意欲の維持につなげていることが推測される。事実、タイプA企業は、定年後再雇用者が企業の期待に応えて「担当者として成果を出すことができる」点にメリットを見出し「戦力」として高く評価しており、定年後再雇用者の労働意欲の高さは彼ら彼女らのパフォーマンスの高さにつながっていると考えられる。

今後労働力がますます高齢化していく中では「高齢社員の雇用をいかに維持するか」という点だけでなく「高齢社員のパフォーマンスの最大化を図るためにはどうすべきか」を考えることが一層重要になるだろう。この点を考えるとき、「業務・働き方」と「処遇・人事制度」の双方に定年の前後で連続性を維持し、それを通じて定年後再雇用者の「労働意欲」と「パフォーマンス水準」の維持につなげていると見られるタイプAの戦略は、1つの選択肢を示していると言える。本調査の結果、タイプAの戦略をとる企業にはその背景となる発想として、若年期から定年後まで長期的に人材を活用していくことを前提に賃金を設計していることが窺われた。急速な少子高齢化と人口減少の中で人材をより長期的に活用していくことの必要性と有用性が啓発され、高齢者活用のノウハウ普及や人事制度見直しへの支援が行われれば、タイプAの戦略をとる企業が増えることが期待できるだろう。

(2)残された課題

仮に、連続的再雇用環境を提供することで高齢社員のパフォーマンスの維持・向上を図ることが可能になるとしても、その実現にあたっては次の2点が大きな課題となる。

第一には、人件費総額が限られている中で定年前後における賃金の水準維持をどのようにして実現するかという点がある。企業が安定的に経営を続けていくためには若年層の確保・育成にも費用を投じなければならず、若年期から高齢期まで長期的な視野に立った賃金設計や人材育成の戦略が必要である。また、社会的な観点に立てば、人材を長期的に活用することが結果的に若年層の新たな雇用機会を奪う可能性も否定できず、タイプＡに代表される長期的な人材活用戦略については、その実現の方法とともに社会的な問題に関しても検討していく必要がある。

第二には、定年前と変わらずに成果を上げるよう期待されることが定年後再雇用者にとって過度な負担となっていないかという点である。タイプＡ企業の特徴として、定年前後で定年後再雇用者に対する期待役割を変えていない、特に「担当者として成果を上げる」ことを変わらずに期待し続けているという点がある。しかしながら、加齢とともに身体能力の衰えが避けられない中で、現役時代と同様の成果を出し続けることは容易ではない。特に、タイプＡ企業で働く定年後再雇用者の職種には「専門職(医療・福祉)」「技術職(建設・不動産・工場・運輸)」が多いが、これらの業務は肉体労働を伴ったり高い集中力を求められたりすることの多いものであり、過度な負担は労働災害に直結するおそれがある。本調査は企業を対象として実施したが、上記の点を検討するためには定年後再雇用者自身に主観的な認識を尋ねる必要があり、今後さらに調査を進めることで、連続的再雇用環境下において定年後再雇用者が感じる肉体的・心理的な負担感の大きさについて検討を深めたい。

注

(1) 定年年齢に到達していったん退職したあとに、定年前と同じ企業あるいはその子会社等に再び雇用されている方

(2) 総務省統計局「人口推計―令和元年12月報―」

(3) 国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口(平成29年推計)」

(4) 高齢・障害・求職者雇用支援機構「高齢社員の人事管理と展望―生涯現役に向けた人事戦略と雇用管理の研究委員会報告書―」(2015年度)

(5) 労働政策研究・研修機構「高年齢者の雇用に関する調査(企業調査)」(2016年)

(6) 例えば、最も多くの定年後再雇用者が従事する職種が「販売・営業」である企業では、販売・営業職に就く定年後再雇用者のみを念頭に置いてアンケートに回答している。

(7) 「40代後半」、「50代前半」、「50代後半」、「60代以上」のいずれかと回答した企業の和

(8) 「そう思う」、「ややそう思う」のいずれかと回答した企業の和

(9) 厚生労働省「一般職業紹介状況(一般職業安定業務統計)」(2019年11月)によると、有効求人倍率は、全体で1.46であるところ、「医師、歯科医師、獣医師、薬剤師」「医療技術者」「介護サービスの職業」は順に4.66、3.27、3.75であり、「自動車運転の職業」は3.28である。

参考文献

1　高齢・障害・求職者雇用支援機構「高齢社員の人事管理と展望―生涯現役に向けた人事戦略と雇用管理の研究委員会報告書―」(2015年度)

2　労務行政研究所「労政時報　第3983号」(2019年)

社会動向レポート

国民の余暇生活はどう変化したか

社会生活基本調査にみる30年の余暇活動の変化

社会政策コンサルティング部
主席コンサルタント 仁科 幸一

平成の30年間は、敗戦と高度経済成長を経験した昭和と比べれば平穏な時代だったといえるかもしれない。しかし、2度にわたる未曽有の災害、バブル経済とその崩壊によってもたらされた長期の経済的停滞を経験したという点では、必ずしも平穏なだけの時代ではなかった。

30年という期間はおおむね親子の年齢差に近く、この間に一世代が交代したことになる。国民の生活変化をつかむのにふさわしい期間である。本稿では、総務省が定期的に実施している「社会生活基本調査」の結果から、平成の30年間の国民の余暇活動の変化を探る。

1. 社会生活基本調査の概要

(1)社会生活基本調査とは

社会生活基本調査は、「国民の生活時間の配分及び自由時間における主な活動について調査し、仕事や家庭生活に費やされる時間、地域活動等への関わりなどの実態を明らかに」することを目的として、1976（昭和51）年から5年おきに総務省統計局が実施している大規模調査である。2016（平成28）年調査では、調査対象は77,843世帯に属する10歳以上[(1)]の世帯員179,297人であり、定期的に実施されている同種の調査[(2)]をはるかに上回る規模で行われている。

本稿の執筆時点で得られる最新の集計結果は、2016（平成28）年10月に実施された調査である。ここを起点に30年間遡ると、1986（昭和61）年になる。この年は昭和に属するが、これを平成の初期として見立て、1986年と2016年の調査結果を比較する。なお、1991（平成2）年調査までは調査対象者を15歳以上としていたため、本稿では15歳以上のデータを分析対象とする。

(2)生活行動調査と生活時間調査

社会生活基本調査の調査内容は、生活時間調査と生活行動調査に大別される。

生活行動調査は、前述の調査目的の「自由時間における主な活動」、すなわち余暇として行われた活動[(3)]を調査対象としている。2016年調査では、自由時間に行った活動（余暇活動）5ジャンル・80種類（図表1）に関して、この1年間での活動経験の有無、行動頻度などを調査している。これをもとに、年齢・性別などの属性別に、行動者率（この1年に活動した者の率）や行動者数[(4)]を集計している。活動種類は社会の変化に応じて調査のたびごとに見直しが加えられており、経年的な比較が困難な項目も少なくない。本稿では1986年と2016年で比較可能な項目のみを分析対象とした。

生活時間調査は、「国民の生活時間の配分」を調査するものである。睡眠、仕事、家事、趣味活動など20種[(5)]の活動種類別にこれを行った時間帯と時間量を調査している。たとえば、睡眠の時間量や時間帯の変化をみることによって生活の24時間化の進展、家事や育児の時間量をみ

図表1　生活行動調査の活動種類

学習・自己啓発・訓練		
外国語	家政・家事	商業実務・ビジネス関係
芸術・文化	他に4種類（2016年調査）	
スポーツ		
野球（キャッチボールを含む）	ソフトボール	バレーボール
バスケットボール	サッカー(フットサルを含む)	卓球
テニス	バドミントン	ゴルフ(練習場を含む)
ゲートボール	ボウリング	つり
水泳	スキー・スノーボード	登山・ハイキング
サイクリング	ジョギング・マラソン	器具を使ったトレーニング
他に4種類（2016年調査）		
旅行・行楽		
行楽（日帰り）	国内旅行（泊あり）	海外旅行
趣味・娯楽		
スポーツ観覧	美術鑑賞	演芸・演劇・舞踊鑑賞
映画館での映画鑑賞	映画館以外での映画鑑賞	クラシック音楽（ライブ）
ポピュラー・歌謡曲（ライブ）	音楽鑑賞（媒体による）	楽器の演奏
カラオケ	書道	華道
茶道	和裁・洋裁	編み物・手芸
趣味としての料理・菓子作り	園芸・庭いじり・ガーデニング	日曜大工
絵画・彫刻の制作	写真の撮影・プリント	趣味としての読書
囲碁	将棋	パチンコ
テレビ等ゲーム	他に8種類（2016年調査）	

（資料）総務省統計局「社会生活基本調査」より作成
（注1）1986年と2016年が比較可能な項目のみを示した。
（注2）いずれの項目も個人の自由時間に行ったもの。

ることで家庭内の男女の役割分担の変化をとらえることができる。興味深いデータであり、他の機会にその分析に取り組んでみたいと考える。

（3）1986年とはどんな年だったのか

①　1986年はまだバブル期ではなかった

具体的な分析を行うにあたり、比較の中心となる1986（昭和61）年について振り返っておく。

前年の1985年9月のプラザ合意[6]によって、急激に円高・ドル安が進行した[7]。このような急激な円高によって輸出産業を起点とする不況が懸念され、1986年に日銀は公定歩合の引き下げに動き、名目金利が低下したことがいわゆるバブル経済の引き金となったといわれている。

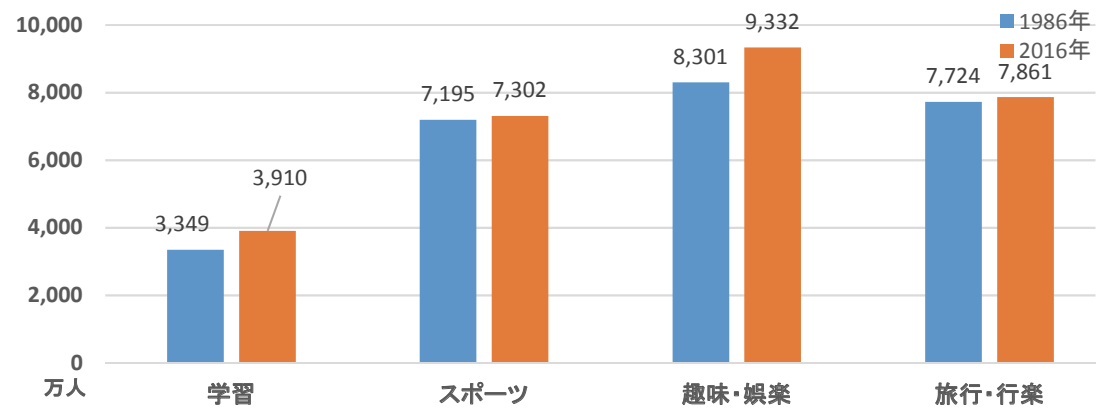
このような動きからすれば、調査が行われた1986年10月は、後のバブル経済の兆候が現れ始めた時期[8]であったとはいえるが、当時は急激な円高による先行きへの不安感が濃く、好況を実感し、これが広く国民の余暇活動に影響を与えるようになったのはもう少し後だったといえる。

②　男性高齢者は軍隊経験者だった

30年を経過すればすべての人は30歳分歳をとるのは自明のことだが、少していねいに確認しておきたい。

1986（昭和61）年時点の高齢者（65歳以上）の生年は、おおむね1921（大正10）年以前。1921年生まれといえば、太平洋戦争が始まった年に徴兵された世代であり、高齢男性のほぼすべて

図表2　行動者数の変化（15歳以上全体）



（資料）総務省統計局「社会生活基本調査」より作成

が軍隊経験者であり、小学校で教育勅語を暗唱した世代でもある。一方、2016年時点の高齢者の生年は1951（昭和26）年以前であり、戦後民主主義の価値観の下で教育を受けた世代が含まれる。いまや、深夜放送でビートルズを聞き、ギターでフォークソングを歌った世代が高齢期に到達しているのである。

同様に、当時の10代後半の世代の生年はおおむね1967～71年であり、2016年時点では40歳代後半、サラリーマンであれば中間管理職世代。同様に20歳代の世代の生年はおおむね1957～66年であり、2016年時点では50歳代、孫がいる者もめずらしくはない年代になっている。

30年間の変化をみる際に、即物的な年齢で区切った年代が比較の有力な指標になることはいうまでもないが、特定の年代が生きてきた歴史、社会環境、それに基づく価値観の相違、すなわち世代の相違にも配意する必要がある所以である。

2. この30年の余暇活動の変化

(1)行動者数の変化

いずれのジャンルの行動者数も増加している（図表2）。しかし、行動者数の増加だけで、この30年で国民の余暇活動が活発化したとはいえない。それは人口変動の影響があるためだ。この30年間で、15歳以上人口は1,492万人（1986年比15.5％）増加している。

また、少子・高齢化が進んだ結果、本稿で分析対象とする15歳以上人口でみても、高齢人口の占める割合は13.4％から31.1％に拡大している。一方、50歳代以下の割合は軒並み縮小している。（図表3）

(2)行動者率の推移

人口増加の影響を排除した行動者率の推移をみると、「趣味・娯楽」と「学習」はあまり大きな変化が見られない。これに対して、「スポーツ」と「旅行・行楽」は、行動者数は増加しているものの、行動者率は下落傾向にあることがわかる。（図表4）

(3)年代別行動者率と行動者の年齢構成の変化

①　年代別行動者率の変化

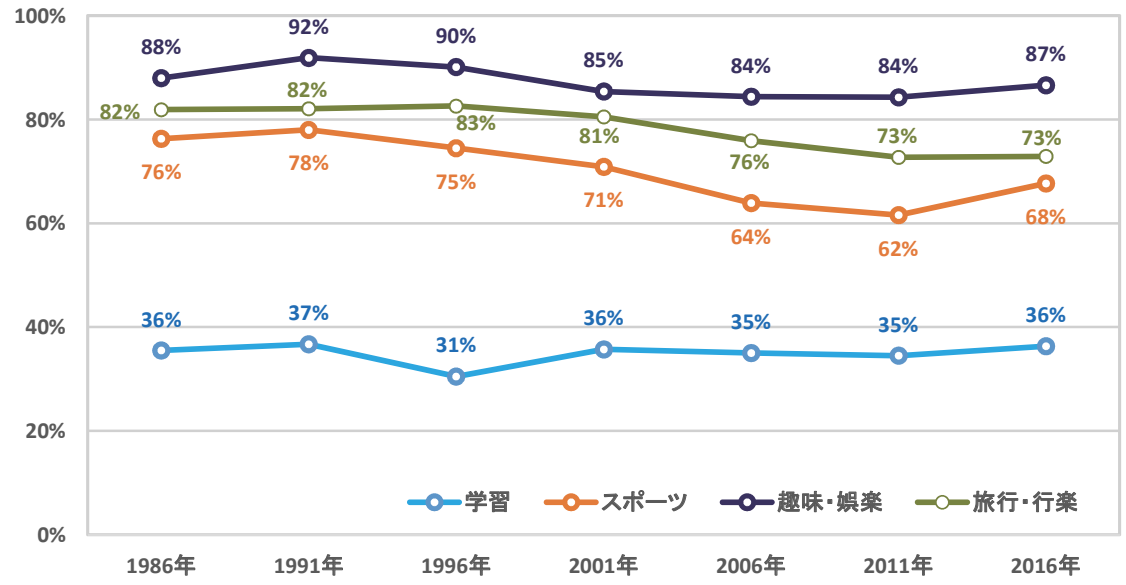
行動者率の変化を年代別にみると、「スポーツ」については若年層の下落が顕著であること、「行楽・旅行」については全世代で行動者率が下落したことがわかる。（図表5）

図表3　15歳以上人口の構造変化

	1986年		2016年		構成比の増減
	万人	構成比	万人	構成比	
総数（15歳以上）	9,624	100.0%	11,116	100.0%	−
15～19歳	951	9.9%	604	5.4%	−4.4
20～24歳	810	8.4%	615	5.5%	−2.9
25～29歳	777	8.1%	639	5.8%	−2.3
30～39歳	1,994	20.7%	1,537	13.8%	−6.9
40～49歳	1,709	17.8%	1,900	17.1%	−0.7
50～59歳	1,524	15.8%	1,545	13.9%	−1.9
60～64歳	573	6.0%	816	7.3%	1.4
65歳以上	1,287	13.4%	3,459	31.1%	17.7

（資料）総務省統計局「毎年10月1日推計人口」より作成

図表4　行動者率の推移



（資料）総務省統計局「社会生活基本調査」より作成

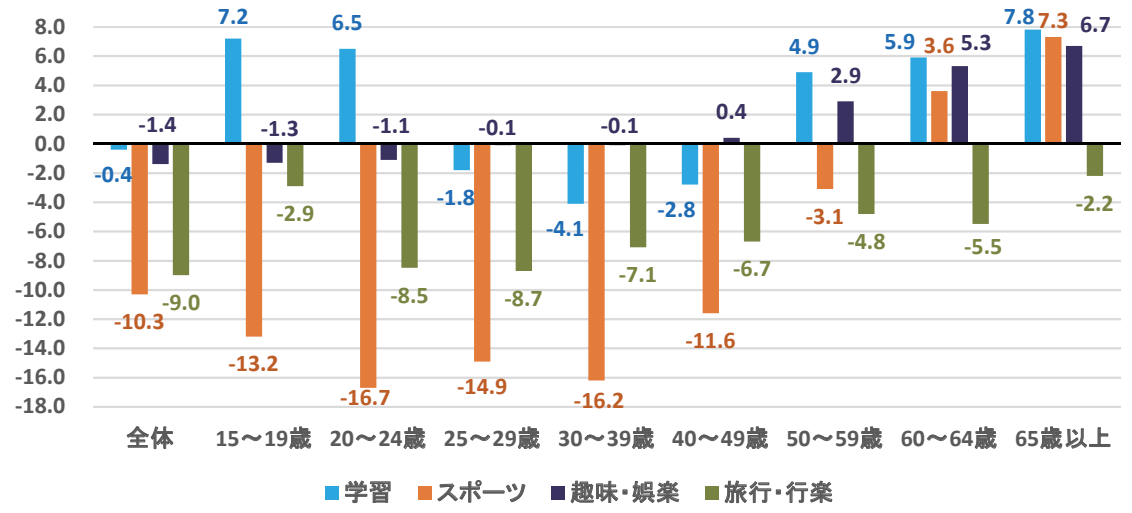
「スポーツ」は、20~30歳代で15ポイント超、10歳代と40歳代で10ポイント超の大幅下落となっているが、65歳以上は7ポイント超ののびをみせている。

「旅行・行楽」は、すべての年代で行動者率が下落している。特に20歳代から40歳代、いうなれば働き盛り・子育て期にあたるすべての年代で5ポイント超の下落を示している。比較的時間に自由がきくと思われる10歳代後半と65歳以上の年代でも小幅ながら下落している。

「趣味・娯楽」は、10歳代から30歳代は微減、40歳代は微増と総じて大きな変化はないが、60歳代以上では5ポイント超の上昇を示している。

「学習」は、10歳代から20歳代前半、50歳代

図表5　年代別行動者率の変化



（資料）総務省統計局「社会生活基本調査」より作成

図表6　行動者の年代構造の変化

	学習			スポーツ			趣味・娯楽			旅行・行楽		
	1986年	2016年	'16−'86	1986年	2016年	'16−'86	1986年	2016年	'16−'86	1986年	2016年	'16−'86
15～24歳	21%	16%	−5.2	22%	13%	−9.6	20%	12%	−7.8	19%	12%	−6.8
25～39歳	35%	23%	−11.8	33%	21%	−11.8	31%	21%	−9.2	32%	22%	−9.2
40～49歳	18%	17%	−1.6	18%	18%	−0.2	18%	18%	−0.0	18%	19%	0.2
50～64歳	19%	22%	2.9	18%	22%	3.5	21%	22%	1.0	21%	22%	0.9
65歳以上	7%	23%	15.8	8%	26%	18.1	10%	26%	16.0	10%	25%	15.0

（資料）総務省統計局「社会生活基本調査」より作成

以上で上昇しており、特に前者の上昇が目を引く。これに対し、20歳代後半から40歳代は軒並み下落している。

②　行動者の年代構造の変化

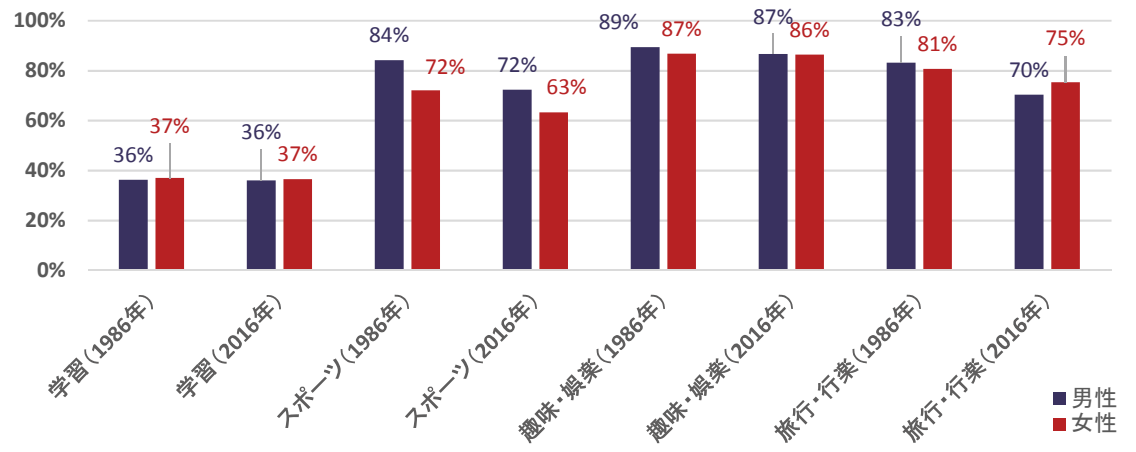
人口構造の変化と行動者率の変化が相まって、行動者に占める高齢者の占める割合が大きくなった(図表6)。若さの象徴ととらえられがちな「スポーツ」の行動者に占める高齢者の割合ののびが最も大きいことは、象徴的な変化といっていいだろう。

(4)行動者率の男女差の変化

ジャンル別にみると、「学習」と「趣味・娯楽」の行動者率は30年間の変化が小さい。これに対して、「スポーツ」、「旅行・行楽」は、特に男性の行動者率の下落が顕著である。(図表7)

男女差の変化に注目すると、「学習」、「趣味・娯楽」、「スポーツ」では男女差は縮小している。「旅行・行楽」では男女差が拡大しているが、これは男性の下落幅が大きいために男女が逆転した結果である。男女差は総じて縮小傾向にあるといっていいだろう。(図表8)

図表7　男女別行動者率の変化



（資料）総務省統計局「社会生活基本調査」より作成

図表8　行動者率の男女差の変化

	学習			スポーツ			趣味・娯楽			旅行・行楽		
	1986年	2016年	男女差の変化	1986年	2016年	男女差の変化	1986年	2016年	男女差の変化	1986年	2016年	男女差の変化
男	36.3%	36.0%		84.2%	72.4%		89.4%	86.7%		83.2%	70.4%	
女	37.0%	36.5%	−0.2	72.1%	63.3%	−3.0	86.8%	86.4%	−2.3	80.7%	75.3%	2.4
男女差	−0.7%	−0.5%		12.1%	9.1%		2.6%	0.3%		2.5%	−4.9%	

（資料）総務省統計局「社会生活基本調査」より作成
（注1）「男女差」は「男性行動者率－女性行動者率」。値が正の場合は男性＞女性、負の場合は女性＞男性。
（注2）赤字は、当該年次の行動者率が高いことを示す。
（注3）「男女差の変化」は、「2016年の男女差（絶対値）－1986年の男女差（絶対値）」で算出。値が正の場合は男女差が拡大、負の場合は縮小したことを示す。

(5)性・年代別行動者率行動者率の変化

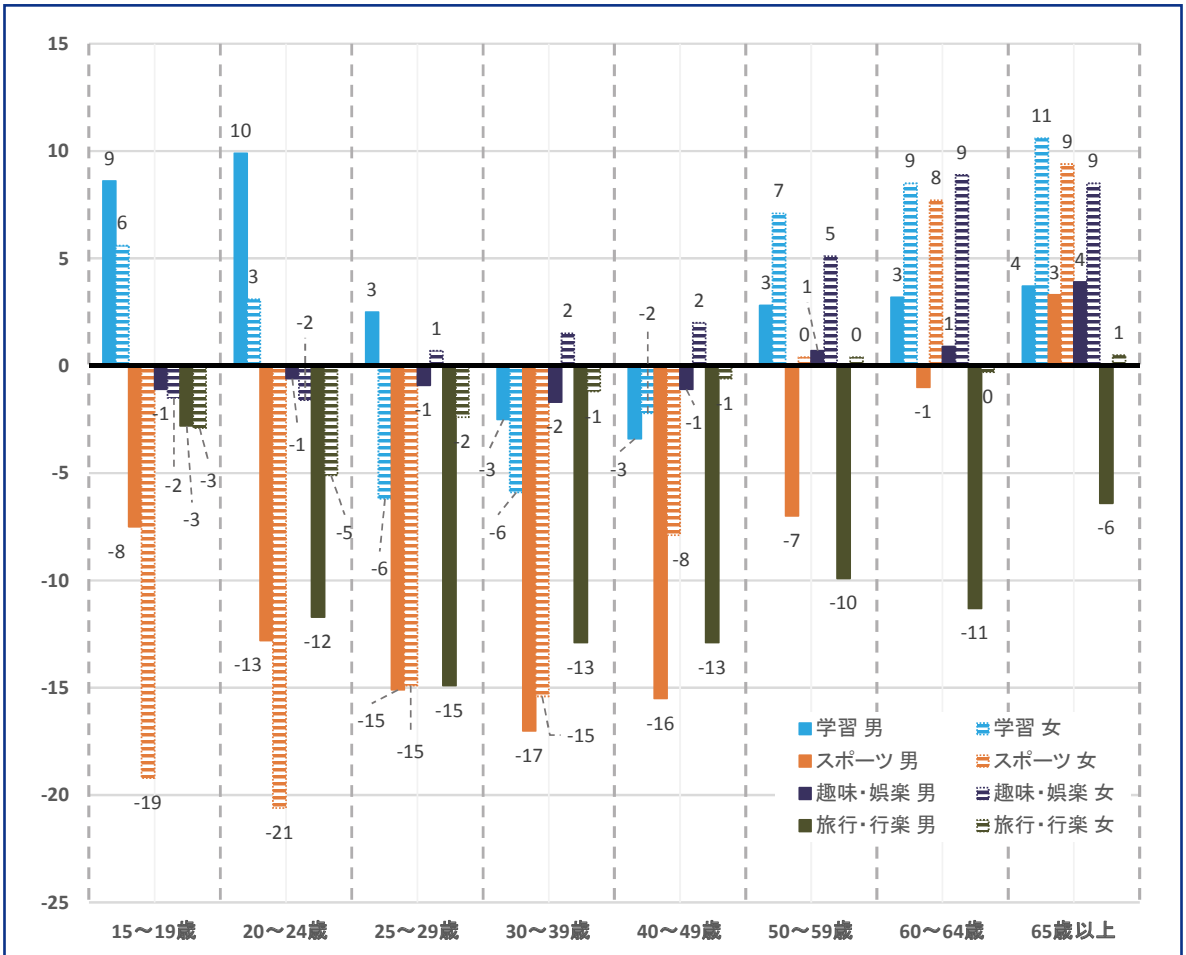
男女ともに、若年層では「スポーツ」離れ、広い年代で「旅行・行楽」離れが進んだことがわかる。（図表9）

「学習」は、10歳代後半の男女、20歳代前半の男性、50歳代以上の女性は5ポイント以上ののびを示している。一方、20歳代後半から30歳代の女性は5ポイント以上下落している。この中でも、65歳以上の女性ののびは11ポイントと最も大きい。また、いずれのジャンルも下落傾向にある20歳代前半以下の年代で「学習」だけが大幅にのびていることは目を引く。

「スポーツ」は、男性については50歳代以下のすべての年代で下落幅が5ポイントを超えており、20歳代から40歳代では10ポイントを上回る下落となっている。同様に女性も、10歳代後半から40歳代に及ぶ幅広い世代で大幅な下落を示している。特に10歳代後半から20歳代前半の下落幅は20ポイント前後と、全ジャンル・世代で最も大きな下落幅となっており、若い女性のスポーツ離れが顕著である。その一方、60歳代以上では、男性の変化は小さいが、女性は10ポイントに迫るのびをみせており、若年層のようなスポーツ離れはみられない。

「趣味・娯楽」は、50歳代以上の女性で5ポイント以上ののびを示している以外、大きな変化

図表9 性・年代別の行動者率の変化



（資料）総務省統計局「社会生活基本調査」より作成

はみられない。

「旅行・行楽」は、男性の下落が顕著であり、20歳代から60歳代前半までの男性では10ポイントを上回る大幅な下落幅を示している。一方、女性では20歳代前半が5ポイント下落を示している以外はおおむね微増・減となっている。

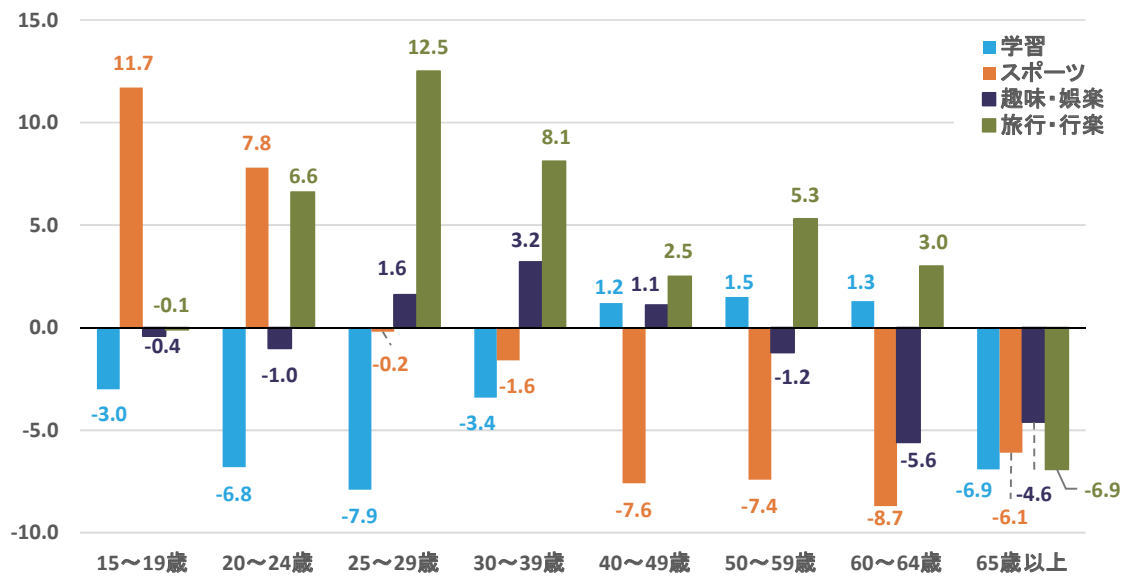
(6)年代別の男女差の変化

「旅行・行楽」は男性、「スポーツ」は女性の下落により男女差が縮小した。（図表10）

各ジャンルの男女差の動向に注目すると、「学習」は、20歳代以下と65歳以上で5ポイント以上の縮小を示している。10歳代前半と20歳代後半の縮小は男性の行動者率ののび、20歳代後半の縮小は女性の行動者率の下落、65歳以上の縮小は女性の行動者率ののびによるものである。なお、その他の年代は微増減の範囲にとどまっている。

「スポーツ」は、20歳代前半以下で5ポイントを超えた拡大、40歳代以上では5ポイントを超えた縮小を示している。20歳代前半以下の拡大は男女とも行動者率が下落傾向にある中で女性の下落が顕著だったこと、40歳代～50歳代の縮小は男性の行動者率の下落が顕著だったこと、60歳代以上の縮小は女性の行動者率ののびが顕著だったことによるものである。

図表10　年代別の男女差の変化



（資料）総務省統計局「社会生活基本調査」より作成
（注）「男女差の変化」は、「2016年の男女差（絶対値）－1986年の男女差（絶対値）」で算出。値が正の場合は男女差が拡大、負の場合は縮小したことを示す。

「趣味・娯楽」は、50歳代以下では大きな変化はない。60歳代以上で縮小を示しているが、これは、女性の行動者率ののびによるものである。

「旅行・行楽」は、20歳代から50歳代で拡大を示しているが、65歳以上では縮小を示している。中でも20歳代、30歳代、50歳代は5ポイントを超えた拡大となっており、20歳代後半は12.5ポイントと特に大きな拡大幅を示している。これらは、男性の行動者率の下落幅が大きいことによるものである。

3. この30年の変化をどうみるか

この30年の変化を要約すれば、第1に高齢者の余暇活動はアクティブ化する一方で、若年層は沈滞化しており、第2に男女差は総じて縮小傾向にある。

余暇活動は、基本的には個人の選択によるものであり、その変化を一つの要因に還元することはできない。また、行動者率や要因行動者数の変化を、人口変動以外の要因がどのように作用した結果なのかを実証することは容易ではない。こういった限界があるということをふまえ、どういった仮説が成り立ちうるかということを最後に考察したい。

（1）若年層の変化をどうみるか

①　若年男性の「学習」行動者率上昇の背景

若年層の変化について、もう少し細かく検討してみたい。

第1に注目されるのが、10歳代後半から20歳代前半の男性だけ、「学習」の行動者率が顕著にのびている点である。図表9に示したように、全般に行動者率が下落している中、「学習」だけが女性を上回るのびをみせている。

この世代の男性の「学習」の細目の変化をみてみると、「外国語」と「商業実務・ビジネス関係」が大幅にのびている。また興味深いのは、

図表11　若年男性の「学習」（細目）行動者率・行動者数の変化

		15～19歳			20～24歳		
		1986年	2016年	'16－'86	1986年	2016年	'16－'86
外国語	行動者率	15%	31%	**16.8**	9%	30%	**20.4**
	行動者数(千人)	707	969	**262**	379	929	**550**
商業実務・ビジネス関係	行動者率	2%	20%	**17.4**	10%	31%	**20.9**
	行動者数(千人)	116	610	**494**	400	962	**562**
家政・家事	行動者率	0%	10%	**9.5**	0%	12%	**11.4**
	行動者数(千人)	14	302	**288**	17	370	**353**
芸術・文化	行動者率	6%	14%	**8.1**	5%	12%	**6.9**
	行動者数(千人)	281	430	**149**	221	385	**164**

（資料）総務省統計局「社会生活基本調査」より作成
（注）両年度で比較可能な項目のみ掲載した。

1986年にはほぼ0％と低かった「家政・家事」の行動者率が、10％前後にのびていることである。（図表11）

「外国語」や「商業実務・ビジネス関係」ののびについては、昨今の就職に対する学生と企業の意識の変化が影響していると考えられる。かつての大学生、特に文科系の学生は、大学に入学した後にさらに勉強をするという意識は薄かった。少なくとも文科系出身の筆者やその周辺はそうだった。一方、採用する企業も実務は入社してから鍛えればいいという考え方が支配的だったように思う。ところが今日では、企業は即戦力を期待し、学生はTOEICやTOEFLの点数、簿記や情報処理資格といったビジネスに関連する資格を就職活動の武器にしようと考える。こうした変化が行動者率に反映されているのではないだろうか。

もう一つの変化である、「家政・家事」の行動者率ののびには、学生の就職活動をにらんだ資格志向も含まれているかもしれないが、「家事は女性が行うもの」といった意識は、現在の若年層では薄れているようだ。こうした変化の是非は読者の判断にゆだねたい。

②若年者の「スポーツ」行動者率下落の背景

第2に注目されるのが、若年層の「スポーツ」行動者率の顕著な下落である。図表9で示したように、特に女性の下落が顕著であり、男性の下落幅も大きい。そこで、「スポーツ」の種目の行動者率の変化を男女別にみてみよう。

15～39歳の女性の場合、行動者率の下落幅が26ポイントと最も大きいのが「水泳」、次いで「テニス」、「ボウリング」、「バレーボール」が、ほぼ同水準の下落幅を示している。一方、「器具を使ったトレーニング」が8ポイントののびをみせている（図表12）。

15～39歳の男性の場合、女性と同じく「水泳」の下落幅が34ポイントと最も大きい。若年層の男女を合計すれば、水泳の行動者数はこの30年間で1,354万人減少したことになる。次いで、「ソフトボール」、「野球」、「ボウリング」が20ポイント以上の下落幅、「ゴルフ」、「テニス」、「つり」、「バレーボール」、「スキー・スノーボード」がほぼ同程度の下落幅を示している。一方、「サッカー」、「器具を使ったトレーニング」が7ポイントののびを示している。「器具を使ったトレーニング」は、男女ともに同程度ののびとなって

図表12　若年女性の「スポーツ」（種目）行動者率・行動者数の変化

	行動者率					行動者数
	15～39歳	15～19歳	20～24歳	25～29歳	30～39歳	15～39歳（万人）
水泳	−26	−39	−35	−26	−16	−576
テニス	−14	−19	−32	−17	−4	−321
ボウリング	−14	−26	−29	−11	−4	−321
バレーボール	−14	−32	−8	−6	−11	−308
バドミントン	−10	−13	−8	−6	−10	−213
ソフトボール	−10	−16	−11	−6	−7	−213
器具を使ったトレーニング	8	3	8	10	9	176

（資料）総務省統計局「社会生活基本調査」より作成
（注）1986年と2016年で比較可能な種目のうち、15～39歳の行動者率の下落幅が10ポイント以上の種目と5ポイント以上のびた種目を掲載。

図表13　若年男性の「スポーツ」（種目）行動者率・行動者数の変化変化

	行動者率					行動者数
	15～39歳	15～19歳	20～24歳	25～29歳	30～39歳	15～39歳（万人）
水泳	−34	−38	−40	−34	−31	−778
ソフトボール	−31	−30	−30	−29	−32	−693
野球	−26	−25	−27	−29	−26	−598
ボウリング	−20	−18	−27	−24	−16	−448
ゴルフ	−13	−6	−10	−18	−16	−296
テニス	−13	−7	−23	−22	−8	−292
つり	−12	−8	−3	−11	−18	−276
バレーボール	−12	−24	−9	−9	−8	−264
スキー・スノーボード	−11	−7	−14	−20	−8	−250
サッカー	7	−7	12	10	10	93
器具を使ったトレーニング	7	1	6	9	11	167

（資料）総務省統計局「社会生活基本調査」より作成
（注1）1986年と2016年で比較可能な種目のうち、15～39歳の行動者率の下落幅が10ポイント以上の種目と5ポイント以上のびた種目を掲載
（注2）「野球」にはキャッチボールを、「ゴルフ」には練習場での練習を、「サッカー」にはフットサルを含む。なお、「スキー・スノーボード」は、1986年調査では「スキー」であった。

いる（図表13）。

男女を通じて、余暇活動のスポーツ離れ傾向がうかがえる結果であるが、種目ごとの行動者率の変動からだけでは、要因はもとより、若年層で何ゆえにこうした変化が生じているのかさえ解釈しにくいというのが筆者の正直な印象である。

そういう中で、以下の点を指摘しておきたい。

第1に、若年層、とりわけ10歳代後半のスポーツ離れは、今後のスポーツ産業に危機的な影響を及ぼすおそれがあることである。一般論として、全く経験のないスポーツを中年期以降に始める可能性は低い。また、球技はルールが複雑であるため、経験の有無が関心の強弱に影響す

る面があり、将来の観戦人口の減少に結び付く懸念がある。

第2に、スポーツを行う目的意識の変化である。男女を通じて行動者率が最ものびたのは「器具を使ったトレーニング」である。「器具を使ったとレーニング」には、ダンベルなど簡単な器具を使って自宅できるものから、ジムで行うマシントレーニングまでを含んでいる。おそらく、この30年間で民間スポーツクラブが急速に普及したことを勘案すれば、後者の行動者率ののびが著しいとみられる。「器具を使ったトレーニング」を競技として行う者はごく少数であり、体力維持や健康維持を目的としているものと想像される。スポーツを行う目的意識の変化、すなわち競技から体力・健康維持へという意識の変化があるように思われる。

一方で、男女ともに最も下落幅が大きかったのが「水泳」である。民間スポーツクラブの普及はインフラ面では「水泳」の行動者率を引き上げる方向に作用しているはずである[(9)]。そうなると、下落の要因は何か。残念ながら、筆者は確たる見解をもつには至らなかったが、気になることがある。

多くの国民にとってのスポーツとの出会いは、学校の体育の授業やスポーツ系クラブ活動だ。教員はすべての生徒を公平かつ平等に接しなければならないことはいうまでもないが、数学の教員が数学に興味をもって学ぶ生徒を、社会科の教員が歴史に関心をもって学ぶ生徒をのばしてやろうと思うのは自然なことであって、スポーツ(体育)も例外ではない。また、スポーツ(体育)であれ、国語であれ、少数のできる児童・生徒は周囲から一目おかれる。これらのことは、おそらく30年前も現在もあまり変わらないだろう。しかし、30年前の若年層は、それほど得意ではない者や苦手な者も余暇活動としてスポーツを選んだのに対し、現在の若年層は選ばなくなった。これが行動者率下落の背景ではないだろうか。

スポーツの将来を考えれば、若年層のスポーツ離れに対して何らかの対応が必要なことはいうまでもない。その際、年長者がとかく陥りがちなのが、「今の若い者は…」という負の世代論である。自戒の念をこめていえば、スポーツに限らず、自分の中の若者像を基準にして現在を生きる若年層を論じていては、建設的な発想は生まれないだろう。

(2)高齢者の変化をどう考えるか

第1に考えられるのが、高齢者の経済状況の変化である。

1986年当時の高齢者は2016年の高齢者と比較して自営業者が多く、その年金は国民年金に限られる。また、救済措置としてもうけられた老齢福祉年金受給者も少なからず存在していた[(10)]。その後、年金保険料納付期間の延伸と現役時の被雇用者化による厚生年金加入者の増加により、高齢者の年金受給水準が向上し、経済的に余裕のある高齢者が増加した。もちろん、現在の年金受給水準が十分なものか否かについては論争的であるが、かつての高齢者とは経済事情が大きく異なることは否定できない。

このことに関連して、独居または高齢者のみの世帯も増加した。国勢調査によれば、1985年には高齢者のいる世帯に占める単独世帯の割合は8%、夫婦のみ世帯の占める割合は22%であった。これが2015年には、単独世帯が19%、夫婦のみ世帯が37%に増加している。もちろん、単独・高齢者のみ世帯で生活するに至った事情は様々であるが、年金受給水準の向上によって、経済的な事情で子との同居を余儀なくされる確率は低下したと考えてもいいだろう。

第2に考えられるのが、自営業者の減少である。

国勢調査によれば、就業している高齢者に占める被雇用者の割合は、1985年では24％だったのに対して、2015年には47％に拡大している。自営業者の減少、現役時の就業者の被雇用者化の結果である。自営業者であれば、高齢期を迎えても健康と気力がある限りは細々とでも仕事を継続できる場合が多い。一方、現役時代をサラリーマンとして過ごした者は定年を迎えて仕事を辞める場合も多い。そうなれば、年金受給水準の向上も相まって、就労することなく余暇活動を行う者の率が増加すると考えられる。

第3に考えられるのが、高齢者の心身状況の若返りである。

日本老年学会と日本老年医学会が共同で検討した報告書[11]によれば、「近年の高齢者の死亡率・受療率、身体的老化、歯の老化、心理的老化など、心身の老化現象の出現に関する種々のデータの経年的変化を検討した。その結果、現在の高齢者においては10～20年前と比較して加齢に伴う身体・心理機能の変化の出現が5～10年遅延しており『若返り』現象がみられている。」と結論付けている。これをふまえ、「75歳以上を高齢者の新たな定義とすることを提案する。」としている[12]。同じ65歳であっても、1985年と2016年では、身体・心理的には異なっているということが示唆されている。

高齢者の場合、これから住宅ローンを組んで住宅を購入する、最先端の消費財に飛びつく、最先端のファッションを追いかけるという者は少ない。また、人生の終局であるゆえに所得や資産の格差があらゆる世代の中でもっとも大きく、すべての者が消費性向の高い消費者でないことはいうまでもない。しかし、国内消費市場に占める高齢者人口の割合は着実に増加する。また、これまでみてきたように高齢者自体が変化しており、これからも変化し続けていくだろう。こういった高齢者の変化に社会は、企業は、行政は、的確に対応できているのだろうか。もしも現役世代が、経験的に感得した高齢者像にとらわれて、今を生きる高齢者が求めるものを見逃しているならば、高齢者にとっても、現役世代にとっても、不幸なことである。

注

(1) 1991（平成2）年調査までは15歳以上。このため本稿では、15歳以上のデータを分析対象とする。

(2) 2015年国民生活時間調査（NHK放送文化研究所）は、有効回収数7,882人（回収率62.2％）。

(3) 自由時間に行われた活動と定義しているため、学校や学習塾・予備校での学習、業務として行われた研修、学校の授業として行われるスポーツ、業務のための出張は含まれない。一方、学校の課外クラブ活動や職場の業務外のサークル活動等は含まれる。

(4) 行動者率に人口を乗じて推計。

(5) 1986年調査では19種類。

(6) 先進5か国（G5）蔵相・中央銀行総裁会議による協調的なドル安政策を図る合意。当時、インフレ抑制をめざした米国の高金利政策で投機的資金が米国に流入したためドル高基調となった。この結果、米国の輸出産業が不振におちいった。これを放置すればドルの信用が不安定化し、国際金融秩序が崩壊しかねないという懸念がひろがり、主要国が協調的なドル安政策をとることになった。

(7) プラザ合意前は1ドル230円台だった為替レートが、1年後には150円台にまで円高が進んだ。

(8) 電電公社の民営化によって上場されたNTT株が短期間のうちに売り出し価格の3倍の株価をつけ、東京都心の商業地価が高騰し始めたのがこの年である。

(9) 水泳プールは設備投資額が大きいうえに、屋外プールは稼働期間が夏季に限定され、屋内プールは光熱費の運営コストが大きい。このため民間スポーツクラブでは採算面から、プールを整備しない傾向が近年強くなっている。また、公立小中学校でも、ランニングコスト負担からプールを設置せず、拠点校への集約や民間スポーツ施設を利用する動きもみられる。

(10) 国民年金制度の創設によってわが国が国民皆年金制度を確立したのは1961年4月。その時点で50歳以上（1911（明治44）年4月1日以前出生者／1986年時点で75歳以上）の者は国民年金加入資格がなかったため、救済措置として、給付開始を70歳とする国庫負担による老齢福祉年金制度が創設された。2018年3月時点の平均給付額は月額3万3千円、受給権者は663人。

(11) 日本老年学会・日本老年医学会「高齢者に関する定義検討ワーキンググループ報告書」（2017年3月）

(12) これに対して、テレビのワイドショーのコメンテーターの中には、「年金の受給開始年齢引き上げによる社会保障費の削減をねらったもの」といったうがった発言もみられた。筆者がみる限り、報告書の検証は実証的なものであり、こういったコメントは報告書の内容を吟味した上での見解なのか、疑問なしとはしない。

みずほ情報総研レポート　vol.19　2020年3月31日 発行

発行：みずほ情報総研株式会社　コンサルティング事業推進部
〒101-8443　東京都千代田区神田錦町2-3
info@mizuho-ir.co.jp　電話：03-5281-5301
http://www.mizuho-ir.co.jp/

Copyright © 2020 Mizuho Information & Research Institute, Inc. All rights reserved.
無断転載を禁ず。本誌に掲載の記事・写真・図表などは、著作権法によって保護されており、
無断で転用・転載・複製することはできません。

みずほ情報総研レポート

MIZUHO みずほ情報総研株式会社