



◆ 寄稿 「エネルギーシステムとイノベーション」

荻本 和彦 様

東京大学 生産技術研究所 特任教授 エネルギーシステムインテグレーション研究部門

目次

I センター情報

1. 分科会活動報告:スマートフードシステム分科会
2. 「システム構築のための数理モデリング講習会」開催日再変更

II 活動報告

1. 会合報告
2. 会合予定

III コラム:「緊急事態宣言」延長について 木村英紀(SIC 副センター長)

IV 正会員一覧

◆ 寄稿 「エネルギーシステムとイノベーション」

荻本 和彦 様

東京大学 生産技術研究所 特任教授 エネルギーシステムインテグレーション研究部門

1. はじめに

新型コロナウイルスの猛威が全世界の社会・経済活動に大きな打撃を与え続けている。人類の発展に伴う地球環境への影響への対応が大きな時代の要請になる中、近年の自然災害や今まさに渦中にある疫病の蔓延を含めた不確実な環境の中で、我々はその将来をより確実かつ安定なものにできるか、知恵を絞り努力を重ねる必要がある。

エネルギー需給においては一次エネルギー供給の大きな割合を化石燃料が占めている。これに対して、一次エネルギー供給を低炭素排出の再生可能エネルギーなどにより代替し、需要側では化石資源の燃焼利用を削減するための電化を加速させ、それらに伴う諸課題の解決が必要と考えられている⁽¹⁾。本稿では、エネルギーシステムの今後の変化と、安定性、経済性、環境性そして安全性(3E+S)を確保するための多軸的取り組み、そのためのシステムイノベーションの役割について述べる。

2. エネルギーシステムの変化

第一の変化は、電化である。

電化は古くて新しいエネルギー利用の変化である。これまで、家庭、業務、産業、運輸の様々な分野において、利便性、経済性などの視点で電化が進められてきた。これに加え、現在は、エネルギー部門の低炭素化のために、再生可能エネルギーや原子力の発電による一次エネルギー供給の有効活用と、需要側での化石資源の燃焼を避け、一次エネルギーの消費量を低減するという視点で、一層の電化が進められている。

これから電化が進展する分野としては、ヒートポンプや電磁加熱を始めとする家庭・業務・産業における様々な温度帯での温熱供給や、バッテリー技術の発達を背景とした電気自動車を始めとする運輸分野である。産業の多様なエネルギー用途や運輸のうち長距離トラック・航空・船舶など、さらにハードルの高い分野の電化も期待されている。

第二の変化は、再生可能エネルギー発電の大量導入である。

太陽からの放射や地球の熱や運動を起源とする再生可能エネルギーのうち、太陽光発電、風力発電は、多くの国・地域でほぼ共通して大きな導入量が期待される。しかし、出力が時間や天気により大きく変動するこれらの発電技術の大量導入が進むと、出力の変動性と不確実性が増加し、これまでの出力を調整できる火力発電や揚水発電などによる電力システムの安定で経済的な運用が難しくなる。

第三の変化は、分散型資源の大量導入である。

発電側で導入が進む太陽光発電や風力発電は、数kWのルーフトップPVをはじめとし、配電網あるいは低圧の送電線に接続される多数の比較的小容量の設備であることが多い。需要側では、ヒートポンプ式の空調・給湯に加え、EV充電器、定置式バッテリーなど、新たなニーズに対応した多様な小容量の技術が導入される。

これらの容量が小さく分散して配置される分散型資源のうち、太陽光発電や風力発電は、本来可能な発電出力の範囲内で、有効電力を調整することができる。需要側の分散型資源は、電気の利用をタイムシフトし、さらには使用量を細かく調整することもできる。このような分散型資源による有効電力の調整に無効電力を加えた様々な調整の機能は、発電側は発電量の減少、需要側は電力の使用ニーズの一部の制限を伴うが、送配電網の電圧の逸脱や過負荷の回避や需給バランス維持のための周波数制御など、電力システムの運用に様々な付加価値を提供することができる⁽ⁱⁱ⁾。(図1) 分散型資源は、自端で検出する電圧や周波数に基づく自律制御、あるいはシステム全体の最適化にもとづく遠隔の管理・制御により実施される。このような分散型資源の調整力の積極的な活用を、分散型資源の能動化と呼ぶ。また、分散型資源としての電源は、従来の火力、原子力発電などの集中型電源の場合のように個別の設備事故が電力システム全体の需給に大きな影響を与えないという利点を持つ。

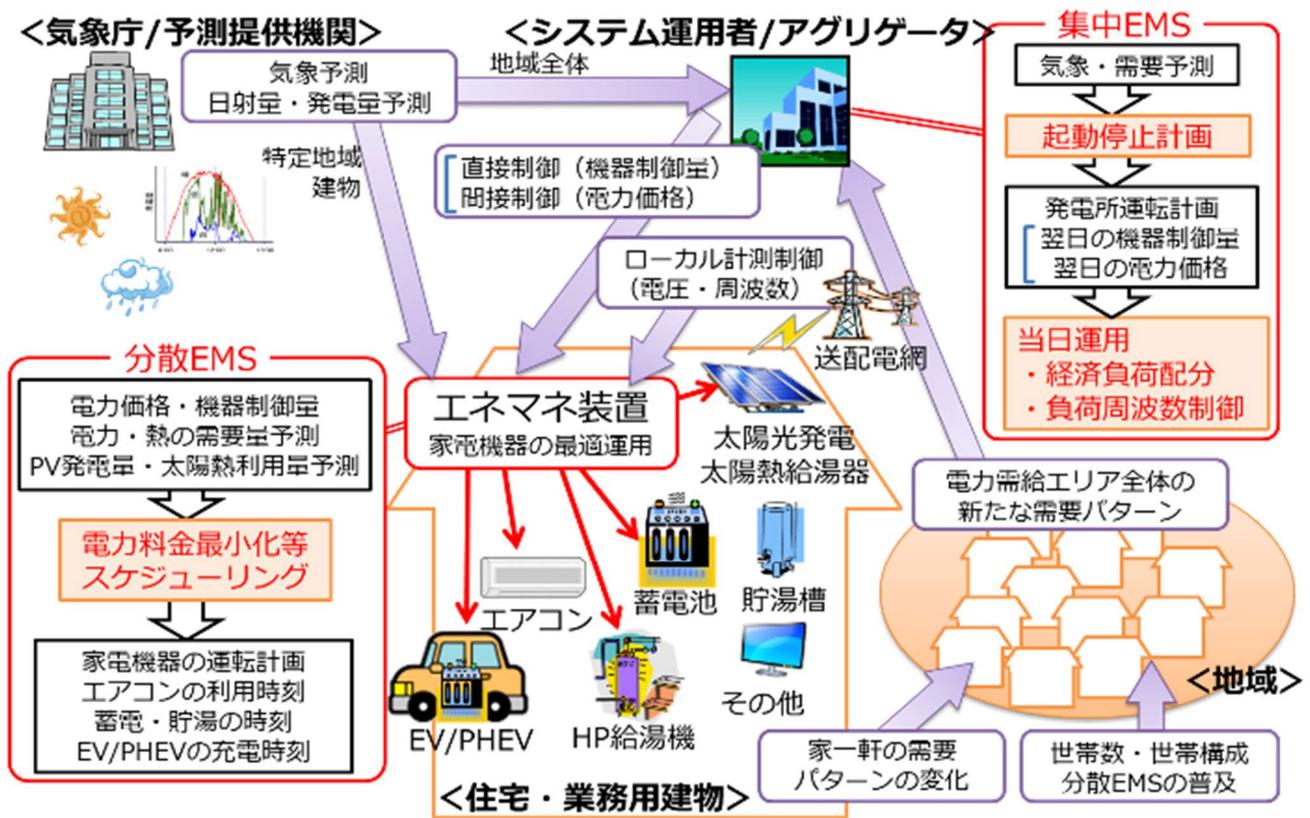


図1 分散型資源の能動化(荻本研究室)

しかし、ユニット数が1000のオーダーである集中型電源よりはるかに数が多く、100万台あるいは1000万台に上る分散型資源が導入される状況では、それらの利用が電力システムの運用に貢献し、悪い影響を与えないようにすることは、数をはるかに少ない集中型の設備のみの場合と大きく異なる新たな管理・制御体系を確立する事が必要となる。

3. 多軸的な取り組み

新たな電力・エネルギーシステムへの移行には、これまでに挙げた変化を実現しそれに伴う可能性を最大限活用し諸課題を克服し、安定性、経済性、環境性そして安全性(3E+S)を確保することが必要である。これを遅滞なく進めるためには、複数の軸による並行した取り組みが必要となる。

第一の軸は、エネルギー全体の視点に基づく戦略策定である。

将来の電力システムに関しては、電力分野の専門家により電力システムを中心にした議論が行われることが多い。しかし、大幅な電化のもとでの再エネと分散型資源の大量導入に対する課題解決では、電力システムはエネルギーシステムそして社会全体とより密接に関係する。このため、エネルギーシステムの将来を考えるためには、エネルギーシステム全体、電力システムおよび各分野の専門家を加え、エネルギー全体からの総合的な視点にもとづく議論が必須である。

そして、次に述べる第二の軸である安定供給のもとで、近頃しばしば議論される「再生可能エネルギー100%」について、これを、どのような手段を講じて、どのような段階を経て、どこまで実現するかについて、俯瞰的な道筋としての戦略策定は喫緊の課題である。

エネルギー戦略の策定は、概念的な検討に留まらず、定量的な検討が必要である。図2に示すような、多様な要素を包含したエネルギー全体と時間粒度の高い分析の必要な電力分野の検討を連携して行うことで、より広い課題に対しより有利な対応策を備えた、より優れた戦略の策定につながる。また、戦略に続く具体的な設備形成、新たな技術や制度の価値評価、制度設計、ビジネス開発などには、より精度の高い検討を組み合わせることが必要である。

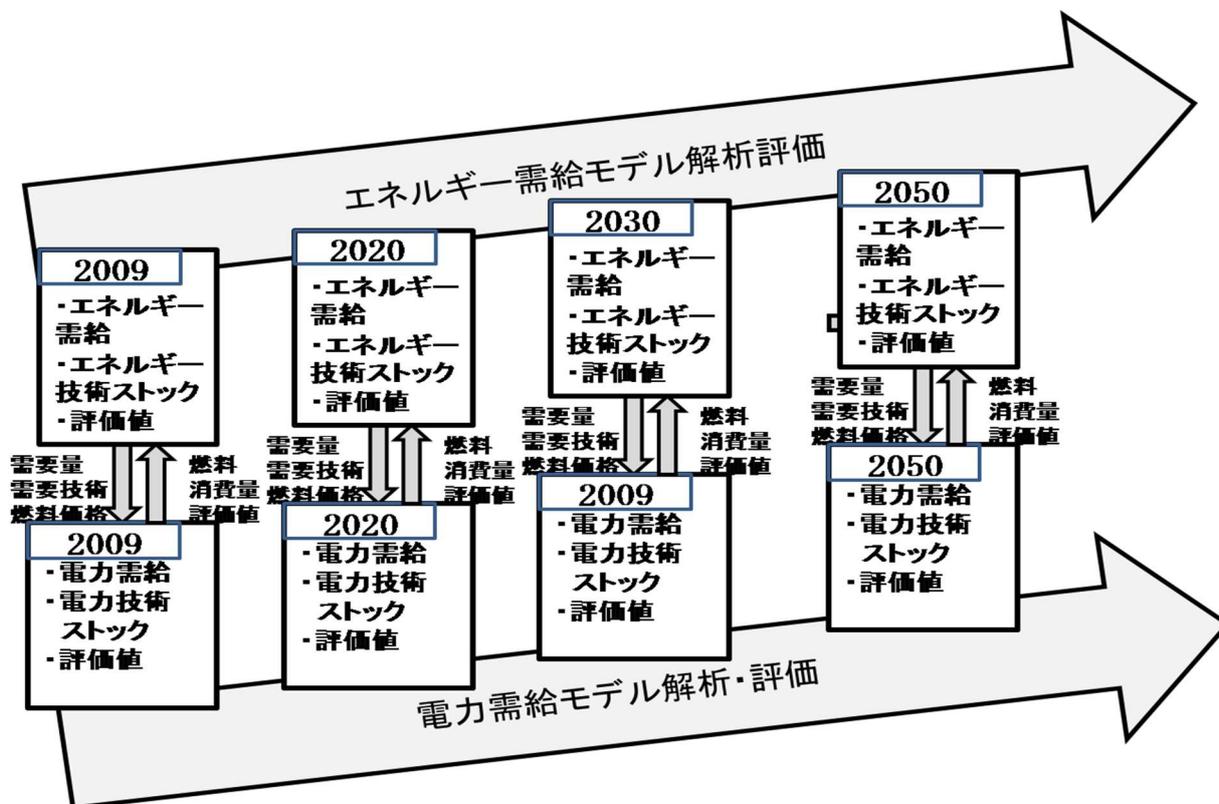


図2 エネルギーと電力の連携解析ⁱⁱⁱ

第二の軸はネットワークの視点である。

供給そして需要に着目しがちなエネルギー問題であるが、電力は送配電網、ガスは導管網により供給と需要が結ばれる。大きなネットワークを形成することで、再生可能エネルギー発電や需要の地点による変動をならすことができる。また、ネットワーク内の貯蔵設備を活用することで、時間的なならし効果が得られる。ネットワークは、分散電源や新たな電化による需要を支え、それらからの様々な調整力の提供を可能にするためのインフラとして、需要や供給の増減に応じた適切な拡充あるいは縮小の設備形成を計画することが重要である。

第三の軸は、安定供給である。

再生可能エネルギーの導入増加による変動性と不確実性の増加と、貯蔵が難しい電力のエネルギー需給における割合の増加に伴い、ネットワークを含むシステム運用は難しくなり、事故・災害による停電や悪天候や紛争にともなう恒常的な供給不足などの可能性が高まり、社会・経済への影響は大きくなる。このため、最近しばしばレジリエンスとも呼ばれるエネルギーの安定供給の確保は、これまで以上に大きな課題となる。

あらゆるものがデジタル的に管理、運営される時代になり機能性は向上する、専用線を使用できる集中型電源でもハッキングなどの問題が報告されるなど、無数の分散型資源の情報と管理・制御データを様々な主体が共有する段階では、情報セキュリティの確保はより重要な課題となる。

エネルギーならではの視点では、大規模停電や供給途絶などの最悪の状態を回避するために、需給運用の継続性が重要である。システム異常時の自律的な運転機能、冗長性のある運用と設備形成など、狭い意味での最適化に陥らない頑健性の確保が必要である。

第四の軸は、分散型資源および多様な技術の管理と活用である。

規制下の従来型の電力・エネルギーシステムでは、限られた数の事業者が限られた数の大規模設備を設置し、運営していた。これに対し今日では自由化で参入した多数の所有者が無数の小規模の分散型資源を運営する。このため、一旦設置された分散型資源を改修することは難しいため、将来必要となる機能はあらかじめ備えておくことが必要となる。これを実現するためのルールはグリッドコードなどと呼ばれ、欧米でその制定、運用が先行している。グリッドコードは、設備の導入普及と使用期間を考えると、10～20年先までの設備の運用と維持・管理に有用な内容であることがこれからの分散型資源の導入と運用には不可欠である。

第五の軸は、制度と規制の新たな役割である。

1980年代の英国で始められた自由化の流れは市場化として全世界に広まった。エネルギー分野においては電力、ガスが自由化されている。自由化された市場では、卸市場価格などの価格シグナルが、毎日の取引や運用を最適化し、さらに長期の設備投資を牽引する。このため、市場制度は短期、長期の価値を適切に反映できることが極めて重要である。欧米を含め現在の卸電力市場では、再生可能エネルギーの大量導入により、市場価格が低下し、ゼロあるいは負の値も出ている。市場を取り巻く環境の変化に応じて、さらには将来のニーズを予測して、遅滞なく諸制度を改善することが求められる^(iv)。

また、エネルギー分野の大きな変化の中で、市場メカニズムのみでは長期の設備形成を牽引できない状況が顕在化した。また自由化のもとでは事業者は技術開発など長期の投資は難しい、このため、必要な発電能力を確保するための容量メカニズムや先に述べたグリッドコードなど、規制機関には、将来の変化を見据えた非市場の施策の役割が重要になる^(v)。

4. システムイノベーション

エネルギーシステムにおけるこれからの変化と、それに対する多軸的な取り組みについて述べた。また、これまで述べた主に技術的な変化や物理的な課題に対し、エネルギー部門の市場化の中で、市場価格を通じた需要と供給の反応には、人間の意思決定、行動の不確実性の課題も存在する。

エネルギーという大規模システムにおけるこれらの変動性、不確実性、多様性、管理・制御の対象数の拡大の中で、毎日のシステムを効率的、効果的に運営し、戦略的な設備形成を実現するためには、人と機械の、それぞれの特性を活かした分担と協業が必要になる。機械は、定常的および一定のダイナミクスのもとで、一定の確実な意思決定が期待される。人は、適切な情報収集とその判断結果を適切に反映する枠組みの用意があれば、前例の乏しい状況に柔軟に対応することができると考えられる。

米国の独立システム運用者(ISO)の電力市場運営と電力システム運用で用いられる非線形の混合整数計画などの各種の最適化手法を駆使した運用システムは、機械と人間の高度な協業の例である。機械は、数千の大規模発電所と数千万の需要を、数千の送電の運用と数千の地点別価格によって結びつける。近年では、比較的小規模の太陽光発電や風力発電、さらには需要側の蓄電池など無数の設備の管理・制御の取り込みも始められている。また、このような小規模で無数の分散型資源に対しては、住宅や業務用建物のエネルギーマネジメントやEV充電管理に代表されるような、アグリゲータによるプラットフォームによる個別の管理・制御、ISOのシステムとの連携も始められている。Internet of Things、すなわちネットワークに接続された「実物」の大規模な世界が展開しつつある。

今後のエネルギーシステムの変化とそこでの多軸的な取り組みにより課題を解決し可能性を追求するために、システムイノベーションが果たす役割は大きい。システムイノベーションの究極的な到達点の一つは、通常時はより大きな対象を集中的に運用することで効率性を追求し、災害発生などの異常時にはそれぞれの需要あるいは需要群がエネルギー需給を自律的に維持してロバスト性を持つという、集中/分散のシステムが冗長性を持って協調するシステム、そしてそのシステムを継続的に改善できる仕組みを内包することと考えられる。

5. まとめ

エネルギーシステムは、エジソンによるニューヨークでの直流配電から始まり、欧州全体、あるいは北米全体を覆う電力システムへの拡大、さらには電力システムとガスシステム、それぞれのシステムの社会システムや個別の新たなサービスへの連携など、その地理的範囲と含まれる要素の規模や多様性から、世界最大のシステムである。エネルギーシステムは、生活と様々な社会・経済活動を支えるインフラとして新たな技術と目標のもとでこれから大きく変化する。今回触れなかったが、さらに先の変化として、「交流電力システムの質的变化」と「大規模エネルギー貯蔵の必要性和新たな二次エネルギー」への対応も必要である。

この大変革の時代、これまで蓄積された設備を維持運営しつつ、かつ技術、制度の両分野でこの変化を受け身ではなくリードしてゆくためには、エネルギーシステムの要素にとどまらずシステム自体のイノベーションが課題解決の鍵となる。コロナ禍による非日常を、新しい発想と行動のためのチャンスとしたい。

文献

- (i) 荻本和彦: 低炭素社会における電力システム, IEEJ 雑誌 Vol.129 .No.1 特集解説, pp16-19 (2009)
- (ii) 荻本和彦, 岩船由美子, 片岡和人, 池上貴志, 八木田克英, 電力需給調整力向上に向けた集中・分散エネルギーマネジメントの協調モデル_荻本_IEEJ B 部門大会, I-16 (2011)
- (iii) 荻本和彦, 赤井誠, 近藤康彦, 末広 茂, 黒沢厚志: 電力需給計画モデルとエネルギー計画モデルの連携による長期電力需給解析, JSER 研究発表会講演論文集 15-4 (2009)
- (iv) IEA: Re-powering Markets (2016)
邦訳 https://www.nedo.go.jp/library/repowering_markets.html
- (v) 荻本和彦, 占部千由; グリッドコードの意義と取り組み, 太陽エネルギー学会 学会誌, Vol.46.No1, pp7(2020)

著者プロフィール

荻本 和彦 (おぎもと かずひこ)

東京大学 生産技術研究所 特任教授 エネルギーシステムインテグレーション研究部門

1979年東京大学工学部卒業, 電源開発株式会社入社。2008年より現職。

エネルギーインテグレーションとしてエネルギー技術戦略、物質・エネルギー需給解析・評価、動的エネルギー需給解析・評価、集中/分散のエネルギーマネジメントと再生可能エネルギー導入、エネルギーシステムの診断・評価とリスクアセスメントなどを研究、博士(工学)。

(2020年4月28日 原稿受領)

I センター情報

1. 分科会活動報告：スマートフードシステム分科会

主査 澁澤 栄(東京農工大学大学院教授・農学研究院)

① 分科会概要

本分科会は、環境、サステナビリティ、およびガバナンスを十分に考慮した新たなフードチェーン構築の可能性を模索し、必要な政策的提言を行うことを目的とする。分科会は、以下の組織より選出された委員による委員会形式をとり、この委員会における討議、有識者を招いての講演会等の分科会活動を通じて、上記の目的に関わる議論を続けてきた。

委員一覧：物流コンサルタント業、公的試験研究機関、IT サービス業、通信・IT サービス業、公益団体、大学

② 活動履歴

- 2019年7月3日 第1回分科会(東京農工大府中キャンパス)
- 2019年11月13日 第2回分科会および講演会(東京農工大府中キャンパス)
- 2019年11月25日 勉強会 東京農工大学大学院講義聴講を公開
- 2019年12月13日 第3回分科会および講演会(東京農工大府中キャンパス)
- 2020年1月23日 第4回分科会(東京農工大府中キャンパス)
- 2020年2月6日 政策提言概要を農水省担当部局に提供
- 2020年3月16日 第5回分科会(東京農工大府中キャンパス)
- 2020年4月22日 政策提言書を内閣官房に提供

③ 政策提言

上記の分科会活動を通じ、下記7件の政策提言を取りまとめるに至った。

- (1) スマートフードチェーンのための農作物データバンク構築
ドライバー不足、自動化を阻害する要因といった農作物物流における諸問題を解消するため、農作物の出荷情報を標準コードでデータバンク化し最適輸送計画を作成し、地域内農作物物流を効率化する政策的施策や試行が必要である。
- (2) 生産・流通におけるデータの双方向性・対称性における課題
生産者と流通業者の間に存在する情報の非対称性を解消するため、政策的課題としての情報非

対称性の積極的な解消、解消に資する政策的インセンティブの実施、データ流通体系の整備などが必要である。

(3) 青果物包装資材の標準化

現在、統一化されず高コスト要因となっている青果物の包装資材について、資材の統一化、標準化を進める政策的な施策、統一化、標準化に対する社会的インセンティブの実施などが必要である。

(4) スマート農業に必要な農機/IT ツールのシェアリングモデルの提供

高機能なスマート農機、農業 IT システムの利用と普及の促進を目指し、シェアリングエコノミーの方法論を試行する。サービス化の試行と検証を行う社会実験の実施が必要である。

(5) 余剰農作物を少なくするためのデマンドチェーン及びサプライチェーンの開発

フードロスの解消を目指し、フードチェーンの中で生ずる余剰品類のデータを一元的に管理する機関の設立や、マッチングなどの余剰品類を活用するための社会的システムの構築、および、そのための政策的施策が必要である。

(6) 高付加価値および特定用途の農産物の流通拡大に向けたサプライチェーンモデル

農作物に対する消費者側ニーズを的確に把握することで高付加価値な農作物生産を拡大することを目指し、高付加価値農産物の需給情報を管理する機関の設立、生産、物流を支援する社会的システムの構築などの政策的施策が必要である。

(7) 流通コード利用の高度化

農産物流通では、工業製品等で行われているような標準的な流通コードを用いた流通の自動化、効率化が行われていない。この問題を解消するため、標準化されたコードの利用、普及を図る政策的施策が必要である。

以上

2. 「システム構築のための数理モデリング講習会」開催日再変更

主催 SIC 人財育成協議会

新型コロナウイルス感染拡大により、一度5月15日(金)、16日(土)に開催を変更しましたが、現状を考慮し、再度日程変更を行いました。それと共に講義形式変更、受講料無料としましたのでお知らせします。

再変更日時 5月29日(金)PM 、 5月30日(土)AM,PM 申込締め切り日5月15日(金)

講義形式は Microsoft Teams による オンライン講義、 受講料は無料と変更します。

講演内容・申込方法等詳細は下記 URL 参照のこと

<https://sysic.org/news/1853.html>

Ⅱ 活動報告

1. 会合報告

新型コロナウイルス感染拡大の影響で、3月、4月の産学交流会、SIC フォーラム等の開催を自粛しました。

2. 会合予定

緊急事態宣言の解除が見通せないため各種会合開催のスケジュールが決められない状況となっています。今後の会合予定が決まり次第事務局からご案内いたします。

以上

Ⅲ コラム：「緊急事態宣言」延長について

木村 英紀（SIC 副センター長）

緊急事態宣言が3週間延長される。前号で、現状の感染状況についての正確な認識と、人々の生活や経済へのダメージについての分析が十分でないままに緊急事態宣言という劇薬を投与することへの疑問を「コラム」で表明した。ふたを開けてみてメディアが報じたアンケート調査の結果では、宣言を歓迎する

声が圧倒的で、遅すぎたとの回答も多かったのが驚いた、これなら劇薬の副作用も十分受け入れる用意が人々にはあるはずで、私の心配はある意味杞憂であった。しかし潜在感染者数をつかんでいない状況は続いているようで、専門家会議の5月1日のレポートではそれを認めており、これについての強い批判がネットでは見られるようになった。

前月号のコラムで私が提案した、ランダムなサンプリングで人の集団を作りその感染状況を計測して潜在感染者の数を推定するアイデアは、アメリカですでに3月下旬からかなり大規模に行われていたことを知った。ただし検査の方法はPCRではなく抗体検査である。その精度は高くないだけでなくその意味づけは諸説ある。ただしそれなりの情報をもたらすことは確かであり、現状把握の有力な手法とし日本でも本格的な実施を期待したい。

さて緊急事態宣言継続についてであるが、その根拠となっている前述の5月1日付専門家会議のレポート「新型コロナウイルス感染症対策の状況分析・提言」(以下「提言」)(i)についての疑問点を述べてみたい。まず分析結果を宣言延長に結びつける論拠がアバウトな表現になっていて、専門家の発言よりは政治家の発言に聞こえてならない。例えば、「未だかなりの数の新規感染者数を認めており、現在の水準は、データが明確に立ち上がりはじめた3月上旬やオーバーシュートの兆候を見せ始めた3月中旬前後の新規感染者数の水準までは下回っていない状況である。」(下線筆者)などである。後述する英国のレポートとは大違いである。

「提言」で筆者が最も注目したのは、新規感染者数の発症日のチャート((i)に掲載されている図1右)である。これは政府のみが知り得るデータであり、感染の現状を知るためには有用な情報である。ところがそれによるとその数は4月1日にすでにピークアウトしてその後漸減しており、「宣言」が出た4月7日にははっきり減少の傾向が見えている。東京都の場合はさらにそれより2日ほど早い。感染から発症までの潜伏期間を考えると、発症のピークは3月末にはすでに到達していたと考えられる。「宣言」による接触減がその後の発症減に貢献したことは事実であろうが、「宣言」という劇薬を投じなくても当時の人々の自主的な協力が続けばそれなりに漸減していた可能性は高い。「宣言」とその延長の有効性について公平な事後評価をぜひ望みたい。

ご存知と思うがスウェーデンは他国に比べ緩い対策を取っている。いくつかの行動制約と要請は行っているが、通常の店舗の営業や企業活動にはこれといった制約は課していない。だからと言って感染が広がっていないわけではなく、感染による死者の人口比は世界4位である。もっと強い政策をとるべきであるという圧力を国の内外から受けているが、政府の姿勢は不動である。その背景には、ウィルスの感染に対抗する最終的な手段は集団免疫しかない、という確信があるとのことである。集団免疫を得るにはその過程で多くの犠牲者が出ることは避けられないが、スウェーデン政府はそれを受容している。その是非は別として、長期展望に立った合理的な意思決定として評価したい。

イギリスも3月中旬まではスウェーデンと同じ方針であった。それを180度変えたのが、Imperial Collegeの研究グループのレポート(以下「レポート」)(ii)である。

このレポートの内容は「提言」でも詳しく説明され、どうやら専門家会議はこのレポートを範として取り入れているようである。このレポートは5つの規制政策の効果を数理モデルによる予測シミュレーションの結果で示している。シミュレーションの前提となる各種パラメータは、中国や韓国でのデータの丁寧な分析結果などにもとづいて設定されている。この種の計算結果は最近ではネットでいろいろな人が公開している

が、それらとは比較にならない厚みと説得力をもっている。

このレポートで筆者がもっとも注目したのは次のフレーズである。

We do not consider the ethical or economical implication of either strategy here, except to note that there is no easy policy decision to be made. Suppression, while successful to date in China and Korea, carries with it enormous social and economic costs which may themselves have significant impact on health and well-being in the short and longer-terms.

(ここで suppression (制圧) とはレポートが提案している2つの政策のひとつで、もう一つはスエーデン流の mitigation (緩和) である。)

ここに私が前号のコラムで伝えたかったことが凝縮されている。

新型コロナウイルスのもっとも厄介な性質は、自覚症状のない感染者でも他者への感染力を十分もつことである。そのため、一人でも潜在感染者がいれば、集団免疫が達成されていない限り常に感染の拡大が生じ得る。これがレポートのタイトルでもある「non-pharmaceutical intervention」の本質的な限界でもある。第2波、第3波が常にあり得るのである。だからワクチンか実効的で安全な療法 (pharmaceutical intervention) が確立されない限り行動規制を続けなければならない。つまり長期戦が避けられない。

出来れば感染学者を中心とした専門家会議とは別に、「宣言」がもたらす様々な社会への影響を踏み込んで抽出検討するもう一つの専門家会議を設定して頂きたいと思う。強制措置がもたらす様々なダメージ、すなわち経済破綻による犠牲、成長の後退、体育施設閉鎖による健康悪化、教育の休止、観光地の荒廃、など、レポートが言う enormous social and economic cost を、例えば DV の増大など数値化できないものも含めて、底辺まで踏み込んで具体的に分析して欲しい。そして6月からは二つの専門家会議の結論を統合した長期的な、しかも日本の現状 (例えば死亡率の圧倒的な低さなど) をきちんと考慮した戦略を実施して頂きたいと思う。これがシステム思考のアプローチである。

残念ながらイギリス政府の方向転換は結果として実を結ばなかった。感染爆発は抑えられず、死者の数では世界第三位という不名誉な立場となってしまった。ともあれ、このレポートはモデルが国の政策を直接動かしたひとつの貴重な例である。システム思考の在り方として SIC でも大いに参考になると思う

註

(i) <https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000627254.pdf>

(ii) <https://www.imperial.ac.uk/mrc-global-infectious-disease-analysis/covid-19/report-9-impact-of-npis-on-covid-19/>

(2020年5月5日原稿受領)

編集者からのお願い:

本コラムに対して、ぜひご意見を事務局 (office@sysic.org) までお寄せください。

IV 正会員一覧

インタセクト・コミュニケーションズ株式会社
NTT コミュニケーションズ株式会社
KDDI株式会社
株式会社 NTT ドコモ
株式会社 Cogent Labs
株式会社ソビー
株式会社東芝
株式会社日立製作所 横浜研究所
株式会社三井住友銀行
損害保険ジャパン株式会社
デンソー株式会社
日鉄ソリューションズ株式会社
ファナック株式会社
マツダ株式会社
三菱重工業株式会社 ICT ソリューション本部
横河電機株式会社

SCSK株式会社
NTT コムウェア株式会社
株式会社 NTT データ
株式会社構造計画研究所
株式会社 JSOL
株式会社テクノバ
株式会社野村総合研究所
株式会社日立物流
株式会社三菱 UFJ 銀行
帝人ファーマ株式会社
トヨタ・リサーチ・インスティテュートインク
東日本旅客鉄道株式会社
富士通株式会社
三井不動産株式会社
三菱電機株式会社

以上31社(五十音順)

新型コロナウイルス感染拡大により5月中も各種 SIC 活動が制限されることが予想されますが、可能な限り6月初旬発行を目指しております。

発行: 一般社団法人 システムイノベーションセンター(SIC)

代表理事・センター長 齊藤 裕

URL: <https://sysic.org>

事務局 〒160-0023 東京都新宿区西新宿 6-12-7 ストック新宿 1F B-19 号

E-mail: office@sysic.org Tel.Fax:03-5381-3567

編集責任者: 広報担当業務実行委員 中野一夫(構造計画研究所)