（下記の試験セッション２及び３が小論文問題でしたので、原稿送付させて頂きます）

* 令和 4 年度 東京大学大学院工学系研究科 技術経営戦略学専攻 入学試験 専門試験(数理的及び論理的思考能力を見るための問題) セッション 2

令和 3 年 8 月 30 日(月)14:40〜15:20 試験時間 40 分

事前に送付した論文(D. Gale and L. S. Shapley, “College Admissions and the Stability of Marriage,” The American Mathematical Monthly, Vol. 69, No. 1, pp. 9-15, 1962)に関して，以下の問いに答えよ。ここで, 論文が執筆された年代の状況に基づき, 問題文の設定や表現は論文中で使用されているものに準じ ている。

1. 男性側が提案する場合のアルゴリズムを用いて論文 p.11 Example 1 の行列で表される選好 に基づく男性 3 名，女性 3 名の 1 対 1 マッチング問題を考える。ここで，各男性が選好に関係なく，指名可能な女性のうちで等確率で 1 人へ提案する状況を考える。このとき，アルゴリズムによって得られるマッチングが安定になる確率は少なくとも 1/3 より大きいことを示せ。

メモ：

・安定結婚問題のGSアルゴリズムの原著論文。研修医のマッチングに関する研究。

・直感的には納得できる（再提案により1/3より上がる）が、証明は知識問題と思慮。

・原著論文に加えてその解説、その後の研究分野の発展（マッチング理論、マーケットデザイン、OR数理最適化×経済学の領域）をフォローしておくことが必要か。

参考）<https://slidesplayer.net/slide/17462281/>

2. 現在，マッチング理論は公立学校選択問題や研修医先のマッチングなど，実社会で様々な 応用がなされている。マッチング理論が SDGs (Sustainable Development Goals) の課題に寄与できる可能性について具体例を一つ挙げて論じよ。なお，SDGs の 17 の目標については Figure 1 を参考にしてよい。(400 字程度)

 Figure 1 The 17 SDGs : (1) No Poverty, (2) Zero Hunger, (3) Good Health and Well-being, (4) Quality Education, (5) Gender Equality, (6) Clean Water and Sanitation, (7) Affordable and Clean Energy, (8) Decent Work and Economic Growth, (9) Industry, Innovation and Infrastructure, (10) Reduced Inequalities, (11) Sustainable Cities and Communities, (12) Responsible Consumption and Production, (13) Climate Action, (14) Life Below Water, (15) Life On Land, (16) Peace, Justice, and Strong Institutions, (17) Partnerships for the Goals

（回答）

マッチング理論はSDGs7、クリーンエネルギーの普及に貢献することができる。気候変動問題の解決に向けた脱炭素の取り組みから、再生可能エネルギー(RE)の導入拡大は各国で進む。導入のハードルが低く最も普及が進むREは、太陽光発電である。一方で、太陽光は適地や技術的問題から発電コストは下げられず、電気代の上昇を需要家が受け入れられるかが導入の鍵であった。ここで、発電事業者と需要家間で直接電力流通を可能とするP2P取引というシステムが考えられる。つまり、ESGや社会貢献からREを求める需要家と、高い価格で電気を販売したいRE発電者を結びつける希望に応じてマッチングシステムが達成できれば、RE導入が更に進む。

当然ながら、CO2発生量の高い石炭火力等の化石電源も一部需要家に求められることで残存することになり、完全な脱炭素達成のためには需要家全体のRE需要拡大が必要となる。しかしながら、SDGs7達成に向けたマッチング理論のP2P電力取引への導入は十分に有効である。（409字）

* 令和 4 年度 東京大学大学院工学系研究科 技術経営戦略学専攻 入学試験 専門試験(数理的及び論理的思考能力を見るための問題) セッション 3

令和 3 年 8 月 30 日(月)15:50〜16:30 試験時間 40 分

I. 事前に送付したコロナウイルスのパンデミック影響下における欧州エネルギー需給状況に関する論文(A Werth, P Gravino, G Prevedello, “Impact analysis of COVID-19 responses on energy grid dynamics in Europe”, Applied Energy, Vol.281, Article 116045, 2021)について以下の問いに答えよ。

1. 論文では，都市封鎖などの政策によりエネルギー需要が減少している状況においても，再生可能エネルギー発電は限定的な減少，または増加していたことが示されている。その理由について要約せよ。(400 字程度)

（回答）

再生可能エネルギー(RE)は、深刻なロックダウンにより発電総量が減少した2020年3月にも15%増加したが、季節性だけでは説明できない。この理由として、REが燃料を必要としないため環境性及び経済性から利用が優先されたと考えられる。特に、出力が天気により変動するREである太陽光と風力は、出力抑制できないため全電力が低くなっていた時にも全消費が優先された。さらに、太陽光と風力の新規導入の拡大は2020年も多くの国で継続した。ここで、REは出力の変動性により需給調整に影響を及ぼす懸念がある。電力全体の低出力と天候要因から欧州の電力取引価格がマイナスまで下がった事により、太陽光と風力が出力抑制された可能性も考慮される。しかし、一部の国を除いてREの導入容量と発電量は平年並であり、出力抑制はされていなかった。最後に、変動しないREで大半を占める成熟したREである水力発電には、その利用には目立った挙動は見られなかったことも挙げられる。（400字）

2. 脱炭素化への流れが進展する一方で，既存の化石燃料から再生可能エネルギーへの移行は 長年の課題である。COVID-19 の影響によるエネルギー利用の変化を踏まえて，(1)この移行が加速するために必要な要件と(2)その達成へ有効な技術イノベーションに関して，具体例を一つ挙げて理由とともにあなたの考えを述べよ。(合計 300 字程度)

（回答）

COVID-19 の影響下でも環境性と経済性から、再生可能エネルギー(RE)の導入は拡大した。REへの移行にあたり、社会の安定なエネルギーインフラとして適切な需給管理されるため、REの出力変動性への対応が必要な要件となる。そのため、需要と供給の時間差を解決する蓄エネルギーの技術イノベーションが求められる。特に、リチウムイオン二次電池は、電気自動車から電力網向けまで利用先が広がることで研究開発投資が集まり、容量や応答速度等の性能向上が急速に進んでいる。電力網の需給調整に使うことができる技術仕様を満たした上でコスト削減と大規模量産が可能となれば、リチウムイオン二次電池はREに移行した際の出力変動性を解決しうる有効な蓄エネルギー技術として期待される。（312字）

以上