

熱電発電の技術ロードマップ作成に関する調査研究

東京大学大学院 工学系研究科 講師 木下 裕介

1. 調査研究の背景・目的

脱炭素社会の実現に向けて、温度差を利用して発電を行う熱電発電の技術が注目されている。熱電発電技術は、物質に温度勾配を与えると起電力を生じるというゼーベック効果を利用し、2種類の半導体からなる熱電対に加わる熱エネルギーを電気エネルギーに変換する技術である。特徴として、可動部を持たないため、小型で耐久性のある発電モジュールが作成できるという点が挙げられる。熱電発電は、様々な種類の排熱から電気エネルギーを回収することができる。しかし、現在のところ本格的な社会普及には至っていない。これに対して、既存研究では熱電発電に関する技術ロードマップがいくつか作成されているが(例えば[1][2])、性能・コスト予測など技術的な視点から描かれる場合が多く、社会ニーズとの関係や将来普及に必要な条件はほとんど描かれていない。特に、熱電発電技術とその競合技術との関係は十分に記述されていない。

本研究では、熱電発電の将来普及のための条件を明確化するため、専門家によるワークショップを用いて、2050年頃までを対象とした技術普及ロードマップを作成した。そのために、バックキャスト型ロードマップ設計支援手法[2]のテンプレートを利用しつつ、技術ロードマップの作成手順を開発した。

2. 調査研究の方法

2.1. アプローチ

本研究では、社会的ニーズと技術シーズ(技術開発)のそれぞれが技術普及に及ぼす影響を記述するための技術普及ロードマップを作成した。ここでは、技術の普及に向けた社会的ニーズと技術開発の間のギャップを明確化すること、対象技術と競合技術(代替技術)の関係を描くことが不可欠である。そのために、本研究では図1に示すバックキャスト型ロードマップ設計支

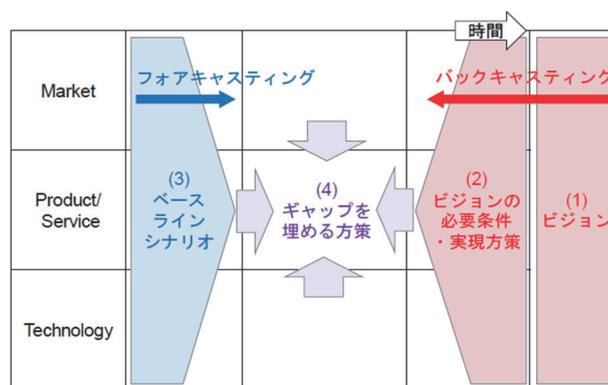


図1 バックキャスト型ロードマップ設計支援手法のテンプレート[3]

発電事業に取り組んでいる企業3社から1名ずつの参加者を招いた。対象は2050年までとし、フォアキャスト的に熱電発電の現状、課題、将来について幅広く知識を抽出した。結果として作成した熱電発電の技術普及ロードマップを図2に示す。

図2の結果より、熱電発電の普及に向けて得られた知見は次のとおりである。短期的には、自動車排熱やIoT・センサー用途に普及の可能性があることが明らかとなった。ただし、その場合にはバッテリーなどの競合技術に対して優位性を担保することが課題である。中長期的には、システム化・サービス化を含めて、熱電発電の特性を活かした新たな使い方の発掘が必要である。そのためには、周辺技術やソフトウェアの開発に加えて、政策的な後押しも普及のために必要である。

ワークショップ参加者からは、ロードマップの作成方法は妥当であり、かつ、完成したロードマップは妥当かつ有用であるとのフィードバックを得た。

4. 考察・まとめ

本研究では、低炭素社会の実現に向けて、熱電発電技術に着目し、その将来普及のための条件を明確化するために技術普及ロードマップを作成した。オンラインワークショップに基づいて完成した熱電発電の技術普及ロードマップでは、社会的ニーズと技術進歩の双方が将来の技術普及にどのように影響を及ぼしうるのかを明らかにすることができた。図2の結果で示したように、専門家の知識に基づいて、熱電発電技術の普及に向けた現在および将来のニーズ、技術開発の動向、様々な熱電発電の用途(自動車排熱、IoTセンサー、サービス化など)をロードマップに記述できた点は、今後の熱電発電の事業化ならびに学術研究の方向性を明確化する上で大きな成果であると考えられる。

方法論的な観点からは、本研究で提案した技術普及ロードマップの作成手順を用いることによって、2時間のオンラインワークショップで効率的にロードマップを描くことができた。これは、ポストコロナ時代のロードマップ作成方法としてモデルのひとつになるものと考えられる。また、技術普及のための条件を明確化するという目的に向けて、対象技術と競合技術の関係などを明示化することができた。本研究で提案した手法そのものは、熱電発電以外の新技術にも適用可能である。

今後の課題として、技術普及方策の重要性を評価するための技術普及ロードマップの定量化、ロードマップ作成をさらに効率化するための技術普及ロードマップ設計支援システムの開発が挙げられる。

参考文献

- [1] 日本熱電学会(TSJ), 熱電アカデミックロードマップ, [https://www.thermoelectrics.jp/zata/RoadMap\(c\).pdf](https://www.thermoelectrics.jp/zata/RoadMap(c).pdf)
- [2] Freer, R., and Powell, A. V., "Realising the potential of thermoelectric technology: a Roadmap," *Journal of Material Chemistry C*, Vol. 8, (2020), pp. 441-463.
- [3] Okada, Y. et al., "Backcasting-based Method for Designing Roadmaps to Achieve a Sustainable Future," *IEEE Transactions on Engineering Management*, (2020).