

Title	次世代電池の開発動向とマネジメント
Author(s)	加藤, 敦宣
Citation	年次学術大会講演要旨集, 39: 1054-1057
Issue Date	2024-10-26
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/19586
Rights	本著作物は研究・イノベーション学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Research Policy and Innovation Management.
Description	一般講演要旨

次世代電池の開発動向とマネジメント

○加藤敦宣 (成城大学)

kato@sei jo. ac. jp

1. はじめに

次世代電池とは、リチウムイオン電池に代わる新しい電池のことである。リチウムイオン電池は、1985年に旭化成の吉野彰氏が基本特許を取得し、1991年にSONYが量産化に成功した二次電池である(吉野氏はこの功績が評価され、2019年にノーベル化学賞を受賞した)。エネルギー密度が高く、電気自動車やスマートフォン、タブレット端末などのバッテリーとして利活用され、モビリティ社会の原動力となった電池である。

しかし、その一方でリチウムイオン電池には、原材料となる資源の地理的偏在性と、それに伴う地政学的課題、発熱・発火・爆発などの安全性の問題、資源リサイクルの難しさ、などの課題が積み残されている。また、エネルギー容量やエネルギー出力を更に高めるには、リチウムに代わる新材料から電池を開発し直す必要がある。これには配合可能な電池材料が複数存在し、かつ配合バランスにより電池特性が、大きく変化してしまうという開発上の難しさが伴う。このため大学や国などの研究機関に協力を仰ぎながら、優れた性能を持つと同時に、応用用途に合致した次世代電池の開発が、国内外のメーカー間で競争的に取り組まれている状況にある。

そこで本稿では、2024年現時点における次世代電池の開発動向を把握すると共に、研究開発マネジメントのあり方について、本年7月に実施したアンケート調査に基づき、考察するものである。

2. 先行研究のレビューと本稿の論点

先端科学領域の研究開発マネジメントにおいては、技術的不確実性をどのようにマネジメントするかが常に課題となる[1]。これはイノベーションの先に生じる動的な均衡を目指す場合に、短期的には機会損失と向き合い、応分のリスク負担を迫られる為である[2]。このとき競争優位性を獲得する最も強力な決定要因が知識である[3]。知識は他の経営資源と結び、模倣や代替が困難な価値を創造するからである[4]。知識は他の経営資源では得られない、多次元的な優位性の源泉としての役割を持つ[5]。この知識の創造性を高め

ることが、不確実性の高い研究開発マネジメントで、成功確率を高めるための方法論となる[6]。知識の創造性を高める方法として、心理学では内発的動機付け・向社会的動機付け・心理的安全性などが、人的資源論では教育投資などが有効であるとされる[7~10]。そこで本稿では、上記にあるようないわゆるKBV (Knowledge Based View)に基づき、次世代電池の研究開発マネジメントにおいて、有効なマネジメント手法を考察していく。

3. データセットの収集方法と分析方法

日本国内の電池メーカーおよび電池材料メーカーを対象として、質問紙郵送方式によるアンケート調査を実施した。調査対象企業は次世代電池の開発に取り組む企業120社で、東京証券取引所プライムに上場されている、従業員数1,000名以上の企業もしくはそれに準じる未上場企業である。調査期間は2024年7月8日~同年7月19日までの2週間とした。アンケートの回答は、研究開発活動を統括管理する立場にある取締役・執行役員、研究開発本部長、事業本部長などの役職者を指名して、直接依頼をした。このうちアンケートの回答を得られた企業数は24社で、アンケート回収率は20.0%であった。

また、分析方法には分散分析を使用し、データを2群に分けて考察を行った。独立変数は、次世代電池において日本の技術開発をリードしている企業群を2.、そうではない企業群を1.に設定した。あらかじめ等分散検定をクリアした標本を用い、かつJZS法によるベイズ因子が、スコア3以上の分析結果を本稿では掲載している。

4. 次世代電池の開発動向

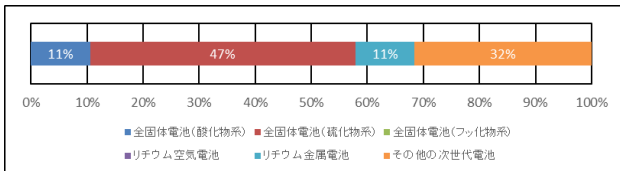
最初に、現在開発中の次世代電池について尋ねた。全固体電池(硫化物系)が59%、全固体電池(酸化物系)が32%、リチウム金属電池が27%、リチウム空気電池が9%、全固体電池(フッ化物系)が5%、その他の次世代電池が36%であった。

また、開発中の次世代電池の種類について尋ねたところ、1種類と回答する企業が65%を占めていた。2種類以上に注力している企業は35%であ

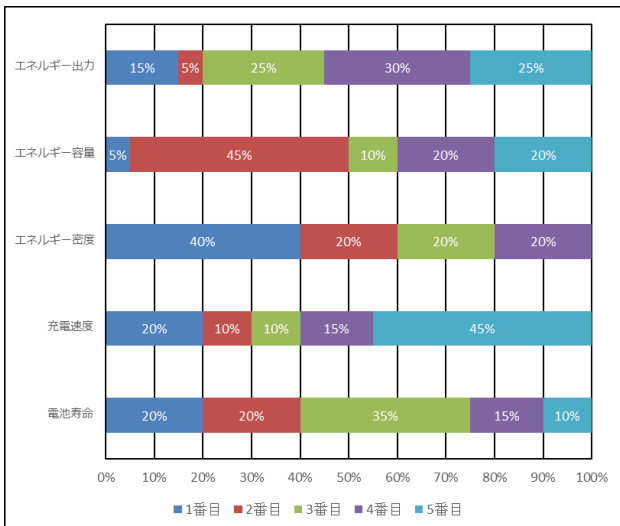
った。半数以上の企業では、開発する次世代電池自体を絞り込み、その中で材料研究を推進しているものと考えられる。

次に、最も注力している次世代電池について尋ねたところ、全固体電池（硫化物系）が47%、その他の次世代電池が32%、全固体電池（酸化物系）が11%、リチウム金属電池が11%であった。回答企業の半数弱において、全固体電池（硫化物系）を開発しており、次世代電池における現在の主流は、全固体電池（硫化物系）であると考えられる。

全固体電池（硫化物系）は、次世代自動車のバッテリーとして現在、量産化の確立が急がれているタイプの次世代電池である（トヨタ自動車は全固体電池を搭載した電気自動車を2027年に上市することを2024年春にアナウンスした）。電池メーカー各社は、この上市スケジュールに向けた開発に注力しているものと考えられる。



更に、次世代電池の開発テーマの優先順位について尋ねたところ、最重要課題の中でトップが、エネルギー密度で40%であった、2番目に重要な課題の中でトップにあったのがエネルギー容量で45%であった。3番目に重要な課題の中でトップにあったのが電池寿命（充放電サイクル数）であった。エネルギー密度やエネルギー容量を上げることは、次世代電池の小型計量化と直結している。また、電池寿命（充放電サイクル数）の向上は、充放電性能と正相関しており、安全性や信頼性の向上が、次世代電池の開発テーマになっていることと考えられる。

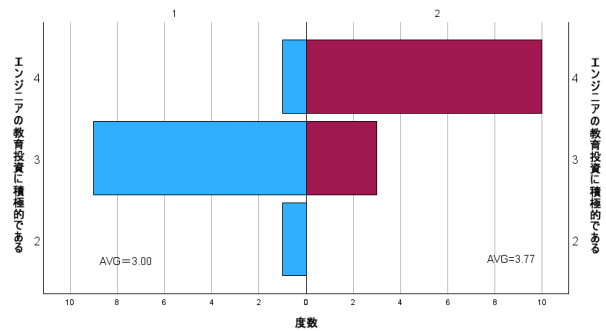


5. エンジニアに対する積極的な教育投資

それでは次世代電池開発において、日本の技術開発をリードしている企業群では、そうではない企業群と比較をして、どのようなマネジメント施策上の優位性を確立しているのだろうか。ここからは具体的に検討を重ねていきたい。

まず、1番目に挙げることのできる特徴は、エンジニアに対する教育投資意欲の違いである。次世代電池で日本の技術開発をリードしている企業群では、そうではない企業群と比較して、研究開発トップマネジメントのエンジニアに対する教育投資の意欲が、顕著に高いことが認められた（ $N=23, F=18.006, P<0.001$, ベイズ因子=91.169）。

次世代電池のイノベーションでは、研究開発活動を推進する上で、技術的な不確実性が常に伴う。未知の先端科学領域で開発成果を具現化するためには、エンジニアへの教育投資を惜しむことなく行うことは非常に合理的である。ここではその教育投資が組織能力としてしっかりと体化され、技術的な競争優位性の源泉となっていることがポイントであると考えられる。



6. 向社会的動機付けで活躍するエンジニア

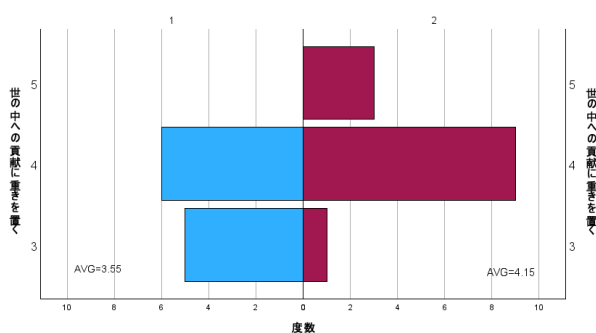
次にエンジニアの動機付けについて考察を行う。次世代電池の開発では、未知のサイエンスが含まれるため、研究開発テーマを推進するには、エンジニアにとって困難な局面も多くなり易い。このためエンジニアが熱意を持ち続け、研究開発テーマに集中して取り組むことができるか否かが、マネジメントをしていく上で大事になる。そこでエンジニアの動機付け（モチベーション）についても調査を行った。

次世代電池開発において、日本の技術開発をリードしている企業群では、そうではない企業群と比較をすると、向社会的動機付けに関する項目で違いが見られた。「世の中に貢献することに重きを置く」エンジニアが多いかどうかを尋ねたところ、前者においてスコアが、より高くなる傾向が認められた（ $N=24, F=8.145, P=0.002$, ベイズ因子=13.670）。

向社会的動機付けは内発的動機付けと並び、知

識の創造性を高める心理的因子である。向社会的動機付けは「有効性」と、内発的動機付けは「新規性」と、それぞれ関連が強いとされる [11]。次世代電池の開発では実用化・量産化のフェーズに入ってきていることから、「有効性」を嗜好する向社会的動機付けが、マネジメント上の効果を発揮しているものと考えられる。

また、リチウムイオン電池のイノベーションにより、モビリティ社会が大きく進展したように、次世代電池の開発を成功すれば、更に新しい社会的変化も期待することが可能である。エンジニアの向社会的動機付けが、より促進されるような研究環境にある、ということも併せて考えられる。



7. スター・エンジニアによる能力向上効果

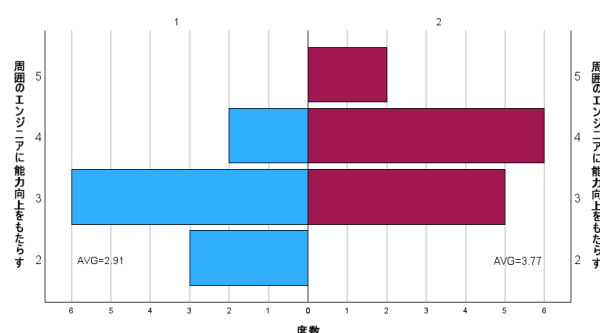
最後にスター・エンジニアの存在とその影響について考察を行う。スター人材は、組織の中にごく僅かに存在する（一般にその存在は、べき乗分布に従う）、才能に溢れる極めて優秀な人材である。組織内の社会関係資本を活用する能力に長け、自身が卓越した成果を生み出すだけに留まらず、その類い稀な能力を活用することにより、周囲の人たちのスキルや組織の能力を向上させ、そのパフォーマンスを引き上げる能力を持つことが知られている。極めて高い組織的な波及効果を持つ点が特徴である。このため経済学をはじめ経営学、社会学、政策科学などの諸領域で 70 年以上に渡り研究されてきた歴史があるが、知識集約型社会が急速に進展したここ 20 年あまりで、特に注目されている人材でもある [12~15]。

今回のアンケート調査では、周囲のエンジニアに能力向上をもたらすようなスター・エンジニアの存在について、研究開発トップに尋ねたところ、日本の技術開発をリードしている企業群では、この平均値スコアが 3.77 であったのに対して、比較対照群の平均値スコアは 2.91 となり、明らかな差異が認められた ($N=24, F=8.646, P=0.008, \text{ベイズ因子}=5.1379$)。

このことから未知のサイエンスを含む先端科学領域においても、スター人材が極めて重要な役

割を果たしている、ということが支持される。スター・エンジニアは、他のエンジニアの能力向上を引き出しつつも、困難な研究開発テーマを推進し、日本の技術開発をリードしている企業群に技術的成果をもたらしているものと考えられる。

また、この分析結果は、日本の技術開発をリードしている企業群の研究開発トップが、スター・エンジニアのような才能に溢れる優れた人材を、社内でしっかりと把握していることの証左でもある。スター・エンジニアと研究開発トップの繋がりや連携も、組織内における社会関係資本の 1 つであり、今後のアンケート調査や考察に加えるべき論点であると考えている。



8. まとめと今後の展望

次世代電池の開発は、今後更に加速をしていくものと考えられる。元々、日本企業は二次電池の開発において、世界的に高い技術力を持っていたが、この 10 年あまりの間は、中国企業の後塵を拝することも多くなった。そのような厳しいグローバル競争の下、次世代電池開発の成否は、今後の電池メーカー各社の趨勢を決定付ける、極めて重要な開発テーマとして位置付けられている。

今回行ったアンケート調査結果からは、半数以上の回答企業が、全固体電池（硫化物系）の開発に、軸足を置いていることが分かった。このタイプの次世代電池は、次世代自動車への搭載が、応用用途先として考えられている。今後、ビジネスとしての最も期待されており、市場規模も大きい。

次世代電池の開発課題としては、エネルギー密度、エネルギー容量、電池寿命の 3 つが、重要視されていることも明らかになった。これらは今後の実用化・量産化へ向けた、かなり具体的な開発課題であると考えられる。

一方、次世代電池の研究開発マネジメントに視点を移すと、これらの開発において技術的優位性を持つ企業群と、その比較対照群となる企業を分けることにより、幾つかの知見を得ることができた。前者の技術的優位性を持つ企業群については、研究開発トップがエンジニアに対する教育投資

に積極的であること、またそのエンジニア達は向社会的動機付けに基づき、研究開発活動に打ち込んでいること、さらにスター人材の一種であるスター・エンジニアが、対照企業群よりも多く活躍している傾向も明らかになった。なお、この際に前者の企業群の研究開発トップが、スター・エンジニアの存在を、組織的にしっかり認識している点も、併せて明らかになった。

以上のことから、未知のサイエンスを含む先端科学領域の研究開発活動において、教育投資、向社会的動機付け、スター・エンジニアの活用などのマネジメント施策は、打ち手として有効であり、困難を克服しながら、より優れた技術的成果を収めることができるものと考えられる。

なお、今回のアンケート調査では、開発実績の高い企業による回答にやや偏った印象も受けた。先端科学領域を含む研究開発マネジメントであるため、自信を持って回答する企業が限られた可能性もある。そのため所謂、生存者バイアスが起きていることも考えられる。今後行うアンケート調査においては、更に精度を高める工夫を凝らしていきたいと考えている。

参考文献

- [1] Nelson, R. [1961] “Uncertainty, Learning, and the Economics of Parallel Research and Development Efforts,” *The Review of Economics and Statistics*, 43(4), pp.351-364.
- [2] Schumpeter, J. [1912] *Theory of Economic Development*, 八木紀一郎・荒木詳二訳 [2020] 『シュンペーター 経済発展の理論』日経 BP 日本経済新聞出版本部.
- [3] Grant, R. [1996] “Toward a Knowledge-based Theory of the Firm,” *Strategic Management Journal*, Vol.17 (2), pp.109-122.
- [4] Kogut, B., & Zander, U. [1992] “Knowledge of the Firm, Combinative Capabilities, and the Replication of Technology,” *Organization Science*, Vol.3 (3), pp.383-397.
- [5] Zack, M. [1999] “Developing a Knowledge Strategy,” *California Management Review*, Vol.41 (3), pp.125-145.
- [6] 野中郁次郎 [1990] 『知識創造の経営 日本企業のエピステモロジー』日本経済新聞社.
- [7] Sullivan, D. & Ford, C. [2010] “The Alignment of Measures and Constructs in Organizational Research: The Case of Testing Measurement Models of Creativity,” *Journal of Business and Psychology*, Vol.25, pp.505-521.
- [8] Bolino, M., Grant, A. [2016] “The Bright Side of Being Prosocial at Work, and the Dark Side, Too: A Review and Agenda for Research on Other-Oriented Motives, Behavior, and Impact in Organizations,” *Academy of Management Annals*, Vol.10(1), pp.699-670.
- [9] Edmondson, A. C. [2019] *The Fearless Organization Creating Psychological Safety in the Workplace for Learning, Innovation, and Growth* (野津智子訳 [2021] 『恐れのない組織—「心理的安全性」が学習・イノベーション・成長をもたらす』英治出版).
- [10] Becker, G. [1975] *Human Capital A Theoretical and Empirical Analysis, with Special Reference to Education* (佐野陽子訳 [1976] 『人的資本 教育を中心とした理論的・経験的分析』東洋経済新報社).
- [11] Grant, A., Berry, J. [2011] “The Necessity of Others is The Mother of Invention: Intrinsic and Prosocial Motivations, Perspective Taking, and Creativity,” *Academy of Management Journal*, Vol.54 (1), pp.73-96.
- [12] Asgari, E., Hunt, R. Lerner, D., Townsend, D., Hayward, M., Kiefer, K. [2021] “Red Giants or Black Holes? The Antecedent Conditions and Multilevel Impacts of Star Performers,” *Academy of Management Annals*, Vol. 15 (1), pp.223-265.
- [13] Zucker, L., Darby, M., Brewer, M. [1997] “Present at the Biotechnological Revolution: Transformation of Technological Identity for a Large Incumbent Pharmaceutical Firm,” *Research Policy*, Vol.26 (4-5), pp.429-446.
- [14] 安田聡子 [2019] 「スター・サイエンティスト研究の潮流と現代的意味」『研究 技術 計画』, 34 (2), pp.100-115.
- [15] 牧兼充 [2022] 『イノベーションのためのサイエンスとテクノロジーの経営学』東洋経済新報社.