

แบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicle Batteries)

การวิเคราะห์สารสนเทศ : แบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicle Batteries)

โดย นางนงศ์ลักษณ์ เทียงธรรม นักเอกสารสนเทศชำนาญการ สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

: ผู้เขียนและเรียบเรียง

ผศ. ดร. รติพร มั่นพรหม อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ : ที่ปรึกษาและตรวจทานเนื้อหา

แบตเตอรี่เป็นองค์ประกอบสำคัญของยานยนต์ไฟฟ้า แบตเตอรี่ที่มีคุณสมบัติเหมาะสมในยานยนต์ไฟฟ้า คือ แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน เนื่องจากมีความหนาแน่นพลังงานและประสิทธิภาพสูงกว่าแบตเตอรี่ชนิดอื่น ๆ ซึ่งแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนสามารถจำแนกชนิดตามวัสดุที่ใช้ในการผลิตขั้วแคโทด ได้เป็น Lithium Iron Phosphate (LFP), Lithium Nickel Manganese Cobalt Oxide (NMC), Lithium Titanate (LTO) และ Lithium Nickel Cobalt Aluminum Oxide (NCA) (ศูนย์การเรียนรู้เทคโนโลยีและนวัตกรรม เพื่อการพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้า, ม.ป.ป.) โดยทั่วไป แบตเตอรี่ลิเทียมไอออนมีส่วนประกอบหลัก 4 ส่วน ได้แก่ ขั้วไฟฟ้า (ขั้วแคโทด (cathode) และขั้วแอโนด (anode)) แผ่นกั้นในแบตเตอรี่ (separator) อิเล็กโทรไลต์ (electrolyte) และตัวรับกระแส (current collector) (นงลักษณ์ มีทอง, 2553)

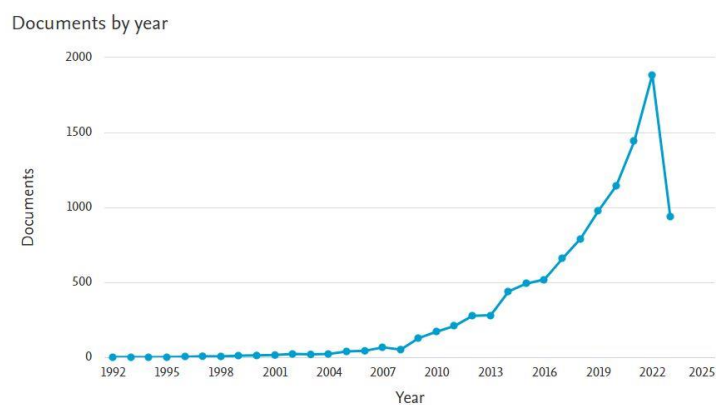
ประเทศผู้ผลิตแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้ายักษ์ใหญ่ที่สุดของโลก 3 ราย ได้แก่ สาธารณรัฐประชาชนจีน (มีส่วนแบ่งการตลาด 56%) สาธารณรัฐเกาหลี (มีส่วนแบ่งการตลาด 26%) และญี่ปุ่น (มีส่วนแบ่งการตลาด 10%) (SNE Research, 2022 อ้างถึงใน Visual Capitalist, 2022) สำหรับไทยนั้น ไทยกำลังจะเป็นฐานการผลิตแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนที่มีกำลังการผลิตขนาดใหญ่ที่สุดในภูมิภาคอาเซียน โดย บริษัท พลังงานบริสุทธิ์ จำกัด (มหาชน) หรือ EA ได้ร่วมทุนกับ บริษัท อมิตา เทคโนโลยี อิงค์ (ไต้หวัน) ตั้ง บริษัท อมิตา เทคโนโลยี (ประเทศไทย) เพื่อผลิตแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนในไทย (Spring, 2564)

ในการผลิตแบตเตอรี่นั้น จำเป็นต้องใช้แร่ Rare earth โดยแร่สำคัญในห่วงโซ่อุปทานของการผลิตแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้า ได้แก่ ลิเทียม โคบอลต์ นิกเกิล และกราไฟต์ ซึ่งพบว่าราคาของแร่สำคัญดังกล่าวสูงขึ้นมากระหว่างต้นปี ค.ศ. 2021 จนถึงเดือนพฤษภาคม ค.ศ. 2022 โดยมีสาเหตุหลักมาจากความต้องการแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้าที่สูงขึ้นและความกังวลใจเกี่ยวกับอุปทานที่มีจำกัดจาก โรคระบาด ความกังวลใจเกี่ยวกับนิเกิลคลาส 1 ที่มาจากสหพันธรัฐรัสเซีย และการลงทุนที่ต่ำกว่าที่ควรเป็นของผู้ผลิตลิเทียมในออสเตรเลียในช่วงที่ราคาลิเทียมต่ำในปี ค.ศ. 2019 (International Energy Agency, 2022) เมื่อความต้องการแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้าชนิดลิเทียมไอออนสูงขึ้นมาก ส่งผลให้เกิดแรงสนับสนุนในการพัฒนาเทคโนโลยีรีไซเคิลเพื่อนำแร่และโลหะมีค่ากลับมาใช้ใหม่ ความกังวลใจเกี่ยวกับความยั่งยืนของแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน ซึ่งมีประเด็นปัญหาสำคัญ ได้แก่ 1. ความกังวล

เกี่ยวกับปัญหาแรงงานเด็กของเหมืองโคบอลต์ในสาธารณรัฐประชาธิปไตยคองโก ซึ่งผลิตโคบอลต์ได้ประมาณ 2/3 ของแร่โคบอลต์ของโลก 2. ความกังวลเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมด้านการสร้างมลพิษ การปนเปื้อนของแหล่งน้ำบริเวณใกล้เคียง และการใช้น้ำปริมาณมาก 3. ความกังวลเกี่ยวกับความเพียงพอของแร่ที่เป็นห่วงโซ่อุปทานของแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้า 4. ความกังวลเกี่ยวกับขยะที่เป็นพิษของแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้าที่ใช้แล้ว ส่งผลให้เกิดแรงสนับสนุนในการพัฒนาเทคโนโลยีรีไซเคิล เพื่อนำแร่และโลหะมีค่ากลับมาใช้ใหม่ จึงมีงานวิจัยจำนวนมากเกี่ยวกับการรีไซเคิลแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนและเทคโนโลยีรีไซเคิลทั้งในสาธารณรัฐประชาชนจีน สหรัฐอเมริกา และสหภาพยุโรป (Coltura. n.d.) นอกจากเทคโนโลยีแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนแล้วยังมีความพยายามในการพัฒนาแบตเตอรี่ชนิดอื่น ๆ มาใช้ในยานยนต์ไฟฟ้าเช่นกัน เช่น แบตเตอรี่สังกะสีไอออน เป็นต้น (วัชรภรณ์ สนทนา, 2564)

ดังนั้น เพื่อให้ทราบแนวโน้มผลงานวิจัยของโลกที่เกี่ยวกับแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้า จึงได้มีการวิเคราะห์ข้อมูลผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้าในฐานข้อมูล Scopus ในช่วงปี ค.ศ. 2020-2023 เพื่อส่งเสริมการวิจัยที่เกี่ยวกับแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้าต่อไป

งานวิจัยที่เกี่ยวกับแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้าในฐานข้อมูล Scopus



ภาพที่ 1 แสดงจำนวนงานวิจัยที่เกี่ยวกับแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้าจากฐานข้อมูล Scopus ในช่วงปี ค.ศ. 1992 – 2023 สืบค้น ณ วันที่ 13 มิถุนายน 2566

จากการสืบค้นสารสนเทศเกี่ยวกับแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้าในฐานข้อมูล Scopus ณ วันที่ 13 มิถุนายน พ.ศ. 2566 โดยใช้คำค้น (“Electric vehicle” OR “Electric automobile” OR “Electric car”) AND (“Lithium ion battery”) พบว่า มีผลงานวิจัยเกี่ยวกับแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้าจำนวน 10,672 ชื่อเรื่อง โดยเป็นผลงาน ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1992 – 2023 ภาพที่ 1 แสดงให้เห็นว่าการวิจัยเกี่ยวกับแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้ามีอัตราการเติบโตสูงขึ้นในปี ค.ศ. 2009 โดยมีจำนวนผลงานรายปีสูงสุดในปี ค.ศ. 2022 คือ 1,885 ผลงาน

และมีจำนวนผลงานวิจัยรายปีต่ำสุดในปี ค.ศ. 1994 คือ 0 ผลงาน จำนวนผลงานเฉลี่ยต่อปีในช่วงปี ค.ศ. 1992 – 2022 คิดเป็น 314 ผลงาน/ปี การวิจัยเกี่ยวกับแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้ามีการเติบโตสูงขึ้นมากอย่างมีนัยสำคัญ โดยจำนวนผลงานเฉลี่ยต่อปีในช่วงปี ค.ศ. 2020 – 2022 คิดเป็น 1,491 ผลงาน/ปี สูงกว่าผลงานเฉลี่ยต่อปีในช่วงปี ค.ศ. 1992 – 2022 คิดเป็นร้อยละ 374.8

ผลงานวิจัยล่าสุด 5 อันดับแรก

ในช่วงปี ค.ศ. 2020 – 2023 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้าล่าสุด 5 ผลงาน สืบค้นโดยใช้คำค้น (“Electric vehicle” OR “Electric automobile” OR “Electric car”) AND (“Lithium ion battery”) เมื่อวันที่ 13 มิถุนายน 2566 ได้แก่

ชื่อผลงาน	ปี ค.ศ.	ผู้แต่ง/สถาบัน	ชื่อวารสาร	จำนวนที่ ถูกอ้างอิง
1. Extreme fast charging of commercial Li-ion batteries via combined thermal switching and self-heating approaches	2023	1. Zeng, Yuqiang/Energy Storage and Distributed Resources Division, Lawrence Berkeley National Laboratory, United States 2. Zhang, Buyi/ Lawrence Berkeley National Laboratory, United States 3. Fu, Yanbao/ Lawrence Berkeley National Laboratory, United States 4. Shen, Fengyu/ Lawrence Berkeley National Laboratory, United States 5. Zheng, Qiye/ Lawrence Berkeley National Laboratory, United States	Nature Communications 14(1),3229	0

ชื่อผลงาน	ปี ค.ศ.	ผู้แต่ง/สถาบัน	ชื่อวารสาร	จำนวนที่ ถูกอ้างอิง
		6. Chalise, Divya/ Lawrence Berkeley National Laboratory, United States 7. Miao, Ruijiao/ Lawrence Berkeley National Laboratory, United States 8. Kaur, Sumanjeet/ Lawrence Berkeley National Laboratory, United States 9. Lubner, Sean D./ Lawrence Berkeley National Laboratory, United States 10. Tucker, Michael C./ Lawrence Berkeley National Laboratory, United States 11. Battaglia, Vincent/ Lawrence Berkeley National Laboratory, United States 12. Dames, Chris/ Lawrence Berkeley National Laboratory, United States 13. Prasher, Ravi S/ Lawrence Berkeley National Laboratory, United States		
2. Life cycle environmental impact assessment for battery-powered electric	2023	1. Zhang H./ Beijing Institute of Technology, Beijing, China, 2. Xue B./ Beijing Institute of Technology, Beijing, China,	Scientific Reports 13(1),7952	0

ชื่อผลงาน	ปี ค.ศ.	ผู้แต่ง/สถาบัน	ชื่อวารสาร	จำนวนที่ ถูกอ้างอิง
vehicles at the global and regional levels		3. Li S./ Beijing Institute of Technology, Beijing, China, 4. Yu Y./ Beijing Institute of Technology, Beijing, China, 5. Li X./ Beijing Automotive Technology Center, China, 6. Chang Z./ Beijing Institute of Technology, Beijing, China, 7. Wu H./ Beijing Institute of Technology, Beijing, China, 8. Hu Y./ Beijing Institute of Technology, Beijing, China, 9. Huang K./ Beijing Forestry University, Beijing, China, 10. Liu L./ Dalhousie University, Halifax, Canada, 11. Chen L./ Beijing Institute of Technology, Beijing, China, 12. Su Y./ Beijing Institute of Technology, Beijing, China		
3. Data-driven state-of-charge prediction of a storage cell using ABC/GBRT, ABC/MLP and LASSO machine learning techniques	2023	1. Álvarez Antón J.C./ Department of Electrical Engineering, Electronics and Communication Systems, Gijón, Spain, 2. García-Nieto P.J./ Department of Mathematics, Faculty of Sciences, University of Oviedo, Spain,	Journal of Computational and Applied Mathematics 433,115305	0

ชื่อผลงาน	ปี ค.ศ.	ผู้แต่ง/สถาบัน	ชื่อวารสาร	จำนวนที่ ถูกอ้างอิง
		3. García-Gonzalo E./ Department of Mathematics, Faculty of Sciences, University of Oviedo, Spain, 4. González Vega M./ Department of Electrical Engineering, Electronics and Communication Systems, Gijón, Spain, 5. Blanco Viejo C./ Department of Electrical Engineering, Electronics and Communication Systems, Gijón, Spain		
4. Direct regeneration of degraded lithium- ion battery cathodes with a multifunctional organic lithium salt	2023	1. Ji G./ Tsinghua University, China, 2. Wang J./ Tsinghua University, China, 3. Liang Z./ Frontiers Science Center for Transformative Molecules, School of Chemistry and Chemical Engineering, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai, China, 4. Jia K./ Tsinghua University, China, 5. Ma J./ Tsinghua University, China, 6. Zhuang Z./ Tsinghua University, China,	Nature Communications 14(1),584	5

ชื่อผลงาน	ปี ค.ศ.	ผู้แต่ง/สถาบัน	ชื่อวารสาร	จำนวนที่ ถูกอ้างอิง
		7. Zhou G./ Tsinghua University, China, 8. Cheng H.-M./ Shenzhen Institute of Advanced Technology, Chinese Academy of Science, Shenzhen, 518055, China		
5. HFCM-LSTM: A novel hybrid framework for state-of-health estimation of lithium-ion battery	2023	1. Gao M./ School of Electronics and Information, Hangzhou Dianzi University, China, 2. Bao Z./ School of Electronics and Information, Hangzhou Dianzi University, China, 3. Zhu C./ School of Electronics and Information, Hangzhou Dianzi University, China, 4. Jiang J./ School of Electronics and Information, Hangzhou Dianzi University, China, 5. He Z./ School of Electronics and Information, Hangzhou Dianzi University, China, 6. Dong Z./ School of Electronics and Information, Hangzhou Dianzi University, China, 7. Song Y./ Zhejiang Leapmotor Technology Co., Ltd, China	Energy Reports 9, pp. 2577-2590	0

เรื่องที่ 1 เป็นเรื่องเกี่ยวกับการอัดประจุแบบด่วนของแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนเชิงพาณิชย์ด้วยการรวมวิธีการสับเปลี่ยนแบบทันทีทางความร้อนและทำตัวเองให้ร้อนของแบตเตอรี่

เรื่องที่ 2 เป็นเรื่องเกี่ยวกับการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตลอดวงจรชีวิตของแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนของยานยนต์ไฟฟ้าในระดับโลกและระดับภูมิภาค

เรื่องที่ 3 เป็นเรื่องเกี่ยวกับการคาดการณ์สถานะการอัดประจุของเซลล์กักเก็บพลังงานโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องแบบ ABC/GBRT, ABC/MLP และ LASSO โดยเทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องแบบ ABC/GBRT ให้ผลดีที่สุดในการคาดการณ์สถานะการอัดประจุของเซลล์สะสมไฟฟ้า

เรื่องที่ 4 เป็นเรื่องเกี่ยวกับการฟื้นฟูของข้อบกพร่องของแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนที่เสื่อมสภาพให้เหมือนใหม่โดยการใช้เกลือลิเทียมอินทรีย์แบบเอนกประสงค์

เรื่องที่ 5 เป็นเรื่องเกี่ยวกับโครงสร้างแบบลูกผสมใหม่เพื่อการคาดคะเนสถานะสุขภาพของแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนเพื่อการใช้งานที่ปลอดภัยของยานยนต์ไฟฟ้า

จากผลงานวิจัยล่าสุด 5 ผลงานพบว่า 3 ใน 5 ผลงาน (ผลงานที่ 2 ผลงานที่ 4 และผลงานที่ 5) เป็นของผู้แต่งสังกัดสถาบันในสาธารณรัฐประชาชนจีน โดยสองเรื่องเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม คือ การประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนและวิธีการฟื้นฟูข้อบกพร่องของแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนที่จะให้ประโยชน์เชิงสิ่งแวดล้อมและเศรษฐกิจได้ดีกว่าวิธีการรีไซเคิล และอีกเรื่องเป็นเรื่องการคาดคะเนสถานะสุขภาพ (SOH) ของแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน ในขณะที่ผู้แต่งสังกัดสถาบันในสหรัฐอเมริกาทำการวิจัยเกี่ยวกับการอัดประจุแบบด่วนของแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนเชิงพาณิชย์ (ผลงานที่ 1) และผู้แต่งสังกัดสถาบันในราชอาณาจักรสเปนทำการวิจัยเกี่ยวกับการพยากรณ์สถานะการอัดประจุของเซลล์กักเก็บพลังงานด้วยวิธีการเรียนรู้ของเครื่องที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูล (ผลงานที่ 3) และผู้แต่งสังกัดสถาบันในแคนาดาร่วมวิจัยกับผู้แต่งสังกัดสถาบันในสาธารณรัฐประชาชนจีน (ผลงานที่ 2) เรื่องการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน

ผลงานวิจัยที่ถูกอ้างอิงสูงสุด 5 อันดับแรก

ในช่วงปี ค.ศ. 2020 – 2023 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้าที่มีการอ้างอิงสูงสุด 5 ชื่อเรื่องแรก สืบค้นโดยใช้คำค้น (“Electric vehicle” OR “Electric automobile” OR “Electric car”) AND (“Lithium ion battery”) เมื่อวันที่ 13 มิถุนายน 2566 ได้แก่

ชื่อผลงาน	ปี ค.ศ.	ผู้แต่ง/สถาบัน	ชื่อวารสาร	จำนวนที่ ถูกอ้างอิง
1. Opportunities and Challenges of Lithium Ion Batteries in Automotive Applications	2021	1. Masias A./ Electrification Subsystem and Power Supply Department, Ford Motor Company, Dearborn, United States, 2. Marcicki J./ Battery Cell Integration and Testing Department, Ford Motor Company, Dearborn, United States, 3. Paxton W.A./ Emerging Technology Integration, Ford Greenfield Laboratories, Ford Motor Company, Palo Alto, United States	ACS Energy Letters 6(2), pp. 621-630	282
2. Lithium-ion batteries – Current state of the art and anticipated developments	2020	1. Armand M./ Basque Research and Technology Alliance (BRTA), Spain 2. Axmann P./ Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW), Germany 3. Bresser D./ Helmholtz Institute Ulm (HIU), Germany/ Karlsruhe Institute of Technology (KIT), Germany 4. Copley M./ WMG, University of Warwick, United Kingdom,	Journal of Power Sources 479,228708	268

ชื่อผลงาน	ปี ค.ศ.	ผู้แต่ง/สถาบัน	ชื่อวารสาร	จำนวนที่ ถูกอ้างอิง
		5. Edström K./ Department of Chemistry-Ångström Laboratory, Uppsala University, Sweden, 6. Ekberg C./ Nuclear Chemistry and Industrial Material Recycling, Department of Chemistry and Chemical Engineering, Chalmers University of Technology, Gothenburg, Sweden, 7. Guyomard D./ Université de Nantes, CNRS, Institut des Matériaux Jean Rouxel, France, 8. Lestriez B./ Université de Nantes, CNRS, Institut des Matériaux Jean Rouxel, France, 9. Novák P./ Paul Scherrer Institute, Switzerland, 10. Petranikova M./ Nuclear Chemistry and Industrial Material Recycling, Department of Chemistry and Chemical Engineering, Chalmers University of Technology, Gothenburg, Sweden, 11. Porcher W./ Université Grenoble Alpes, CEA-Liten, France, 12. Trabesinger S./ Paul Scherrer Institute, Switzerland,		

ชื่อผลงาน	ปี ค.ศ.	ผู้แต่ง/สถาบัน	ชื่อวารสาร	จำนวนที่ ถูกอ้างอิง
		13. Wohlfahrt-Mehrens M./ Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden- Württemberg (ZSW), Germany, 14. Zhang H./ Basque Research and Technology Alliance (BRTA), Spain		
3. A Data-Driven Approach with Uncertainty Quantification for Predicting Future Capacities and Remaining Useful Life of Lithium- ion Battery	2021	1. Liu K./ University of Warwick, Coventry, United Kingdom, 2. Shang Y./ Shandong University, Shandong, China, 3. Ouyang Q./ Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing, China, 4. Widanage W.D./ University of Warwick, United Kingdom	IEEE Transactions on Industrial Electronics 68(4),9040661, pp. 3170-3180	263
4. Ni-Rich/Co-Poor Layered Cathode for Automotive Li- ion Batteries: Promises and Challenges	2020	1. Wang X./ College of Materials Science and Engineering, Hunan University, Changsha, 410082, China, 2. Ding Y.-L./ College of Materials Science and Engineering, Hunan University, Changsha, 410082, China, 3. Deng Y.-P./ Department of Chemical Engineering, University of Waterloo, 200 University Avenue West, Waterloo, N2L 3G1, ON, Canada,	Advanced Energy Materials 10(12),1903864	226

ชื่อผลงาน	ปี ค.ศ.	ผู้แต่ง/สถาบัน	ชื่อวารสาร	จำนวนที่ ถูกอ้างอิง
		4. Chen Z./ Department of Chemical Engineering, University of Waterloo, 200 University Avenue West, Waterloo, N2L 3G1, ON, Canada		
5. Recycling of mixed cathode lithium-ion batteries for electric vehicles: Current status and future outlook	2020	1. Or T./ Department of Chemical Engineering, University of Waterloo, Waterloo, ON, Canada, 2. Gourley S.W.D./ Department of Chemical Engineering, University of Waterloo, Waterloo, ON, Canada, 3. Kaliyappan K./ Department of Chemical Engineering, University of Waterloo, Waterloo, ON, Canada, 4. Yu A./ Department of Chemical Engineering, University of Waterloo, Waterloo, ON, Canada, 5. Chen Z./ Department of Chemical Engineering, University of Waterloo, Waterloo, ON, Canada	Carbon Energy 2(1), pp. 6-43	225

จากผลงานวิจัยเกี่ยวกับแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้าในช่วงปี ค.ศ. 2020 - 2023 ที่ได้รับการอ้างอิงสูงสุด 5 อันดับแรก พบว่า ผู้แต่งสังกัดสถาบันในสาธารณรัฐประชาชนจีนเป็นผู้แต่งของ 2 ผลงาน (ผลงานอันดับที่ 3 และผลงานอันดับที่ 4) ผู้แต่งสังกัดสถาบันในสหราชอาณาจักรเป็นผู้แต่งของ 2 ผลงาน (ผลงานอันดับที่ 2 และผลงานอันดับที่ 3) ผู้แต่งสังกัดสถาบันในแคนาดาเป็นผู้แต่งของ 2 ผลงาน (ผลงานอันดับที่ 4 และผลงานอันดับที่ 5) ผู้แต่งสังกัดสถาบันในสหรัฐอเมริกาเป็นผู้แต่งของ 1 ผลงาน (ผลงานอันดับที่ 1) และผู้แต่งสังกัดสถาบันในราชอาณาจักร

สเปน สหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี ราชอาณาจักรสวีเดน สาธารณรัฐฝรั่งเศส และสวิตเซอร์แลนด์เป็นผู้แต่งของ 1 ผลงาน (ผลงานอันดับที่ 2)

เรื่องถูกอ้างอิงมากที่สุดอันดับที่ 1 เป็นเรื่องเกี่ยวกับการประเมินโอกาสและความท้าทายที่เหลื่อมอยู่ในการเปลี่ยนแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนที่เหมาะสมสำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้ามาใช้สำหรับกลุ่มยานยนต์ในแง่ของพลังงาน อายุการใช้งาน ต้นทุน ความปลอดภัย และความสามารถในการอัดประจุแบบรวดเร็ว

ผลงานอันดับที่ 2 เป็นเรื่องเกี่ยวกับแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนซึ่งมีการปรับปรุงความหนาแน่นของพลังงานอย่างต่อเนื่องและลดต้นทุนอย่างรวดเร็ว ภาพรวมแนวโน้มล่าสุดเกี่ยวกับวัสดุที่ทำปฏิกิริยาสำหรับขั้วไฟฟ้าลบและบวกและอิเล็กทรอนิกส์ กระบวนการผลิตขั้วไฟฟ้า เงื่อนไขที่สำคัญสำหรับแบตเตอรี่ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ความท้าทายที่ยังเหลื่อมอยู่ และการเสนอแนะทิศทางที่น่าจะเป็นได้สำหรับการพัฒนาปรับปรุงต่อไป ตัววัดประสิทธิภาพของเซลล์ลิเทียมไอออนเชิงพาณิชย์ แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาเทคโนโลยีนี้ในอนาคต และตัวชี้วัดประสิทธิภาพหลักในระยะกลางและระยะยาว

ผลงานอันดับที่ 3 เป็นเรื่องเกี่ยวกับการพยากรณ์ความจุในอนาคตและอายุการใช้งานที่เหลื่อมของแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนโดยวิธีขับเคลื่อนด้วยข้อมูลด้วยการนำสิ่งที่ไม่แน่นอนมาแสดงเป็นปริมาณ โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องขั้นสูง และการหาโมเดลที่สามารถพยากรณ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ผลงานอันดับที่ 4 เป็นเรื่องเกี่ยวกับการศึกษาวัสดุทำขั้วแคโทดที่เป็นชั้นที่ประกอบด้วยนิเกิลในปริมาณสูง/โคบอลต์ในปริมาณต่ำซึ่งจะทำให้ความจุสูงขึ้นและต้นทุนแบตเตอรี่ต่ำลง โดยศึกษาใน 5 ด้าน – ความหนาแน่นของพลังงาน ความสามารถในการอัดประจุแบบรวดเร็ว อายุการใช้งาน ทรัพยากรแต่ละชนิด และความปลอดภัย

ผลงานอันดับที่ 5 เป็นเรื่องเกี่ยวกับกลยุทธ์การรีไซเคิลโลหะจากขั้วแคโทดโลหะผสมของแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน โดยใช้โลหวิทยาการละลายที่มีรอยเท้าของสิ่งแวดล้อมและการใช้พลังงานต่ำ

จากผลงานวิจัยที่ถูกอ้างอิงมากที่สุด 5 อันดับแรก พบว่า มีผลงานเกี่ยวกับความหนาแน่นของพลังงานและต้นทุนของแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนในยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 3 ผลงาน (ผลงานอันดับที่ 1 ผลงานอันดับที่ 3 และผลงานอันดับที่ 4) อายุการใช้งานที่เหลื่อมอยู่ จำนวน 3 ผลงาน (ผลงานอันดับที่ 1 ผลงานอันดับที่ 3 และผลงานอันดับที่ 4) ความปลอดภัยและการอัดประจุแบบรวดเร็ว จำนวน 2 ผลงาน (ผลงานอันดับที่ 1 และผลงานอันดับที่ 4) การวัดประสิทธิภาพของแบตเตอรี่/การวินิจฉัยสุขภาพของแบตเตอรี่ จำนวน 2 ผลงาน (ผลงานอันดับที่ 2 และผลงานอันดับที่ 3) มีผลงานเกี่ยวกับแบตเตอรี่ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม/การรีไซเคิล จำนวน 2 ผลงาน (ผลงานอันดับที่ 2 และผลงานอันดับที่ 5) และการใช้วิธีการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) ในการพยากรณ์ความจุในอนาคตและอายุการใช้งานที่เหลื่อมอยู่ของแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน (ผลงานอันดับที่ 3)

ผู้แต่งที่มีจำนวนผลงานมากที่สุด 5 อันดับแรก

สำหรับผู้แต่งที่มีจำนวนผลงานที่เกี่ยวข้องกับแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้ามากที่สุด 5 อันดับแรก โดยใช้คำค้น (“Electric vehicle” OR “Electric automobile” OR “Electric car”) AND (“Lithium ion battery”) ในช่วงปี ค.ศ. 2020 – 2023 สืบค้นเมื่อวันที่ 13 มิถุนายน 2566 ได้แก่

ผู้แต่ง	จำนวน ผลงาน	สถาบันที่สังกัด	จำนวนที่ถูก อ้างอิง	h-index
1. Zheng, Y.	48	University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai, China	5,617	39
2. Ouyang, M.	47	Tsinghua University, Beijing, China	31,356	86
3. Han, X.	41	Tsinghua University, Beijing, China	12,054	49
4. Feng, X.	39	Tsinghua University, Beijing, China	11,867	51
5. Lai, X.	37	University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai, China	2,061	25

พบว่าผู้แต่งอันดับที่ 1 - อันดับที่ 5 เป็นผู้แต่งที่สังกัดสถาบันในสาธารณรัฐประชาชนจีน โดย ผู้แต่งจำนวน 3 อันดับ (อันดับที่ 2 - อันดับที่ 4) สังกัด Tsinghua University และผู้แต่งจำนวน 2 อันดับ (อันดับที่ 1 และอันดับที่ 5) สังกัด University of Shanghai for Science and Technology

สถาบันที่มีจำนวนผลงานมากที่สุด 5 อันดับแรก

สำหรับสถาบันที่มีจำนวนผลงานที่เกี่ยวข้องกับแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้ามากที่สุด 5 อันดับแรก โดยใช้คำค้น (“Electric vehicle” OR “Electric automobile” OR “Electric car”) AND (“Lithium ion battery”) ในช่วงปี ค.ศ. 2020 – 2023 สืบค้นเมื่อวันที่ 13 มิถุนายน 2566 ได้แก่

สถาบันที่สังกัด	ประเทศ	จำนวนผลงาน
1. Tsinghua University	สาธารณรัฐประชาชนจีน	178
2. Ministry of Education China	สาธารณรัฐประชาชนจีน	161
3. Beijing Institute of Technology	สาธารณรัฐประชาชนจีน	148
4. Chinese Academy of Sciences	สาธารณรัฐประชาชนจีน	133
5. Central South University	สาธารณรัฐประชาชนจีน	81

พบว่าอันดับที่ 1 - อันดับที่ 5 เป็นสถาบันในสาธารณรัฐประชาชนจีน โดย Tsinghua University มีผลงานมากที่สุดเป็นอันดับที่ 1 ต่างจาก Ministry of Education China ซึ่งเป็นอันดับที่ 2 คิดเป็นร้อยละ 10.6 ในขณะที่ Ministry of Education China และ Beijing Institute of Technology (อันดับที่ 2 และอันดับที่ 3) มีจำนวนผลงานแตกต่างกันคิดเป็นร้อยละ 8.8 Beijing Institute of Technology และ Chinese Academy of Sciences (อันดับที่ 3 และอันดับที่ 4) มีจำนวนผลงานแตกต่างกันคิดเป็นร้อยละ 11.3 Chinese Academy of Sciences และ Central South University (อันดับที่ 4 และอันดับที่ 5) มีจำนวนผลงานแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญคิดเป็นร้อยละ 64.2 แสดงให้เห็นว่าสาธารณรัฐประชาชนจีนให้ความสำคัญกับการวิจัยเกี่ยวกับแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้าเป็นอย่างมากในระดับสถาบัน เพื่อการพัฒนาอุตสาหกรรมผลิตแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้าและแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น

ประเทศที่มีจำนวนผลงานมากที่สุด 5 อันดับแรก

ประเทศที่มีผลงานในฐานข้อมูล Scopus เกี่ยวข้องกับแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้ามากที่สุด 5 อันดับแรก โดยใช้คำค้น (“Electric vehicle” OR “Electric automobile” OR “Electric car”) AND (“Lithium ion battery”) ในช่วงปี ค.ศ. 2020 – 2023 สืบค้นเมื่อวันที่ 13 มิถุนายน 2566 ได้แก่

ประเทศ	จำนวนผลงาน
1. สาธารณรัฐประชาชนจีน	2,174
2. สาธารณรัฐอินเดีย	724
3. สหรัฐอเมริกา	682
4. สหราชอาณาจักร	370
5. สหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี	320

พบว่าสาธารณรัฐประชาชนจีนมีผลงานมากที่สุด ซึ่งมากกว่าของสาธารณรัฐอินเดีย ซึ่งเป็นอันดับที่ 2 คิดเป็นร้อยละ 200.3 สาธารณรัฐอินเดียมีจำนวนผลงานมากกว่าของสหรัฐอเมริกาซึ่งเป็นอันดับที่ 3 คิดเป็นร้อยละ 6.2 สหรัฐอเมริกามีจำนวนผลงานมากกว่าของสหราชอาณาจักรซึ่งเป็นอันดับที่ 4 คิดเป็นร้อยละ 84.3 สหราชอาณาจักรมีจำนวนผลงานมากกว่าสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนีซึ่งเป็นอันดับที่ 5 คิดเป็นร้อยละ 15.6 แสดงให้เห็นว่า สาธารณรัฐประชาชนจีนเป็นผู้นำที่โดดเด่นทางด้านการวิจัยเกี่ยวกับแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้าโดยมีจำนวนผลงานในช่วงปี ค.ศ. 2020 – 2023 แตกต่างจากสาธารณรัฐอินเดียที่เป็นอันดับที่ 2 ร้อยละ 200.3 ในขณะที่สาธารณรัฐอินเดียและสหรัฐอเมริกา (อันดับที่ 2 และอันดับที่ 3) มีจำนวนผลงานแตกต่างกันเพียงร้อยละ 6.2 แต่สหรัฐอเมริกาและสหราชอาณาจักร (อันดับที่ 3 และอันดับที่ 4) มีจำนวนผลงานแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญคิดเป็นร้อยละ 84.3 สาธารณรัฐประชาชนจีนเป็นผู้ผลิตแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้ารายใหญ่ที่สุดของ

โลกสหราชอาณาจักรและสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี (อันดับที่ 4 และอันดับที่ 5) มีจำนวนผลงานแตกต่างกันคิดเป็นร้อยละ 15.6 การที่สาธารณรัฐประชาชนจีนเป็นผู้นำที่โดดเด่นทางด้านการวิจัยเกี่ยวกับแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้า นั้นสอดคล้องกับที่สาธารณรัฐประชาชนจีนเป็นผู้ผลิตแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้ารายใหญ่ที่สุดของโลก

สรุปแนวโน้มการวิจัย

การวิจัยเกี่ยวกับแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้าจากการสืบค้นโดยใช้คำค้น (“Electric vehicle” OR “Electric automobile” OR “Electric car”) AND (“Lithium ion battery”) สืบค้นเมื่อวันที่ 13 มิถุนายน 2566 พบว่ามีการเติบโตสูงขึ้นมากอย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะใน 3 ปีที่ผ่านมา หรือในช่วงปี ค.ศ. 2020 – 2023 ที่มีจำนวนผลงานวิจัยเฉลี่ยต่อปีคิดเป็น 1,491 ผลงาน/ปี สูงกว่าผลงานวิจัยเฉลี่ยต่อปีในช่วงปี ค.ศ. 1992 – 2022 (จำนวน 314 ผลงาน/ปี) คิดเป็นร้อยละ 374.8 สรุปแนวโน้มของผลงานวิจัยของโลกที่เกี่ยวกับแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้าจากฐานข้อมูล Scopus ในช่วงปี ค.ศ. 2020-2022 ด้านผลงานวิจัยล่าสุด 5 อันดับ และผลงานวิจัยที่ได้รับการอ้างอิงมากที่สุด 5 อันดับแรก เรื่องที่มีการทำวิจัยมากที่สุดในสิบเรื่องนี้เป็นเรื่องเกี่ยวกับความหนาแน่นของพลังงานซึ่งจะมีผลกระทบต่อระยะทางในการขับขี่ และการเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม/การรีไซเคิล มีการวิจัยเกี่ยวกับการประเมินผลกระทบของต่อสิ่งแวดล้อมตลอดวงจรชีวิตสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าที่ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ การใช้เกลือลิเทียมออร์แกนิกในการฟื้นฟูขั้วแคโทดของแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนที่เสื่อมสภาพ ซึ่งดีกว่าวิธีรีไซเคิลแบบดั้งเดิมในเชิงเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม รองลงมาเป็นเรื่องเกี่ยวกับต้นทุนของแบตเตอรี่ อายุการใช้งานที่เหลืออยู่ การอัดประจุแบบรวดเร็ว และความปลอดภัย รองลงมาเป็นเรื่องเกี่ยวกับการพยากรณ์สถานะสุขภาพของแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนซึ่งมีความสำคัญต่อความปลอดภัยของการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า การพยากรณ์สถานะการอัดประจุของเซลล์สะสมไฟฟ้า การวัดประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ และการใช้การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) ซึ่งขับเคลื่อนด้วยข้อมูลในการพยากรณ์สถานะในการอัดประจุ ความจุในอนาคต และอายุการใช้งานที่เหลืออยู่ของแบตเตอรี่ ด้วยการสร้างโมเดลที่สามารถพยากรณ์อายุการใช้งานที่เหลืออยู่และความจุของแบตเตอรี่ในอนาคตได้อย่างแม่นยำ

จากการวิเคราะห์ผู้แต่งที่มีจำนวนผลงานมากที่สุด 5 อันดับแรก สถาบันที่มีจำนวนผลงานมากที่สุด 5 อันดับแรก และประเทศที่มีจำนวนผลงานมากที่สุด 5 อันดับแรก ในช่วงปี ค.ศ. 2020 – 2023 พบว่าสาธารณรัฐประชาชนจีนเป็นผู้นำที่โดดเด่นมากเหนือประเทศอื่นๆ ในการวิจัยเกี่ยวกับแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้า โดยพิจารณาจากจำนวนผลงานวิจัย และมีอีกหลายประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา แคนาดา ราชอาณาจักรสเปน ที่ให้ความสำคัญกับการวิจัยใหม่ ๆ และสร้างสรรค์ผลงานที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาการวิจัยเกี่ยวกับแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้า คือ เป็นผลงานที่ได้รับการอ้างอิงสูง ซึ่งรวมถึง ผลงานของสหราชอาณาจักร สหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี สาธารณรัฐฝรั่งเศส และสวิตเซอร์แลนด์ การวิจัยเกี่ยวกับแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้าจึง

นับว่ามีความสำคัญและจะยังคงมีการดำเนินการอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากความต้องการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าที่ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่สูงมากขึ้น และเพื่อช่วยแก้ปัญหาหลายประเด็นที่ยังคงมีอยู่ของแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้า และจากการนำวิธีการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) และการสร้างโมเดลมาช่วยพยากรณ์สถานะสุขภาพ (SOH) สถานะการอัดประจุ (SOC) ความจุในอนาคต และอายุการใช้งานที่เหลืออยู่ของแบตเตอรี่ ทำให้การวิจัยร่วมระหว่างสาขาวิชาเคมีและคอมพิวเตอร์หรือที่เกี่ยวข้องมีความจำเป็นมากขึ้น

รายการอ้างอิง

- นางลักษณ์ มีทอง. (2553). วัสดุสำหรับแบตเตอรี่ชนิดลิเทียมไอออน. *วารสารเทคโนโลยีวัสดุ*, 16(60), 52-60.
https://www2.mtec.or.th/th/e-magazine/admin/upload/252_52-60.pdf
- วัชรภรณ์ สันทนา. (2564, 21 เมษายน). “แบตเตอรี่สังกะสีไอออน” นวัตกรรมแบตเตอรี่ปลอดภัย. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. https://www.nstda.or.th/home/news_post/zink-ion-battery/
- ศูนย์การเรียนรู้เทคโนโลยีและนวัตกรรม เพื่อการพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้า. (ม.ป.ป.). *ความรู้ยานยนต์ไฟฟ้าเบื้องต้น โครงการศูนย์การเรียนรู้เทคโนโลยีและนวัตกรรมเพื่อการพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าสถาบันยานยนต์*. <https://www.thaiauto.or.th/2012/th/services/ev/pdf/ev-Intro.pdf>
- Coltura. (n.d.). *Addressing Concerns about Electric Vehicle Batteries*. <https://coltura.org/evbatteries/#:~:text=If%20EV%20batteries%20continue%20to,from%20disposal%20of%20used%20batteries.>
- International Energy Agency. (2022, July). *Global Supply Chains of EV Batteries*. <https://www.iea.org/reports/global-supply-chains-of-ev-batteries>
- Spring. (2564, 15 ธันวาคม). “EA” เปิดโรงงานผลิต “แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน” ใหญ่ที่สุดในอาเซียน. <https://www.springnews.co.th/pr-news/news/819117>
- Visual Capitalist. (2022, October 5). *The Top 10 EV Battery Manufacturers in 2022*. <https://www.visualcapitalist.com/the-top-10-ev-battery-manufacturers-in-2022/>