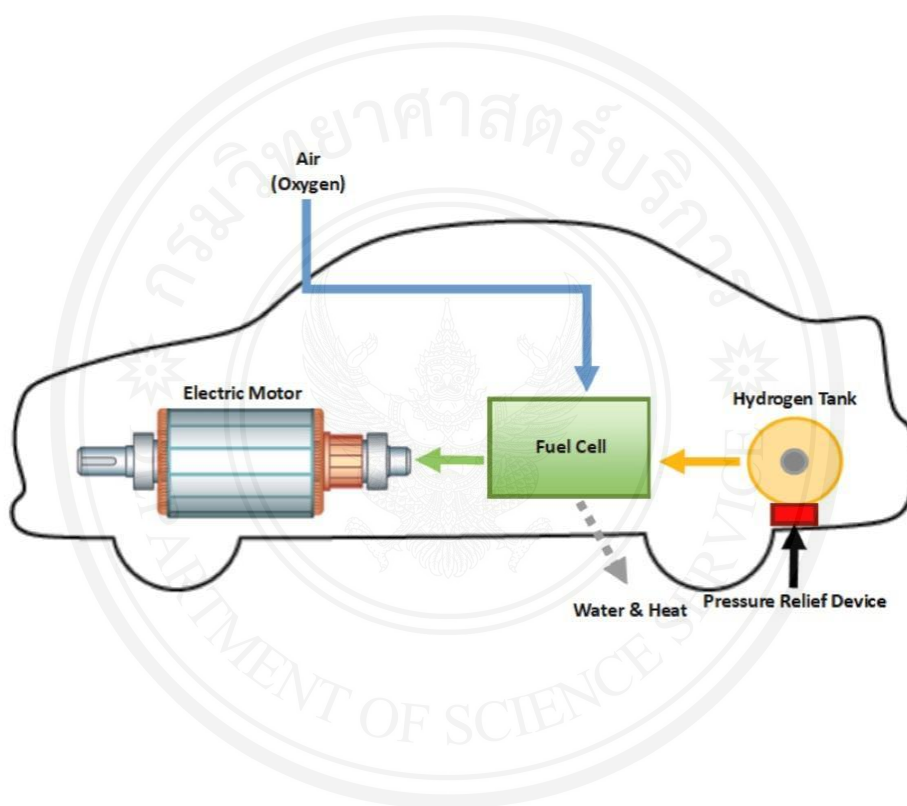


ประมวลสารสนเทศพร้อมใช้
พลังงานทดแทน : เซลล์เชื้อเพลิง

(Renewable Energy : Fuel Cell)



สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

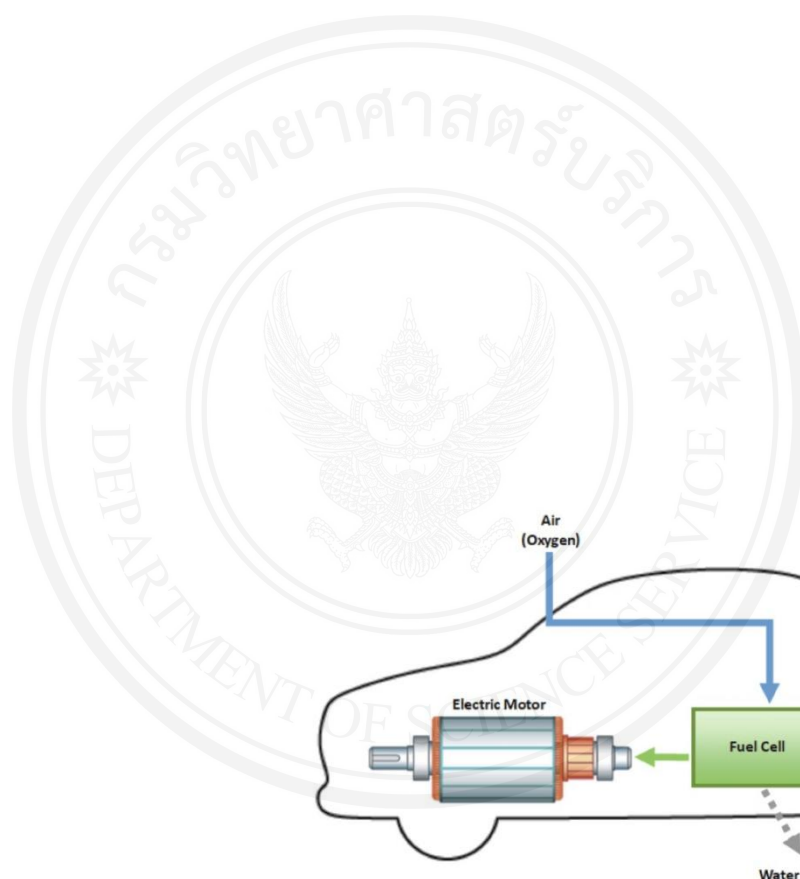
กรมวิทยาศาสตร์บริการ

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มกราคม 2562

ประมวลสารสนเทศพร้อมใช้
พลังงานทดแทน : เซลล์เชื้อเพลิง

(Renewable Energy : Fuel Cell)



สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มกราคม 2562

คำนำ

ประมวลสารสนเทศพร้อมใช้ เรื่อง “พลังงานทดแทน : เซลล์เชื้อเพลิง (Renewable Energy : Fuel Cell)” ฉบับนี้ ได้จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้ใช้ได้เข้าถึงสารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในรูปแบบที่เข้าใจได้ง่ายและสะดวกพร้อมใช้ เอกสารประมวลสารสนเทศพร้อมใช้ฉบับนี้ให้ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับ พลังงาน แหล่งพลังงาน และแหล่งพลังงานทดแทนทำมาจากกระบวนการผลิตเซรามิกสมัยใหม่ ในรูปแบบของพลังงาน เคมีเชื้อเพลิงหรือที่เรียกว่าเซลล์เชื้อเพลิง (Fuel cell) ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างหลากหลายทั้งในระบบ การคมนาคม การสำรวจอวกาศ แม้กระทั่งนำไปผลิตอุปกรณ์ทางการแพทย์

คณะผู้จัดทำหวังว่า ประมวลสารสนเทศพร้อมใช้ฉบับนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ใช้ที่สนใจศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับป้อนซีเมนต์ และสามารถดาวน์โหลดเอกสารฉบับเต็มได้ที่ http://siweb.dss.go.th/repack/repack_list.asp

กลุ่มสารสนเทศเฉพาะทาง

สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มกราคม 2562

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	1
คำสำคัญ	1
1. บทนำ	2
2. พลังงาน	2
2.1 ประเภทของพลังงาน	3
2.2 แหล่งพลังงานสำคัญของโลก	4
2.3 ปัจจัยที่ทำให้มีการพัฒนาเทคโนโลยีอย่างยั่งยืน	9
3. เซลล์เชื้อเพลิง	10
3.1 กำเนิดเซลล์เชื้อเพลิง	11
3.2 หลักการทำงานเซลล์เชื้อเพลิง	12
3.3 ประเภทของเซลล์เชื้อเพลิง	13
3.4 ข้อดีของการใช้เซลล์เชื้อเพลิง	15
4. เซลล์เชื้อเพลิงและการนำไปใช้	16
4.1 หุ่นยนต์เซลล์เชื้อเพลิง	16
4.2 แหล่งพลังงานแบบพกพาและงานสำรวจอวกาศ	17
4.3 ระบบยานพาหนะ	19
4.4 แหล่งพลังงานในเครื่องมือทางการแพทย์ที่ฝังในร่างกาย	21
4.5 การขนส่งและการผลิตพลังงาน	22
5. บทสรุป	23
เอกสารอ้างอิง	24

พลังงานทดแทน : เซลล์เชื้อเพลิง

(Renewable Energy : Fuel Cell)

บทคัดย่อ

พลังงานเป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงชีวิต การเดินทาง การติดต่อสื่อสาร รวมไปถึงการผลิตสิ่งของในการอุปโภคบริโภค พลังงานหรือเชื้อเพลิงมีอยู่หลายชนิด ทั้งชนิดที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ เช่น เชื้อเพลิงจากถ่านหิน แก๊สธรรมชาติ หรือน้ำมันดิบ หรือเป็นพลังงานที่เกิดจากการแปลงจากรูปแบบอื่น ที่เรียกว่าพลังงานทดแทน เช่น พลังงานลม พลังงานน้ำ พลังงานความร้อน พลังงานเคมีเชื้อเพลิง เพื่อให้เกิดเป็นพลังงานไฟฟ้า เป็นต้น ปัจจัยที่ผลักดันทำให้เกิดการคิดค้นพลังงานทดแทน เนื่องจากพลังงานที่ได้มาจากแหล่งธรรมชาตินั้นมีโอกาสที่จะหมดไปได้ ด้วยเหตุนี้เพื่อความยั่งยืนในด้านพลังงานจึงทำให้เกิดการคิดค้นและพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม สร้างพลังงานทดแทนให้เกิดขึ้นและใช้ได้จริง โดยตัวอย่างหนึ่งที่เป็นพลังงานทดแทนในรูปของพลังงานเคมีเชื้อเพลิงคือ เซลล์เชื้อเพลิง (Fuel cell) โดยมีหลักในการสร้าง รวมถึงชนิดของเซลล์เชื้อเพลิงที่สามารถประยุกต์ใช้ได้หลากหลายด้าน เช่น การนำไปใช้ผลิตพลังงานด้านการคมนาคม การผลิตรถยนต์ระบบไฮโดรเจน การทำแบตเตอรี่สำรองที่มีอายุการใช้งานยาวนาน อุปกรณ์ทางการแพทย์ หรือแม้กระทั่งนำไปใช้กับยานอวกาศอีกด้วย

คำสำคัญ : เซลล์เชื้อเพลิง; พลังงาน; พลังงานทดแทน

Keywords : Fuel cell; Energy; Renewable Energy

พลังงานทดแทน : เซลล์เชื้อเพลิง

1. บทนำ

พลังงานเป็นปัจจัยสำคัญของสิ่งมีชีวิต ที่ทำให้สิ่งมีชีวิตเกิดขึ้นและดำรงอยู่บน โลกได้ การใช้พลังงานเกิดขึ้นตั้งแต่การกำเนิดของสิ่งมีชีวิต ตั้งแต่การสร้างพลังงานภายในที่สะสมจากการเผาผลาญอาหาร ในส่วนการใช้พลังงานภายนอกนั้นมนุษย์ก็นำพลังงานไปใช้ในรูปของการหุงต้มอาหาร ให้ความอบอุ่น ให้แสงสว่าง นำไปแปรรูปสิ่งอุปโภคบริโภค เพื่อสร้างความสะดวกสบาย ในการดำรงอยู่ โดยมีแหล่งพลังงานธรรมชาติรอบตัวได้แก่ พลังงานจากแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานน้ำ จากการทับถมกันของซากพืชซากสัตว์มาเป็นเวลานานจนได้แหล่งพลังงานเช่น น้ำมันดิบ ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ เป็นต้น และต่อมามนุษย์ก็มีการคิดค้นการสร้างพลังงาน การจัดการ การจัดเก็บ โดยใช้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม มาประดิษฐ์คิดค้น เพื่อความยั่งยืนของทรัพยากรด้านพลังงาน เช่น การแปลงพลังงานจากแสงอาทิตย์ให้เกิดเป็นพลังงานไฟฟ้า เป็นต้น ด้วยแรงผลักดันจากจำนวนประชากรที่สูงขึ้น ส่งผลให้มีการใช้พลังงานอย่างฟุ่มเฟือยและมีการบริโภคที่มากขึ้นซึ่งอาจทำให้เกิดปัญหาวิกฤตการณ์ขาดแคลนพลังงานได้ เพราะแหล่งพลังงานธรรมชาติไม่สามารถสร้างขึ้นมาทดแทนได้ในเวลาอันสั้น ด้วยเหตุนี้จึงมีการคิดและสร้างแหล่งพลังงานทดแทน เพื่อให้มนุษย์มีพลังงานใช้ได้อย่างต่อเนื่องและมั่นคง ซึ่งตัวอย่างการสร้างพลังงานทดแทนคือ การสร้างเซลล์เชื้อเพลิง (Fuel cell) เพื่อคงพลังงานให้ไปสู่รุ่นต่อไปในอนาคต

2. พลังงาน

พลังงานเป็นสิ่งจำเป็นของมนุษย์ใน โลกปัจจุบันและทวีความสำคัญขึ้นเมื่อ โลกยิ่งพัฒนามากยิ่งขึ้น แหล่งพลังงานค่อย ๆ เปลี่ยนไปเป็นแหล่งพลังงานที่ต้องอาศัยเทคโนโลยีในการผลิตมากยิ่งขึ้น จากน้ำมันปิโตรเลียมไปเป็นพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นต้น ประเทศไทยมีแหล่งพลังงานหลายประเภทด้วยกัน แต่อาจจะมิในปริมาณค่อนข้างน้อย เมื่อเทียบกับประเทศอื่น ๆ บางครั้งวิกฤตการณ์ของโลกอาจจะทำให้ประเทศไทยได้รับอิทธิพลอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ทั้งนี้เพราะประเทศไทยยังต้องมีการสั่งน้ำมันเข้าเป็นจำนวนมาก ในชีวิตประจำวันของเราจำเป็นต้องใช้พลังงานในการทำกิจกรรมต่าง ๆ มากมาย ไม่ว่าจะเป็นการใช้พลังงานไฟฟ้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้าหรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ หรือการใช้พลังงานเชื้อเพลิงสำหรับรถยนต์พาหนะในการเดินทาง แล้วพลังงานไฟฟ้าหรือพลังงานเชื้อเพลิงเหล่านั้นมาจากไหนบ้าง และหากเราใช้ไปเรื่อย ๆ พลังงานเหล่านั้นจะมีวันหมดสิ้นไปหรือไม่

2.1 ประเภทของพลังงาน (ทรูปลูกปัญญา, 2560), (กองบรรณาธิการมติชน-ประชาชาติธุรกิจ, 2550)

พลังงานแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. พลังงานสิ้นเปลืองหรือพลังงานที่ใช้แล้วหมดไป (Non renewable energy)

พลังงานสิ้นเปลืองหรือพลังงานที่ใช้แล้วหมดไป พลังงานชนิดนี้ได้มาจากแหล่งพลังงานใต้พื้นดินที่มีการทับถมกันของซากพืชซากสัตว์มาเป็นเวลานานหรือฟอสซิล ไม่สามารถสร้างขึ้นมาทดแทนได้ในเวลาอันสั้น พลังงานพวกนี้ปกติแล้วจะอยู่ใต้ดิน ตัวอย่างแหล่งที่มาของพลังงานชนิดนี้ เช่น น้ำมันดิบ ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ



ภาพที่ 1 ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ

(ที่มา : www.pixabay.com)

2. พลังงานใช้ไม่หมด พลังงานทดแทน หรือ พลังงานหมุนเวียน (Renewable energy)

พลังงานใช้ไม่หมด พลังงานทดแทน หรือ พลังงานหมุนเวียน เป็นพลังงานที่ได้มาจากธรรมชาติรอบตัว ใช้ไม่หมดก็เพราะสามารถหามาทดแทนได้ ตัวอย่างแหล่งที่มาของพลังงานชนิดนี้ คือ ชีวมวล ลม น้ำ และแสงอาทิตย์ เช่น ปลูกป่าเอาไว้มาทำฟืน หรือปล่อยน้ำจากเขื่อนมาปั่นไฟ แล้วไหลลงทะเล กลายเป็นไอน้ำ และเป็นฝนตกลงมาสู่โลกอีก หรือแสงอาทิตย์ที่ได้รับจากดวงอาทิตย์อย่างไม่มีวันหมดสิ้น สามารถสร้างขึ้นมาทดแทนได้ในระยะเวลาสั้น ๆ



ภาพที่ 2 พลังงานลม พลังงานน้ำ

(ที่มา : www.pixabay.com)

2.2 แหล่งพลังงานสำคัญของโลก

1. พลังงานจากแสงอาทิตย์

ดวงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานขนาดใหญ่ มันแผ่รังสีความร้อนและแสงของมันมายังโลกโดยใช้เวลามากกว่า 8 นาทีในการเดินทาง พืชใช้แสงอาทิตย์นี้ในกระบวนการผลิตอาหารของพืช ส่วนมนุษย์สามารถนำแสงอาทิตย์มาผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้า ผ่านอุปกรณ์ที่เรียกว่าแผงโซลาร์เซลล์ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่จะเปลี่ยนแสงอาทิตย์ให้เป็นกระแสไฟฟ้าและนำไปเก็บไว้ในแบตเตอรี่ ก่อนจะนำไปใช้ทำกิจกรรมต่าง ๆ ในรูปแบบของพลังงานไฟฟ้าในชีวิตประจำวันได้

พลังงานจากแสงอาทิตย์เป็นพลังงานหมุนเวียนที่มีให้ใช้อย่างมากมาย และเป็นพลังงานสะอาดที่ไม่ก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม แต่ข้อจำกัดของการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ก็คือ ราคาของแผงโซลาร์เซลล์ที่ปัจจุบันยังมีราคาแพงอยู่ นอกจากนี้ในวันที่มีเมฆมากเราก็ยังไม่สามารถผลิตพลังงานจากแสงอาทิตย์ได้อีกด้วย และด้วยเหตุนี้ฟาร์มโซลาร์เซลล์หรือฟาร์มพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีขนาดใหญ่จึงมักอยู่ในเขตทะเลทราย



ภาพที่ 3 โซลาร์เซลล์
(ที่มา : www.pixabay.com)

2. พลังงานจากน้ำ

พลังงานจากน้ำในเขื่อน ไฟฟ้าพลังน้ำผลิตจากน้ำในเขื่อน โดยการเปิดให้น้ำจากเขื่อนซึ่งอยู่ในที่สูงไหลผ่านอุโมงเทอร์ไบน์ (Turbine) หรือกังหันน้ำ เพื่อผลิตเป็นกระแสไฟฟ้า ซึ่งการผลิตไฟฟ้าพลังน้ำนี้ไม่มีก๊าซอันตรายเป็นพิษเกิดขึ้น อย่างไรก็ตามการสร้างเขื่อนขนาดใหญ่ทำให้สิ่งแวดล้อมหรือป่าไม้ในบริเวณนั้นเปลี่ยนแปลงไป

พลังงานจากคลื่น พลังงานชนิดนี้ถูกผลิตขึ้นจากคลื่นในทะเลด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่า ชุดผลิตพลังไฟฟ้าจากพลังงานคลื่น ซึ่งมีลักษณะเหมือนทุ่นที่ลอยอยู่บนผิวน้ำ พลังงานจากคลื่นนี้เป็นพลังงานหมุนเวียนที่เป็น

มิตรต่อสิ่งแวดล้อม และไม่ก่อให้เกิดก๊าซที่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมหรือชั้นบรรยากาศ อย่างไรก็ตาม ใน การผลิตพลังงานจากคลื่นอาจมีผลต่อระบบนิเวศในทะเล และระบบการเดินเรือได้

พลังงานจากปรากฏการณ์น้ำขึ้นน้ำลง ในแต่ละวันจะเกิดน้ำขึ้นน้ำลง 2 ครั้ง ซึ่ง Generator หรือเครื่อง กำนัดไฟฟ้าจะเป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานจลน์จากการไหลขึ้น-ลงของน้ำ ให้เป็นพลังงานไฟฟ้าได้ โดย ปราศจากก๊าซที่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมหรือชั้นบรรยากาศ สำหรับการผลิตพลังงานไฟฟ้าจาก ปรากฏการณ์น้ำขึ้นน้ำลงนี้นิยมใช้กันในพื้นที่ชายฝั่งทะเล



ภาพที่ 4 เขื่อนผลิตไฟฟ้าพลังน้ำ

(ที่มา : www.pixabay.com)

3. พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล

พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล เช่น ถ่านหิน น้ำมันดิบ ก๊าซธรรมชาติ ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานที่ใช้แล้วมีวันหมดไป นอกจากนี้พลังงานจากถ่านหินและน้ำมันดิบก็ยังคงก่อให้เกิดก๊าซที่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม เป็นสาเหตุของปรากฏการณ์เรือนกระจกด้วย

สำหรับถ่านหิน มี 4 ชนิด ได้แก่

- พีต (Peat) เป็นถ่านหินที่อยู่ตื้นที่สุด มีปริมาณคาร์บอนเป็นส่วนประกอบอยู่ 60% ลักษณะของถ่านหินชนิดนี้ยังมีซากพืชให้เห็นเป็น โครงสร้างอยู่

- ลิกไนต์ (Lignite) เป็นถ่านหินที่มีคาร์บอนเป็นส่วนประกอบอยู่ 55-60% นอกจากนี้ยังมีกำมะถันและความชื้นสูง แต่มีคุณภาพต่ำ มักใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้าในโรงงานไฟฟ้า

- บิทูมินัส (Bituminous) เป็นถ่านหินสีดำสนิท เป็นมันวาว มีคุณภาพสูง ให้ค่าความร้อนสูงกว่าพีตและลิกไนต์เมื่อเผาไหม้ เนื่องจากมีคาร์บอนเป็นส่วนประกอบอยู่ถึง 80-90% มีธาตุกำมะถันต่ำ ใช้ในการถลุงโลหะหรือผลิตกระแสไฟฟ้า นอกจากนี้ยังมีถ่านหินประเภทซับบิทูมินัส (Sub-Bituminous) ซึ่งอยู่ระหว่างชั้นของลิกไนต์และบิทูมินัส โดยมีคุณภาพอยู่ระหว่างลิกไนต์และบิทูมินัส

- แอนทราไซต์ (Anthracite) เป็นถ่านหินที่มีคุณภาพดีที่สุด เนื่องจากอยู่ชั้นลึกที่สุดจึงถูกแรงกดดันและความร้อนใต้พิภพโลกอัดจนทำให้เหลือแต่คาร์บอน โดยมีปริมาณคาร์บอนเป็นส่วนประกอบอยู่ถึง 90% ขึ้นไป มีความชื้นต่ำ ให้ค่าความร้อนสูง สำหรับในประเทศไทยยังไม่พบถ่านหินแอนทราไซต์ แต่จะพบซมิแอนทราไซต์ซึ่งมีคุณภาพอยู่ระหว่างบิทูมินัสกับแอนทราไซต์

นอกจากนี้ยังมีเทคนิคการขุดเจาะเชื้อเพลิงฟอสซิลที่เรียกว่า Fracking ด้วย เป็นเทคนิคที่ใช้การฉีดน้ำใส่หินดินดานเพื่อให้หินแตกออก ซึ่งจะทำให้น้ำมันปล่องก๊าซรวมถึงน้ำมันดิบภายในออกมา แต่เทคนิคนี้มีการใช้น้ำในปริมาณที่มากเกินไป และยังไม่มีความปลอดภัย รวมทั้งอาจเป็นสาเหตุของแผ่นดินไหวขนาดเล็กด้วย จึงไม่เป็นที่นิยมนัก



ภาพที่ 5 ลิกไนต์ (Lignite) และเหมือง

(ที่มา : www.pixabay.com)

4. พลังงานจากลม

เมื่อใบพัดที่ติดอยู่กับกังหันลมเริ่มหมุนด้วยแรงลม จะทำให้เกิดการขับเคลื่อน Generator หรือเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จึงสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าออกมาได้ พลังงานลมนี้เป็นพลังงานหมุนเวียนที่ไม่มีวันหมดไป แต่ก็จำเป็นต้องใช้ลมในปริมาณมากเพื่อขับเคลื่อน Generator นอกจากนี้ยังพบว่าผู้คนบางส่วนอาจไม่ชอบนักที่จะมีกังหันลมขนาดใหญ่ตั้งอยู่ใกล้พื้นที่อาศัยของพวกเขา และมันยังส่งผลต่อความแปรปรวนของอุณหภูมิโดยรอบบริเวณนั้น เนื่องจากการหมุนของกังหันลมด้วย



ภาพที่ 6 กังหันลมกำเนิดไฟฟ้า

(ที่มา : www.pixabay.com)

5. พลังงานจากชีวมวล

พลังงานจากชีวมวลเป็นพลังงานที่ได้จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงตามธรรมชาติ เช่น ไม้ ซากพืช มูลสัตว์ รวมถึงขยะต่างๆ มักถูกนำมาใช้ในการปรุงอาหารในครัวเรือน หรือเป็นแหล่งเชื้อเพลิงในอุตสาหกรรม แต่พลังงานชนิดนี้จะสร้างคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่บรรยากาศเป็นจำนวนมาก เนื่องจากจุดเริ่มต้นของพลังงานเริ่มที่พืชรับพลังงานจากแสงอาทิตย์และเปลี่ยนคาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำให้ไปเป็นคาร์โบไฮเดรตสะสมอยู่ในตัวมันเอง ผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสง เมื่อพืชถูกเผาไหม้ คาร์บอนไดออกไซด์และน้ำที่สะสมอยู่จึงถูกปล่อยออกมาสู่บรรยากาศอีกครั้งนั่นเอง



ภาพที่ 7 ซากพืช มูลสัตว์
(ที่มา : www.pixabay.com)

6. พลังงานความร้อนใต้พิภพ

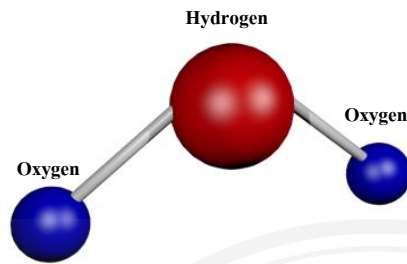
ภายใต้แผ่นเปลือกโลกนั้นมีความร้อนและแรงดันอยู่สูงมาก โดยปกติที่ความลึกประมาณ 30 กิโลเมตร จากผิวโลก จะมีอุณหภูมิเฉลี่ย 250-1,000 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตามความลึก ซึ่งมนุษย์สามารถนำความร้อนนี้มาใช้ให้กิจกรรมต่าง ๆ ได้ โดยความร้อนจากหินหนืดใต้โลก สามารถต้มน้ำให้เดือดกลายเป็นไอ และไอน้ำนี้จะไปหมุนกังหันและไปทำให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำงานผลิตกระแสไฟฟ้าได้



ภาพที่ 8 น้ำพุร้อน
(ที่มา : www.pixabay.com)

7. พลังงานจากไฮโดรเจน

ไฮโดรเจนเป็นส่วนประกอบของน้ำและสารประกอบอีกหลาย ๆ ชนิดบนโลก เราสามารถแยกไฮโดรเจนออกจากสารประกอบต่าง ๆ เช่น แยกไฮโดรเจนออกจากน้ำโดยการผ่านกระแสไฟฟ้าลงในน้ำ แล้วนำไฮโดรเจนมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้าใช้ในครัวเรือนหรือเป็นเชื้อเพลิงยานยนต์ได้



ภาพที่ 9 โครงสร้างอะตอมของน้ำ H_2O

(ที่มา : www.pixabay.com)

8. พลังงานจากปฏิกิริยานิวเคลียร์

พลังงานนิวเคลียร์ที่เรานำมาใช้กันอยู่ในปัจจุบัน เป็นพลังงานที่เกิดจากปฏิกิริยานิวเคลียร์แบบฟิชชัน ซึ่งจะสร้างความร้อนและกระแสไฟฟ้าออกมา แต่ก็ยังมีข้อถกเถียงในเรื่องของความปลอดภัยในการใช้งาน และกระบวนการผลิตของพลังงานชนิดนี้ อย่างไรก็ตาม มันก็ยังคงเป็นพลังงานที่ทรงประสิทธิภาพ เนื่องจากเป็นแหล่งพลังงานปริมาณมหาศาลสำหรับผู้คนบนโลก อีกทั้งมันยังไม่ได้ปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาสู่ชั้นบรรยากาศหรือมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกด้วย



ภาพที่ 10 เตาปฏิกิริยานิวเคลียร์

(ที่มา : www.pixabay.com)

2.3 ปัจจัยที่ทำให้มีการพัฒนาเทคโนโลยีด้านพลังงานอย่างยั่งยืน (สมชาติ โสภณรณฤทธิ, 2550)

1. ประชากรโลก

จำนวนประชากรที่เพิ่มมากขึ้นเป็นสาเหตุหลักประการหนึ่งที่ทำให้อัตราความต้องการใช้พลังงานสูงมากขึ้นเป็นเงาตามตัว ข้อมูลขององค์การสหประชาชาติ ระบุว่าในปี พ.ศ. 2493 (ค.ศ.1950) ประชากรโลกมีจำนวน 3,000 ล้านคน และคาดว่าในปี พ.ศ. 2593 (ค.ศ.2050) ประชากรโลกจะมีปริมาณ 9,000 ล้านคน (ปัจจุบันองค์การสหประชาชาติ (UN) ประมาณการว่าประชากรโลกมีจำนวนราวๆ 7,300 ล้านคน ณ เดือนกรกฎาคม ค.ศ. 2015) ซึ่งสังเกตได้ว่าระยะเวลาประมาณ 100 ปี จำนวนประชากรเพิ่มขึ้นถึง 3 เท่า ยิ่งกว่านั้น ประชากรโลกที่เพิ่มขึ้นส่วนใหญ่ไม่ได้อาศัยอยู่ในประเทศที่พัฒนาแล้วแต่อยู่ในประเทศที่กำลังพัฒนาและด้อยพัฒนา ซึ่งต้องการพลังงานต่อหัวในอัตราที่เพิ่มขึ้น

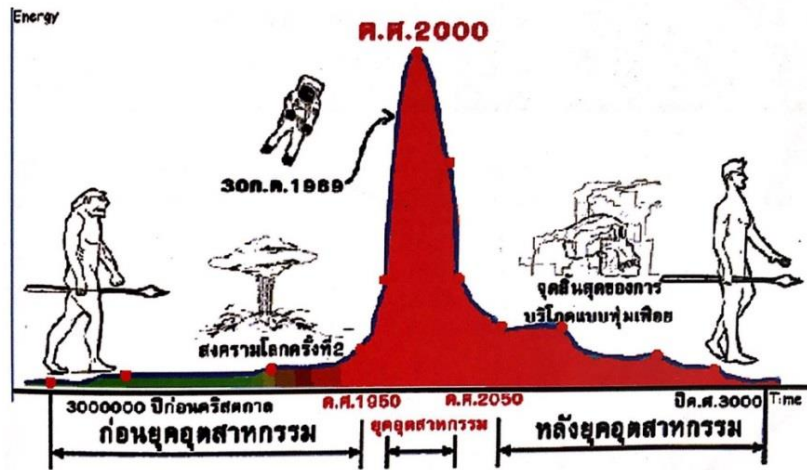
พลังงานที่ใช้ในการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์โลกมาจากเชื้อเพลิงหลายประเภท ได้แก่ ถ่านหิน น้ำมันปิโตรเลียม แก๊สธรรมชาติ ไฟฟ้า และอื่นๆ โดยการใช้พลังงานมีปริมาณเพิ่มขึ้นทุกปี

2. การปล่อยแก๊สเรือนกระจก

ช่วงก่อนยุคอุตสาหกรรมปริมาณความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศมีค่าประมาณ 280 ส่วนในล้านส่วน เนื่องจากความก้าวหน้าทางด้านอุตสาหกรรมและเทคโนโลยีก่อให้เกิดความต้องการพลังงานและการใช้เชื้อเพลิงอย่างมากมาย ในปี พ.ศ.2550 บรรยากาศได้รับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ไว้จนกระทั่งมีความเข้มข้น 375 ส่วนในล้านส่วน และมีแนวโน้มว่าถ้าไม่มีการดำเนินการใดๆแล้ว แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศจะมีความเข้มข้นเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ได้มีความพยายามในหลายๆประเทศและหลายองค์กร ที่ณรงค์ให้มีการควบคุมการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จากการเผาไหม้ให้อยู่ระดับ 500 ± 50 ส่วนในล้านส่วน ภายในปี พ.ศ.2593 เชื่อกันว่าถ้ามนุษยโลกไม่ร่วมมือร่วมใจกัน ในการควบคุมการปล่อยแก๊สเรือนกระจก ปัญหา Climate change และ Global warming ที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน และทวีความรุนแรงขึ้นเรื่อยๆ จะก่อให้เกิดความหายนะอย่างใหญ่หลวงแก่มวลมนุษยชาติ

3. แหล่งเชื้อเพลิงปิโตรเลียม

ตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบันมีความคิดเห็นที่ขัดแย้งกันเกี่ยวกับปริมาณสำรองเชื้อเพลิงปิโตรเลียมที่ยังเหลืออยู่ใต้พื้นโลก โดยหัวข้อที่ได้แย้งกันคือ น้ำมันจะมีใช้ได้ต่อไปอีกนานสักเท่าใด ฝ่ายหนึ่งเป็นกลุ่มธรณีวิทยาชั้นนำมีความเห็นว่าปริมาณน้ำมันสำรองน่าจะมีใช้ได้ต่อไปได้อีกประมาณ 40 ปีและแก๊สธรรมชาติสามารถใช้ได้ต่อไปได้อีก 60 ปี (ตั้งแต่ปี พ.ศ.2550) ส่วนอีกฝ่ายหนึ่งเป็นกลุ่มนักเศรษฐศาสตร์ที่เชื่อว่า ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีจะช่วยให้มนุษยโลกมีน้ำมันและแก๊สใช้ได้ต่อไปได้ในช่วงเวลาที่นานกว่านั้น



ภาพที่ 11 สถานการณ์พลังงานตั้งแต่อดีต ปัจจุบัน และอนาคต
(ที่มา : ศาสตราจารย์ ดร. สุนทร บุญญธิการและคณะ, 2545)

ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีถูกประดิษฐ์คิดค้นขึ้นมากมายเพื่อสนองความต้องการของมนุษย์และสร้างความสะดวกสบายในชีวิตประจำวัน ซึ่งการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีนั้นจำเป็นต้องแลกมาด้วย “พลังงาน” จึงกล่าวได้ว่าพลังงานมีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อมนุษย์และขณะที่ความต้องการการบริโภคพลังงานทวีจำนวนมากยิ่งขึ้น อันเป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรและความเจริญทางเทคโนโลยี แต่แหล่งพลังงานที่มีกลับมีปริมาณลดลงและมีแนวโน้มว่าจะหมดไป จากภาพที่ 11 แสดงให้เห็นว่าการใช้พลังงานของโลกมีการนำพลังงานจากธรรมชาติมาใช้ตั้งแต่คริสต์ศตวรรษที่ 18 จนถึงปัจจุบัน ซึ่งเป็นการนำพลังงานมาใช้อย่างฟุ่มเฟือย โดยพลังงานส่วนใหญ่ถูกนำไปบริโภคเป็นพลังงานที่ใช้แล้วหมดไป เช่น น้ำมันและแก๊สธรรมชาติ เป็นต้น ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานที่ไม่สามารถสร้างขึ้นได้ในระยะเวลาอันสั้นจากสถานการณ์ดังกล่าว จึงทำให้เกิดการพัฒนาทางเทคโนโลยีให้มีพลังงานแบบยั่งยืน (ศาสตราจารย์ ดร. สุนทร บุญญธิการและคณะ, 2545)

3. เซลล์เชื้อเพลิง (Fuel cell) (นุชนภา ตั้งบริบูรณ์ , 2556)

ความน่าสนใจในการพัฒนาเซลล์เชื้อเพลิงคือเซลล์เชื้อเพลิงเป็นพลังงานสะอาดปราศจากมลพิษทางสิ่งแวดล้อม เป็นการเพิ่มทางเลือกทางด้านพลังงาน เนื่องจากพลังงานที่มีใช้ในทุกวันนี้ทั้งแก๊สธรรมชาติและน้ำมันปิโตรเลียมมีปริมาณจำกัดไม่เพียงพอต่อการใช้งาน รวมทั้งปัญหาเรื่องการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมจากกระบวนการเผาไหม้หรือการสันดาปที่ไม่สมบูรณ์ ทำให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมทั้ง น้ำ อากาศและดิน รวมทั้งสุขอนามัยของสิ่งมีชีวิตบนโลกด้วยเช่นกัน คงถึงเวลาแล้วที่ทุกฝ่ายจะร่วมมือกันพัฒนาพลังงานชนิดใหม่ซึ่ง

เป็นพลังงานทางเลือกและเป็นพลังงานสีเขียว (Green energy) ซึ่งมีหลากหลายชนิดได้แก่ พลังงานจากแสงอาทิตย์ น้ำ ชีวภาพ มวลสัตว์ ตลอดจนพลังงานจากเซลล์เชื้อเพลิง (Fuel cell)

3.1 กำเนิดเซลล์เชื้อเพลิง (สุภาภรณ์ เลขพัฒน์ และ สมบัติ ทิมทรัพย์, 2556)

กว่า 170 ปีมาแล้ว Sir William Robert Grove ศาสตราจารย์สาขาปรัชญาการทดลองที่ The Royal Institution ในกรุงลอนดอน ทำการผลิตและทดลองเซลล์เชื้อเพลิงเป็นครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ. 1838 ต่อมาท่านได้รับการยกย่องว่าเป็นบิดาแห่งเซลล์เชื้อเพลิงท่านทำการทดลองในเรื่องกระบวนการอิเล็กโทรไลซิส (Electrolysis) โดยใช้กระแสไฟฟ้าแยกน้ำให้เป็นไฮโดรเจนและออกซิเจน อันนำมาสู่อุปกรณ์ชิ้นหนึ่งที่ต่อมาเรียกว่า “เซลล์เชื้อเพลิง” โดยคิดผลิตกระแสไฟฟ้าจากปฏิกิริยาระหว่างออกซิเจนกับไฮโดรเจน จากสมมุติฐานของความเป็นไปได้ของการทำกระบวนการอิเล็กโทรไลซิสย้อนกลับ เพื่อทดสอบแนวคิดนี้ ท่านจึงวางแผ่นแพลตินัม 2 แผ่น ไว้ในขวดที่ปิดแยกกัน ขวดหนึ่งมีไฮโดรเจนและอีกขวดหนึ่งมีออกซิเจน เมื่อขวดสองอันนี้ถูกจุ่มรวมกันด้วยซัลฟูริกเจือจาง ทำให้เกิดการไหลของกระแสไฟฟ้าระหว่างขั้วทั้งสอง และเกิดน้ำขึ้นในขวดที่บรรจุก๊าซทั้งสอง เพื่อจะเพิ่มศักย์ไฟฟ้าที่มีค่าต่ำที่ผลิตออกมาจึงได้ต่ออุปกรณ์เหล่านี้ในแบบอนุกรมกัน และเรียกอุปกรณ์นี้ว่า “ก๊าซแบตเตอรี่” ซึ่งเป็นต้นแบบของเซลล์เชื้อเพลิงในปัจจุบัน



ภาพที่ 12 Sir William Robert

นอกจากนี้ยังมีนักวิจัยอีกหลายคนที่ได้เป็นผู้ประดิษฐ์ค้นค้นเซลล์เชื้อเพลิง โดยใช้อิเล็กโทรไลต์ต่างกันไป เช่น Ludwid Mond และ Charles Langer ประดิษฐ์เซลล์เชื้อเพลิงที่ใช้งานได้จริง โดยการใช้อากาศและก๊าซถ่านหิน William White Jacques ใช้กรดฟอสฟอริกเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์เป็นคนแรก Bauer และ Preis ประดิษฐ์เซลล์เชื้อเพลิงชนิด Solid Oxide electrolyte Francis Thomas Bacon ได้ประดิษฐ์เซลล์เชื้อเพลิงโดยใช้แอลคาไลน์เป็น อิเล็กโทรไลต์ และใช้นิกเกิล เป็นอิเล็กโทรด Davtyan ได้พัฒนา Mixed carbonates and oxides with sand separator work basis for post-war fuel cell work ในปี ค.ศ. 1945 ในปี ค.ศ. 1950

หลักการการทำงานของเซลล์เชื้อเพลิงที่ Grove ได้คิดไว้ได้รับความสนใจอีกครั้ง โดยความต้องการเทคโนโลยีระบบพลังงานไฟฟ้าขนาดเล็กเพื่อใช้งานด้านอวกาศและการทหาร ยานอวกาศและเรือดำน้ำ ต้องการระบบพลังงานไฟฟ้าซึ่งต้องไม่ใช่เทคโนโลยีเครื่องยนต์สันดาปภายใน และอีก 10 ปี ต่อมาองค์การ

นาซ่า (National Aeronautics and Space Administration, NASA) ได้ทุ่มงบประมาณถึง 10 ล้านเหรียญสหรัฐ เพื่อพัฒนาเชื้อเพลิงสำหรับโครงการ Apollo ซึ่งใช้หลักการของ Bacon เพื่อผลิตน้ำดื่มและพลังงาน และเป็นเทคโนโลยีที่ปฏิวัติการใช้พลังงานของโลกในอนาคต United Technologies (UTX) เป็นบริษัทแรกที่ได้ผลิตเซลล์เชื้อเพลิง และสร้างเซลล์เชื้อเพลิงให้องค์การนาซ่า

3.2 หลักการทำงานของเซลล์เชื้อเพลิง (อรณิข เผือกคง, 2560)

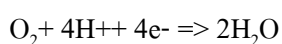
เซลล์เชื้อเพลิง (Fuel cells) คือ อุปกรณ์ที่ผลิตพลังงานไฟฟ้าผ่านกระบวนการทางเคมีไฟฟ้า โดยการเปลี่ยนโมเลกุลไฮโดรเจนและออกซิเจนให้กลายเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยไม่ผ่านปฏิกิริยาการเผาไหม้ จึงไม่ก่อให้เกิดมลภาวะทางอากาศ จึงเป็นพลังงานสะอาด และยังมีประสิทธิภาพสูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้พลังงานจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงถึง 2-3 เท่า

สารตั้งต้นที่ใช้โดยทั่วไปในเซลล์เชื้อเพลิงได้แก่ ก๊าซ H_2 ที่ด้าน Anode และก๊าซ O_2 ที่ด้าน Cathode โดยปกติแล้วเมื่อมีสารตั้งต้นไหลเข้าสู่ระบบ สารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นก็จะไหลออกจากระบบไปด้วย ดังนั้นการทำงานของเซลล์เชื้อเพลิงจึงดำเนินต่อไปได้เรื่อยๆ トラบเท่าที่เราสามารถควบคุมการไหลได้

การทำงานของเซลล์เชื้อเพลิง ประกอบไปด้วย 4 ส่วนที่สำคัญ ได้แก่

1. ขั้วแอโนด (Anode) เป็นขั้วลบ มีหน้าที่ส่งอิเล็กตรอนออกจากขั้ว โดยอิเล็กตรอนได้จากปฏิกิริยาออกซิเดชัน คือ $H_2 \Rightarrow 2H^{++} + 2e^-$ โดยที่ขั้วจะมีช่องที่ติดกับตัวเร่งปฏิกิริยาซึ่งฉาบอยู่บนผิวหน้าของเยื่อแลกเปลี่ยนโปรตอน ปฏิกิริยาจะเกิดขึ้นเมื่อผ่านก๊าซไฮโดรเจนเข้าไป

2. ขั้วแคโทด (Cathode) เป็นขั้วบวก โดยมีช่องติดกับเยื่อแลกเปลี่ยนโปรตอน ทำหน้าที่รับโปรตอนและก๊าซออกซิเจนซึ่งถูกปล่อยออกมาที่ผิวหน้าของเยื่อซึ่งฉาบตัวเร่งปฏิกิริยาเอาไว้ และทำหน้าที่รับอิเล็กตรอนกลับมาจากวงจรภายนอก เพื่อรวมกันเป็นน้ำ ดังปฏิกิริยารีดักชัน

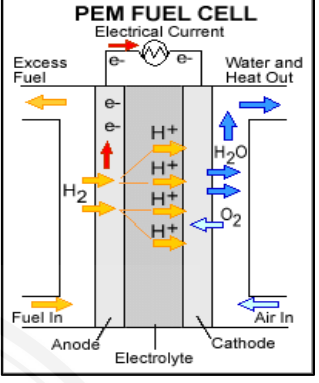
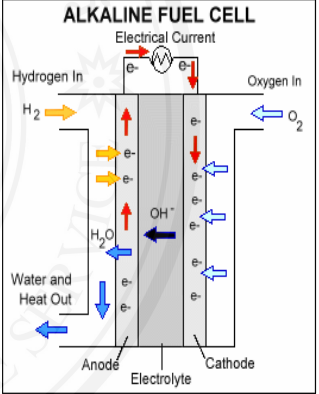
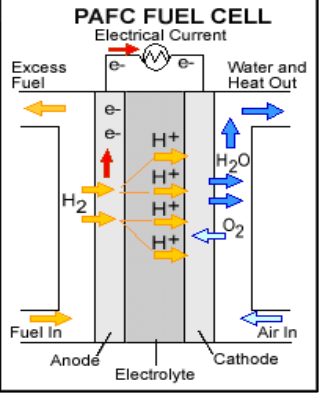


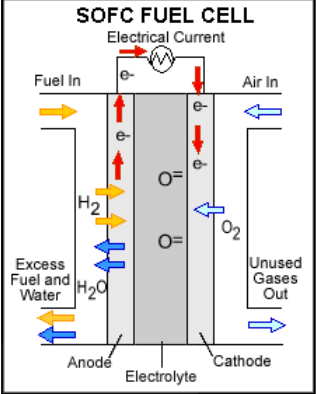
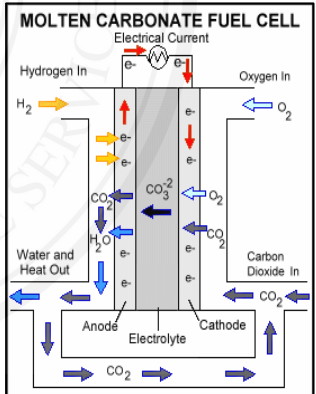
3. สารพาประจุ (Electrolyte) เป็นสารที่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของไอออนชนิดต่างๆ และเป็นส่วนที่เซลล์เชื้อเพลิงแต่ละประเภทแตกต่างกัน โดยประเภทที่เรากล่าวถึงอยู่นี้ สารพาประจุ จะเป็นเพียงเยื่อแลกเปลี่ยนโปรตอน (Proton exchange membrane) เท่านั้น ซึ่งมีลักษณะเหมือนแผ่นพลาสติก โดยจะให้โปรตอนผ่านได้ แต่จะไม่ยอมให้อิเล็กตรอนผ่าน

4. ตัวเร่งปฏิกิริยา (Catalyst) เป็นตัวช่วยให้ปฏิกิริยาในขั้นตอนต่างๆ เกิดได้ดียิ่งขึ้น ส่วนใหญ่จะเป็นผงแพลทินัมเคลือบอยู่บนเยื่อแลกเปลี่ยนโปรตอน ซึ่งจะมีลักษณะขรุขระเพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวในการสัมผัสกับก๊าซไฮโดรเจน และ ออกซิเจน

3.3 ประเภทของเซลล์เชื้อเพลิง (อรณิซ เผือกคง, 2560), (กองบรรณาธิการ นสพ. กรุงเทพมหานคร, 2551)

การแบ่งชนิดของเซลล์เชื้อเพลิง จะแบ่งตามสารเคมีที่ใช้ในการผลิตพลังงาน ได้แก่

ลำดับ	ชนิดของเซลล์เชื้อเพลิง	ภาพประกอบ
1	<p>Proton exchange membrane fuel cell (PEMFC)</p> <p>เป็นชนิดที่ได้รับความนิยมและจะถูกนำไปใช้ในรถยนต์ในอนาคต</p>	 <p>ภาพที่ 13 Proton exchange membrane fuel cell (PEMFC)</p>
2	<p>Alkaline fuel cell (AFC)</p> <p>เป็นชนิดแรกที่มีการสร้างขึ้นมา เคยถูกใช้ในโครงการอวกาศของสหรัฐในช่วงปี 1960 แต่เนื่องระบบไวต่อการปนเปื้อนมาก จึงต้องใช้ไฮโดรเจนและออกซิเจนบริสุทธิ์เท่านั้น ทำให้ระบบมีราคาสูงมาก ไม่สามารถนำมาขายในท้องตลาดได้</p>	 <p>ภาพที่ 14 Alkaline fuel cell (AFC)</p>
3	<p>Phosphoric-acid fuel cell (PAFC)</p> <p>เป็นระบบที่มีแนวโน้มที่จะถูกนำไปใช้ในสถานีไฟฟ้าขนาดเล็ก เนื่องจากทำงานที่อุณหภูมิสูงกว่าแบบ PEMFC ทำให้ต้องใช้เวลานานในการอุ่นระบบที่นานกว่า ทำให้มันไม่เสถียรในการนำมาใช้ในรถยนต์</p>	 <p>ภาพที่ 15 Phosphoric-acid fuel cell (PAFC)</p>

ลำดับ	ชนิดของเซลล์เชื้อเพลิง	ภาพประกอบ
4	<p>Solid oxide fuel cell (SOFC)</p> <p>เป็นระบบที่เหมาะสมในการนำมาใช้ในสถานีไฟฟ้าขนาดใหญ่เนื่องจากสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้มาก แต่เซลล์ไฟฟ้าชนิดนี้ทำงานที่อุณหภูมิที่สูงมาก(ประมาณ 1,832 F, 1,000 C) ทำให้มีปัญหาเรื่องเสถียรภาพ แต่ก็มีข้อดีตรงที่ว่า ใอน้ำอุณหภูมิสูงที่เป็นผลผลิตจากกระบวนการนี้ สามารถนำไปใช้ปั่นกังหันก๊าซต่อได้ ทำให้ประสิทธิภาพของระบบเพิ่มขึ้นอย่างมาก</p>	 <p>ภาพที่ 16 Solid oxide fuel cell (SOFC)</p>
5	<p>Molten carbonate fuel cell (MCFC)</p> <p>เป็นอีกประเภทหนึ่งที่เหมาะสมสำหรับสถานีไฟฟ้าขนาดใหญ่ แต่ชนิดนี้ทำงานที่อุณหภูมิต่ำกว่าคือที่ประมาณ 1,112 F หรือ 600 C และยังสามารถให้อุณหภูมิความร้อนสูงเพื่อมาช่วยผลิตกระแสไฟฟ้าได้อีกด้วย และเนื่องจากทำงานที่อุณหภูมิต่ำกว่า SOFC ทำให้ไม่ต้องใช้วัสดุพิเศษ จึงทำให้ระบบนี้ใช้งบประมาณที่น้อยกว่า</p>	 <p>ภาพที่ 17 Molten carbonate fuel cell (MCFC)</p>

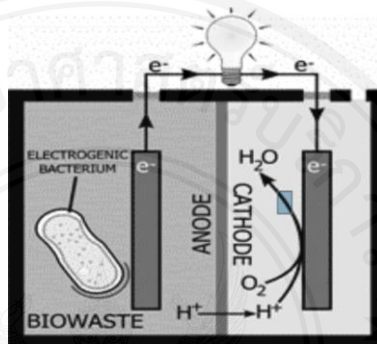
3.4 ข้อดีของการใช้เซลล์เชื้อเพลิง (นุชนภา ตั่งบริบูรณ์, 2556)

1. ได้พลังงานที่มีความปลอดภัย
2. ลดการนำเข้าแก๊สธรรมชาติและน้ำมันดิบ
3. พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้มีความน่าเชื่อถือในการให้กระแสไฟฟ้าสำหรับการใช้งานได้อย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพสูง
4. ราคาต้นทุนในการติดตั้งไม่แพง
5. กำลังการผลิตสูงสามารถใช้กับอุตสาหกรรมยานยนต์เพื่อทดแทนการใช้น้ำมันเบนซิน ดีเซล หรือเครื่องยนต์ระบบไฮบริด รวมทั้งระบบการสำรองกระแสไฟฟ้า
6. เชื้อเพลิงหรือวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเซลล์เชื้อเพลิงคือ ก๊าซไฮโดรเจนและก๊าซออกซิเจนที่สามารถเตรียมได้จากหลายแหล่ง
7. ระบบการเดินเครื่องของเซลล์เชื้อเพลิงเงียบ ลดปัญหาเรื่องทางมลพิษทางเสียง ต่างจากระบบการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ที่มีเสียงค่อนข้างดัง
8. อัตราส่วนระหว่างการใช้เชื้อเพลิงต่อกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ด้วยเซลล์เชื้อเพลิงค่อนข้างสูงมากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ และอาจมีผลพลอยได้ (by product) คือความร้อนเกิดขึ้นระหว่างกระบวนการผลิตสูงประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์และเป็นความร้อนที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ (recycle) เป็นการประหยัดพลังงานได้อีกขั้นตอนหนึ่ง
9. ไม่มีการปลดปล่อย (emission) ก๊าซพิษ ได้แก่ NO_x , SO_2 ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดปัญหาฝนกรดออกจากระบบเซลล์เชื้อเพลิง เป็นการลดปัญหามลพิษทางสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ระบบยังไม่มีคาร์บอนหรือเขม่าที่เกิดจากการเผาไหม้เนื่องจากการสันดาปของเครื่องยนต์ที่ไม่สมบูรณ์ลดปัญหาภาวะโลกร้อนจากก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
10. เซลล์เชื้อเพลิงสามารถถูกออกแบบให้มีขนาด รูปร่าง และรูปแบบพอเหมาะกับตำแหน่งหรือจุดที่ต้องการติดตั้งเซลล์เชื้อเพลิงได้อย่างดีและเซลล์เชื้อเพลิงมีน้ำหนักเบาจากระบบเครื่องยนต์หรือมอเตอร์ที่ใช้น้ำมัน

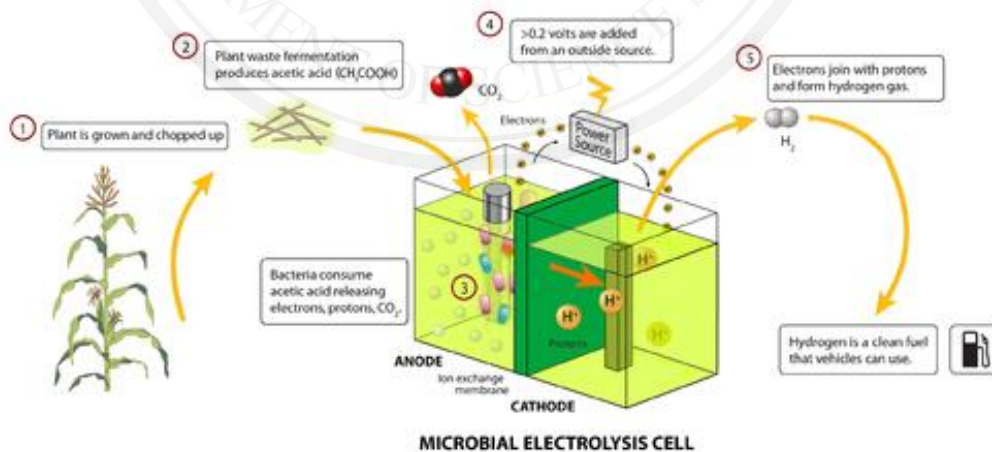
4. เซลล์เชื้อเพลิงและการนำไปใช้

4.1 หุ่นยนต์เซลล์เชื้อเพลิง (ผกาวิไล แก้วกันเนตร และอรวรรณ ผาจันทร์, 2553)

เซลล์เชื้อเพลิงแบคทีเรีย (Microbial Fuel Cell) เมื่อเติมน้ำเสียที่ผ่านการปรับสภาพเข้าไปยังถังปฏิกรณ์ในส่วนของแอโนดแล้วจุลินทรีย์จะย่อยสลายสารอินทรีย์เพื่อเป็นพลังงาน ในขณะที่จะปล่อยอิเล็กตรอนและโปรตอนออกมา โปรตอนจะเคลื่อนที่ผ่านเมมเบรนไปยังขั้วบวก (Cathode) ขณะที่อิเล็กตรอนจะผ่านขั้วลบ (anode) และจะผ่านเข้าวงจรเพื่อไปจับกับโปรตอนที่ขั้วบวก และในส่วนขั้วบวกโปรตอนที่เป็นอนุมูลอิสระไฮโดรเจน (Ionized hydrogen) และอิเล็กตรอนจะทำปฏิกิริยากับก๊าซออกซิเจนเกิดเป็นน้ำ ซึ่งทำให้เกิดความต่างศักย์ (voltage) ที่ทำให้อิเล็กตรอนไหลเวียนไปได้เรื่อยๆทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องด้วย ดังแสดงในภาพที่ 18 และ 19



ภาพที่ 18 การผลิตกระแสไฟฟ้าโดยเซลล์เชื้อเพลิงชีวภาพ
(ที่มา : ผกาวิไล แก้วกันเนตร และอรวรรณ ผาจันทร์, 2553)



ภาพที่ 19 การผลิตกระแสไฟฟ้าจากการหมักวัตถุดิบ
ทางการเกษตร โดยใช้จุลินทรีย์ เพื่อให้ผลิตกระแสไฟฟ้าผ่านเซลล์เชื้อเพลิงชีวภาพ
(ที่มา : <http://www.peswiki.com/>)

เนื่องจากในขณะนี้เซลล์เชื้อเพลิงชีวภาพยังอยู่ระหว่างการวิจัยและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง และด้วยประสิทธิภาพของเซลล์เชื้อเพลิงในอนาคตเซลล์เชื้อเพลิงชีวภาพจึงมีโอกาสที่จะมาแทนที่เซลล์แบตเตอรี่ที่ใช้กันในปัจจุบัน และอาจนำมาใช้เป็นแหล่งพลังงานแก่เครื่องชาร์จแบตเตอรี่หรือใช้เป็นแหล่งพลังงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็ก เช่น นาฬิกา เครื่องคิดเลข และ โทรศัพท์มือถือ ปัจจุบันกำลังมีผู้คิดค้นนำระบบเซลล์เชื้อเพลิงชีวภาพไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในการทำหุ่นยนต์คักจับแมลง โดยหุ่นยนต์ตัวนี้จะถูกสร้างให้มีลักษณะคล้ายต้นหม้อข้าวหม้อแกงลิง ซึ่งเมื่อแมลงหลุดเข้าไป เอนไซม์ก็จะถูกปล่อยออกมาย่อยตัวแมลง แล้วนำสารอินทรีย์ในตัวแมลงออกมาใช้ผลิตกระแสไฟฟ้า โดยผ่านเซลล์เชื้อเพลิงชีวภาพแมลงที่บินเข้ามา ก็จะกลายเป็นอาหารของหุ่นยนต์ ดังแสดงในภาพที่ 20



ภาพที่ 20 หุ่นยนต์คักแมลงโดยใช้หลักการของเซลล์เชื้อเพลิงชีวภาพ (ศกวาดิ แก้วกันเนตร และอรวรรณ ผาจันทร์, 2553)

4.2 แหล่งพลังงานแบบพกพา (Portable Fuel Cells: Mobile Phone, Laptops, UPS) และการสำรวจอวกาศ (Space Applications) (พลากร พรหมเมศรี วศ.ม., 2555)

เซลล์เชื้อเพลิงจะถูกนำไปใช้กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น คอมพิวเตอร์แบบพกพา โทรศัพท์มือถือ เครื่องช่วยฟัง หรือเครื่องสำรองพลังงานไฟฟ้า (Uninterruptible Power Supply) ซึ่งสามารถใช้งานได้ยาวนานกว่าแบตเตอรี่ และสามารถประจุไฟฟ้าได้ใหม่อย่างรวดเร็ว แสดงดังภาพที่ 21

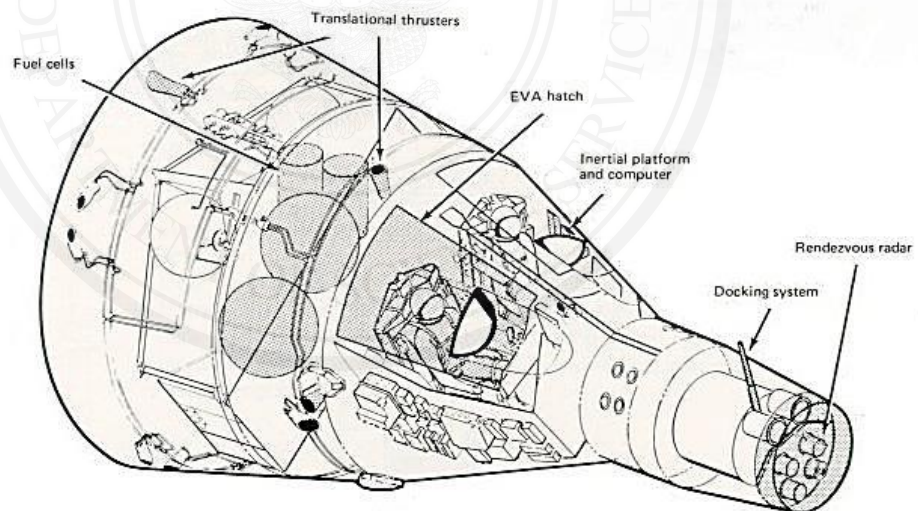
งานทางด้านการศึกษาอวกาศ (Space Applications) Simon & Nored (1987) กล่าวว่า ในสาขาวิศวกรรมการบินและอวกาศ เซลล์เชื้อเพลิงได้มีการนำไปใช้งานกับโครงการอวกาศโครงการที่ 2 ของสหรัฐอเมริกา ประกาศในเดือนมกราคม ปี ค.ศ. 1962 ซึ่งเป็นโครงการที่ส่งมนุษย์อวกาศครั้งละ 2 คน เพื่อทำภารกิจต่าง ๆ และใช้ชื่อโครงการว่า “GEMINI” เนื่องจากทศวรรษที่ 1960 การทำงานของเซลล์เชื้อเพลิงมีความน่าสนใจเป็นอย่างมากเนื่องจากจะได้ผลลัพธ์ในการทำงานเป็นน้ำออกมาในสภาวะแวดล้อมปิด และยังสามารถสร้างพลังงานไฟฟ้าด้วยเชื้อเพลิงไฮโดรเจนและออกซิเจนซึ่งมีความ

หนาแน่นของพลังงานสูง ส่งผลให้มีประสิทธิภาพสูงเช่นกัน เนื่องจากการที่มีประสิทธิภาพในการทำงานสูง เซลล์เชื้อเพลิงยังคงสามารถใช้ประโยชน์ในการประยุกต์ใช้ในยานอวกาศขนาดใหญ่ที่มีการกิจสั้น ๆ ปัจจุบันการพัฒนาเซลล์เชื้อเพลิงแบบเยื่ออิเล็กโทรไลต์พอลิเมอร์ ยังคงมีการพัฒนาอยู่สำหรับการใช้งานในอวกาศที่มีสถานะที่แตกต่างกันออกไป แสดงดังภาพที่ 22



ภาพที่ 21 เซลล์เชื้อเพลิงขนาดเล็กที่ใช้กับโทรศัพท์เคลื่อนที่และคอมพิวเตอร์แบบพกพา

ที่มา: <http://www.fuelcellstore.com/horizon-minipak-fuel-cell-phone-charger>



ภาพที่ 22 เซลล์เชื้อเพลิงขนาดเล็กที่ใช้ยานอวกาศ

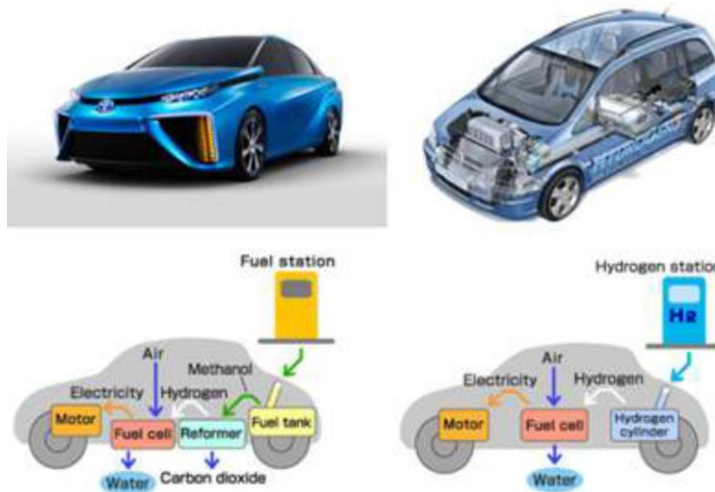
(ที่มา: <https://history.nasa.gov/SP-350/ch-2-4.html>)

4.3 ระบบยานพาหนะ (Transportation Applications : Cars and Buses) (พลากร พรหมเมศรี วศ.ม. , 2555)

เซลล์เชื้อเพลิงได้ถูกนำมาทดสอบ เพื่อจะใช้แทนที่เครื่องยนต์เบนซินและเครื่องยนต์ดีเซล มีลักษณะคล้ายกับรถยนต์พลังงานไฟฟ้า ต่างกันเพียงแต่ใช้เซลล์เชื้อเพลิงแทนแบตเตอรี่ และใช้เมทานอลเป็นเชื้อเพลิง เครื่องยนต์ที่ใช้พลังงานจากเซลล์เชื้อเพลิงเป็นเครื่องยนต์สะอาด เนื่องจากไม่มีการจุดระเบิดและไม่มีการเผาไหม้ นอกจากนี้ยังไม่มีชิ้นส่วนอุปกรณ์ใด ๆ เคลื่อนไหวและประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ซึ่งใช้เซลล์เชื้อเพลิงอาจสูงกว่าเครื่องยนต์เผาไหม้ประมาณ 1-3 เท่า เพราะใช้หลักการทำงานเปลี่ยนพลังงานเชื้อเพลิงให้เป็นพลังงานกลก่อน แล้วจึงเปลี่ยนมาเป็นพลังงานไฟฟ้าอีกทีหนึ่ง

เครื่องยนต์ที่ใช้แปลงพลังงานชนิดนี้มีประสิทธิภาพโดยรวมอยู่ในระดับ 30-35 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น แต่เซลล์เชื้อเพลิงมีหลักการทำงานโดยการเปลี่ยนพลังงานจากเชื้อเพลิงเป็นพลังงานไฟฟ้าโดยตรงจึงได้ประสิทธิภาพที่สูงกว่าอาจถึง 80 เปอร์เซ็นต์ เพราะเป็นการแปรผันพลังงานทางเคมีโดยตรง และรถชนิดนี้สามารถรับกำลังและแรงบิดได้มากกว่ารถไฟฟ้าทั่วไป ไม่ว่าจะเป็นรถขับเคลื่อนแบบ 2 ล้อ หรือ 4 ล้อ แต่ปัญหาสำคัญ คือเมทานอลมีราคาที่สูง และเป็นสารไวไฟ ซึ่งต้องมีกระบวนการในการจัดการเชื้อเพลิงเป็นอย่างดี

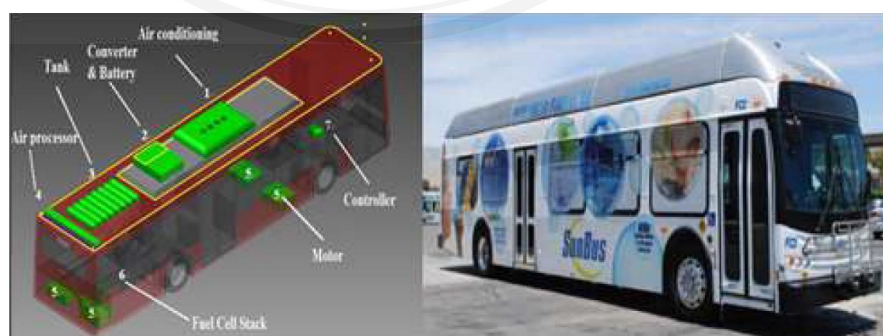
ผู้ผลิตยานยนต์ชั้นนำของโลกส่วนใหญ่ได้มีการออกแบบและพัฒนาเครื่องยนต์ต้นแบบที่ใช้เซลล์เชื้อเพลิงเป็นแหล่งพลังงาน บางบริษัทผู้ผลิตจะใช้เชื้อเพลิงชนิดเมทานอลและยังมีอีกบางกลุ่มบริษัทผู้ผลิตจะเลือกใช้เชื้อเพลิงไฮโดรเจนบริสุทธิ์ในการใช้งานกับรถต้นแบบ ในระยะสั้นนี้บริษัทผู้ผลิตยานยนต์ มีแนวโน้มที่จะใช้เชื้อเพลิงเมทานอลในการนำไปใช้ในกระบวนการปฏิรูปเชื้อเพลิง อย่างไรก็ตามในระยะยาวเชื้อเพลิงไฮโดรเจนก็ยังคงเป็นทางเลือกส่วนใหญ่ของบริษัทผู้ผลิตยานยนต์ ตั้งแต่ปี ค.ศ.1994 บริษัท Daimler-Benz ได้ทำงานร่วมกับ บริษัท Ballard ซึ่งเป็นบริษัทผู้พัฒนาเซลล์เชื้อเพลิง ในการพัฒนารถยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานจากเซลล์เชื้อเพลิงแบบเยื่ออิเล็กโทรไลต์พอลิเมอร์ (PEMFC) โดยใช้เชื้อเพลิงแบบไฮโดรเจน และในปี ค.ศ.1997 บริษัท Daimler-Benz ก็ได้เปิดตัวรถยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานจากเซลล์เชื้อเพลิงที่ใช้เมทานอลเป็นเชื้อเพลิงและสามารถวิ่งได้ระยะทาง 640 กิโลเมตร ในปี ค.ศ.1996 บริษัท Toyota รถยนต์นั่งระบบไฮบริดจ์ซึ่งจะใช้ระบบเซลล์เชื้อเพลิงที่ใช้ไฮโดรเจนเป็นเชื้อเพลิงร่วมกับแบตเตอรี่ ในปีถัดมา ค.ศ.1997 ได้มีการพัฒนารถยนต์นั่งระบบไฮบริดจ์ที่ใช้ระบบเซลล์เชื้อเพลิงที่ใช้เมทานอลในชื่อ RAV4 บริษัท Renault และ PSA-Peugeot Citroen ก็กำลังพัฒนาและออกแบบระบบรถยนต์เซลล์เชื้อเพลิงให้ดีขึ้นจากผลของรถต้นแบบที่มีชื่อว่า FEVER ผู้ผลิตยานยนต์ชั้นนำของโลก เช่น General Motors, Volkswagen Volvo, Honda, Chrysler, Nissan & Ford ได้มีการประกาศแผนการดำเนินงานในการสร้างรถยนต์ต้นแบบที่ใช้เซลล์เชื้อเพลิงแบบเยื่ออิเล็กโทรไลต์พอลิเมอร์ซึ่งใช้เชื้อเพลิงจาก ไฮโดรเจน เมทานอล หรือแก๊สโซลีน เป็นต้น



ภาพที่ 23 รถต้นแบบเซลล์เชื้อเพลิงและการใช้เซลล์เชื้อเพลิงในรถยนต์
(ที่มา: สมนึก บุญพาไสว (2548))

บริษัท Toyota และ General Motors : GM บริษัทผลิตรถยนต์รายใหญ่อันดับ 1 ของประเทศ ญี่ปุ่นและสหรัฐอเมริกา ได้หยุดการพัฒนารถยนต์ระบบไฮบริดจ์ เพื่อมุ่งเน้นในด้านการพัฒนาระบบ เซลล์เชื้อเพลิง และตกลงความร่วมมือในการพัฒนารถยนต์เซลล์เชื้อเพลิงไฮโดรเจน ตั้งแต่ปี ค.ศ.1999 ความร่วมมือดังกล่าวช่วยให้ทั้ง 2 บริษัทสามารถกำหนดมาตรฐานสำหรับเทคโนโลยีประเภทนี้และได้ ขยายข้อตกลงในปี ค.ศ.2004 แต่ได้ยุติข้อตกลงในปี ค.ศ.2006 โดยทั้ง 2 บริษัทได้ชี้แจงว่า ปัจจุบัน เทคโนโลยีนี้ได้ก้าวหน้าผ่านขั้นตอนของการวิจัย และเข้าสู่ขั้นตอนการพัฒนาเพื่ออ้างสิทธิในการเป็น เจ้าของแล้วนั่นเอง รถต้นแบบเซลล์เชื้อเพลิงของทั้ง 2 บริษัท แสดงดังภาพที่ 23

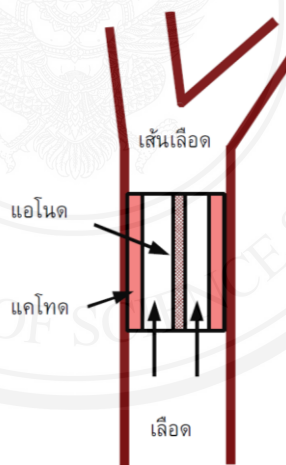
นอกจากจะเป็นรถยนต์นั่งแล้ว ยังมีการประยุกต์ใช้งานเซลล์เชื้อเพลิงในการเป็นรถโดยสาร ประจำทางหรือรถบัสโดยประยุกต์ใช้หลักการทำงานแบบไฮบริดจ์ระหว่างเครื่องยนต์ดีเซลกับเซลล์ เชื้อเพลิง แสดงดังภาพที่ 24



ภาพที่ 24 ต้นแบบรถบัสโดยสารที่ใช้เซลล์เชื้อเพลิงในการขับเคลื่อน
(ที่มา: Bayrak & Gencoglu, 2013)

4.4 แหล่งพลังงานในเครื่องมือทางการแพทย์ที่ฝังในร่างกาย (ขนิษฐา หมูโสภิญ, 2554)

มีการออกแบบเซลล์เชื้อเพลิงจุลินทรีย์ขนาดเล็กแค่ 0.07 ตารางเซนติเมตร เพื่อใช้ในระบบการขนส่งยาระดับไมโคร (microscopic drug-delivery system) โดยเซลล์เชื้อเพลิงจุลินทรีย์สามารถสร้างศักย์ไฟฟ้าได้ 300 ไมโครโวลต์ ได้เป็นเวลานานถึง 2 ชั่วโมง เซลล์เชื้อเพลิงจุลินทรีย์สามารถใช้เป็นแหล่งพลังงานให้แก่เครื่องมือทางการแพทย์ที่ต้องฝังในร่างกายได้ และสามารถช่วยในการขนส่งยาให้กับผู้ป่วยที่ต้องการยาในปริมาณสม่ำเสมอ เช่น ผู้ป่วยโรคเอดส์ นอกจากนี้เรื่องขนาดของเซลล์เชื้อเพลิงที่มีขนาดเล็กแล้ว ระบบเซลล์เชื้อเพลิงจุลินทรีย์ยังมีลักษณะเฉพาะตัวคือสามารถใช้น้ำตาลกลูโคส ซึ่งเป็นน้ำตาลที่มีอยู่ในกระแสเลือดเป็นเชื้อเพลิงได้ ดังแสดงในภาพที่ 25 เซลล์เชื้อเพลิงจุลินทรีย์สามารถใช้ในการขับเคลื่อนให้เครื่องมือต่างๆ ทำงานภายในร่างกาย เช่น เครื่องควบคุมจังหวะการเต้นของหัวใจ (pacemaker) เครื่องวัดระดับน้ำตาล รวมถึงเครื่องฉีดอินซูลินขนาดเล็กที่ฝังไว้ในร่างกายของผู้ป่วยโรคเบาหวานเป็นที่ทราบกันว่า เซลล์เชื้อเพลิงจุลินทรีย์ให้ความหนาแน่นของกำลังไฟฟ้าต่ำแต่เสถียร จึงเหมาะที่จะใช้ขับเคลื่อนเครื่องมือที่สร้างโดยใช้เทคโนโลยี MEMS (Microelectromechanical systems) นักวิจัยจากมหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนีย ใช้เซลล์เชื้อเพลิงจุลินทรีย์ขนาดเล็กร่วมกับเทคโนโลยี MEMS ในการขับเคลื่อนเครื่องมือทางการแพทย์ เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ลิเทียมแบตเตอรี่เป็นแหล่งกำลัง พบว่า เซลล์เชื้อเพลิงจุลินทรีย์มีขนาดเล็กกว่าราคาถูกกว่าและอายุการใช้งานยาวนานกว่า



ภาพที่ 25 เซลล์เชื้อเพลิงจุลินทรีย์เปะติด โดยตรงกับเส้นเลือด

(ที่มา : วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ปีที่ 13 ฉบับที่ 1 มกราคม – มีนาคม 2554)

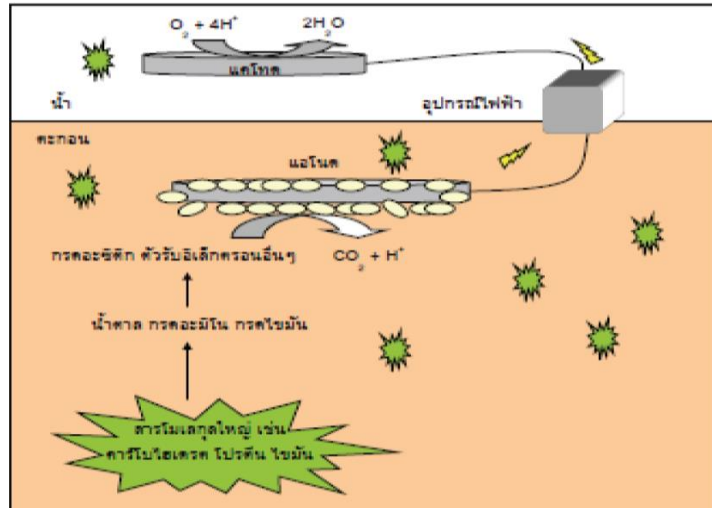
จะเห็นได้ว่าการพัฒนาเซลล์เชื้อเพลิงจุลินทรีย์ระดับไมเลกุลมีประโยชน์อย่างมาก อาจประยุกต์ใช้เพื่อส่งผ่านพลังงานไฟฟ้าเพื่อกำจัดเนื้องอกและเซลล์มะเร็งในอนาคต

4.5 การขนส่งและการผลิตพลังงาน (จนิษฐา หมูโสภิญ, 2554)

แหล่งพลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล โดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำมันปิโตรเลียมเป็นแหล่งพลังงานหลักที่มนุษย์ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน การเผาไหม้เชื้อเพลิงเหล่านี้ก่อให้เกิดสภาวะโลกร้อนเนื่องจากการปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจกออกมานอกจากนี้เชื้อเพลิงฟอสซิลเหล่านี้ มีอยู่ในปริมาณจำกัดและคาดว่า จะหมดไปในระยะเวลาอีกไม่นานนัก คาดกันว่าในอีก 200 ปีข้างหน้า ยานพาหนะอาจจะไม่มีการติดตั้ง ถังน้ำมันเชื้อเพลิงอีกต่อไป เพราะแหล่งพลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลจะหมดไปจากโลก

พลังงานทางเลือกหนึ่งซึ่งเป็นพลังงานสะอาด ที่สามารถใช้ทดแทนแหล่งพลังงานดั้งเดิมคือเซลล์ เชื้อเพลิงจุลินทรีย์ โดยจะมีการติดตั้งเซลล์เชื้อเพลิงจุลินทรีย์ ที่สามารถผลิตพลังงานได้โดยตรงจากสาร ตั้งต้นคาร์โบไฮเดรตในยานพาหนะ พลังงานที่ปลดปล่อยระหว่างการออกซิเดชันอย่างสมบูรณ์ ของ สารตั้งต้นคาร์โบไฮเดรตจำพวกน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว เช่น กลูโคส หรือน้ำตาลโมเลกุลคู่ เช่น ซูโครส มี ค่าประมาณ 16×10^6 จูลต่อกิโลกรัม ซึ่งมีค่าเทียบเท่ากับกระแสไฟฟ้าประมาณ 5 กิโลวัตต์-ชั่วโมงจากการคำนวณพบว่าเมื่อใช้สารละลายเข้มข้นของคาร์โบไฮเดรต 1 กิโลกรัม จะสามารถทำให้รถยนต์ ขนาดกลางที่ต้องการพลังงานประมาณ 200 วัตต์-ชั่วโมงต่อกิโลเมตร วิ่งได้เป็นระยะทาง 25-30 กิโลเมตร ดังนั้นถ้าใช้สารละลายน้ำตาลเข้มข้น 50 ลิตร จะสามารถทำให้รถยนต์วิ่งได้เป็นระยะทาง มากกว่า 1,000 กิโลเมตร โดยไม่ต้องเติมเชื้อเพลิงระหว่างทาง

การผลิตพลังงานโดยเซลล์เชื้อเพลิงจุลินทรีย์นอกจากจะไม่สร้างมลภาวะแล้ว ยังเป็นการลดความเสี่ยงจากการติดตั้งถังบรรจุเชื้อเพลิงฟอสซิลที่ติดไฟง่ายเมื่อเกิดอุบัติเหตุอีกด้วยจากงานวิจัยของ Reimer และคณะ ได้ทำการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์เชื้อเพลิงจุลินทรีย์ จากสารประกอบอินทรีย์ได้ ท้องทะเล ระบบนี้ต่อมาถูกเรียกว่าBUGs (Benthic Unattended Generators) BUGs ถูกออกแบบเพื่อใช้ เป็นเครื่องส่งกำลังไฟฟ้าไปยังที่ห่างไกล เช่น ก้นมหาสมุทร ซึ่งการเปลี่ยนแบตเตอรี่แบบดั้งเดิมมีค่า ใช้ จ่ายสูงและต้องใช้เทคนิคที่ยุ่ยยาก BUGs ประกอบด้วยขั้วแอโนดที่ฝังในส่วนตะกอนไร้ออกซิได้อากาศใต้ทะเล (anoxic marine sediments) ต่อกับขั้วแคโทดที่ผิวของน้ำทะเล (overlying aerobic water) ดังภาพที่ 26 แบบจำลองการผลิตกระแสไฟฟ้าในตะกอนโดยเซลล์เชื้อเพลิงจุลินทรีย์ สารประกอบอินทรีย์ใน ตะกอน ถูกย่อยสลายเป็นสารที่มีโมเลกุลขนาดเล็กลงด้วยเอนไซม์ไฮโดรไลติก(hydrolytic enzyme) หลายชนิด และจุลินทรีย์จะทำการหมักสารอินทรีย์เหล่านี้เป็นอะซิเตรต และตัวให้อิเล็กตรอน(electron donor) อื่นๆ เช่น ซัลไฟด์ (sulfide) Fe(II) และสารรีดิวซ์จำพวกฮิวมิก (reduced humic substances) แบคทีเรีย *Geobacteraceae* จะออกซิไดส์สารเหล่านี้ให้เป็นคาร์บอนไดออกไซด์ โปรตอน และ อิเล็กตรอน จากนั้นอิเล็กตรอนจะถูกถ่ายโอนไปที่ขั้วแอโนดและเคลื่อนที่ผ่านวงจรไฟฟ้าได้เป็น พลังงานไฟฟ้าในที่สุด



ภาพที่ 26 แบบจำลองการผลิตกระแสไฟฟ้าในตะกอนโดยเซลล์เชื้อเพลิงจุลินทรีย์
(ที่มา : ขนิษฐา หมูโสภัญ, 2554)

5. บทสรุป

พลังงานมีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาในทุกด้านของมนุษย์ ทั้งการศึกษา เศรษฐกิจ และสังคม เรื่องพลังงานจึงเป็นเรื่องใกล้ตัวทุกคน โดยในปัจจุบันหลายประเทศทั่วโลกพยายามศึกษาและค้นหาพลังงานทดแทนในรูปแบบต่างๆ อย่างต่อเนื่องเพื่อให้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้และมีประสิทธิภาพ ด้วยเหตุนี้ การหาแหล่งพลังงานที่หลากหลายไม่ว่าจะเป็นพลังงานหมุนเวียน พลังงานทดแทน รวมไปถึงพลังงานรูปแบบใหม่ นับเป็นแนวทางที่สร้างความมั่นคงด้านพลังงาน โดยจะช่วยลดการพึ่งพาน้ำมัน หรือพลังงานประเภทใดประเภทหนึ่งมากเกินไป

เซลล์เชื้อเพลิงก็นับเป็นการสร้างพลังงานทดแทนในรูปแบบหนึ่ง ความน่าสนใจในการพัฒนาเซลล์เชื้อเพลิงคือเซลล์เชื้อเพลิงเป็นพลังงานสะอาดปราศจากมลพิษทางสิ่งแวดล้อม เป็นอุปกรณ์เปลี่ยนรูปพลังงานที่ให้ประสิทธิภาพสูง สามารถใช้กับเชื้อเพลิงได้หลากหลายชนิด โดยให้ประสิทธิภาพที่ใกล้เคียงกับแหล่งพลังงานเดิม ด้วยเหตุนี้ทำให้เซลล์เชื้อเพลิงยังคงได้รับความสนใจในการค้นคว้าวิจัยอย่างแพร่หลาย เช่น การนำไปใช้ผลิตหุ่นยนต์เซลล์เชื้อเพลิง การสร้างแหล่งพลังงานแบบพกพา การสร้างพลังงานเพื่อการสำรวจอวกาศ แหล่งพลังงานในเครื่องมือทางการแพทย์ที่ฝังในร่างกาย การขนส่งและการผลิตพลังงานยานยนต์ เป็นต้น อย่างไรก็ตาม พลังงานทดแทนนับเป็นทางเลือกหนึ่งที่สร้างความมั่นคงทางด้านพลังงานได้ แต่คงยังไม่เท่ากับการประหยัดพลังงาน และการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ที่จะช่วยให้มนุษย์และสิ่งมีชีวิตมีพลังงานใช้ได้อย่างยั่งยืน

เอกสารอ้างอิง

- กองบรรณาธิการมติชน-ประชาชาติธุรกิจ. (2550). *10 มหัศจรรย์พลังงานทดแทนกู้วิกฤตโลกร้อน* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มติชน. (333.793813 ส 55 2550)
- กองบรรณาธิการ นสพ. กรุงเทพธุรกิจ. (2551). *พลังงานกู้โลกร้อน เชื้อเพลิงทางเลือก ทางรอดประเทศไทย*. (333.7913 ก 17 2551)
- ขนิษฐา หมู่โสภิญ. (2554, มกราคม – มีนาคม). เชลล์เชื้อเพลิงจุลินทรีย์: แนวทางใหม่เพื่อการผลิตพลังงาน. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี*, 13(1), 20-28 .
- ดร.ภาวดี อังค์วัฒนะ. (2546, มกราคม-มีนาคม). เชลล์เชื้อเพลิง : พลังงานทางเลือกแห่งอนาคต. *วารสารบทความศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ* , 29-32
- ทรูปลูกปัญญา. (2560, 29 สิงหาคม). *8 แหล่งพลังงานสำคัญของโลก*. สืบค้น 2561, พฤศจิกายน 9, <http://www.truelookpanya.com/knowledge/content/61903/-blo-sciphy-sci->
- นุชนภา ตั้งบริบูรณ์. (2556). *เซรามิกวิศวกรรม (Engineering Ceramics)* (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (620.14 น. 724 2556)
- ผกาวดี แก้วกันเนตร และอรารวรรณ ผาจันทร์. (2553, มกราคม-มีนาคม). เชลล์เชื้อเพลิงชีวภาพ : พลังงานแห่งอนาคต. *วารสารศูนย์บริการวิชาการ*, 18(1), 22-26.
- พลากร พรหมเมศรี วศ.ม. (2555, พฤษภาคม-สิงหาคม). เชลล์เชื้อเพลิงพลังงานทางเลือกใหม่สำหรับอนาคต. *วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์*, 7(2) , 157-170.
- มะลิ หุ่นสม. (2555). *เชลล์เชื้อเพลิงฟอสซิลและการวิเคราะห์เชิงเคมีไฟฟ้า* (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ : บริษัทแอคทีฟ พรีนซ์ จำกัด. (621.312 ม271 2555)
- ศาสตราจารย์ ดร. สุนทร บุญญาธิการและคณะ. (2545). *พลังงานใกล้ตัว* (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ : บริษัท เพ็สท์ ออฟเซท (1993) จำกัด. (333.79 ส.45 2545)
- สมชาติ โสภณธฤทธิ์. (2550). *การพัฒนาพลังงานที่ยั่งยืนสำหรับประเทศไทย* (พิมพ์ครั้งที่ 1). (333.79 ก 27 2550)

สุกาญจนา เลขพัฒน์ และ สมบัติ ทีฆทรัพย์. (2556). “เซลล์เชื้อเพลิง”แหล่งพลังงานทดแทนในอนาคต.

วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย, 1- 10.

ศรัทธา ขวัญเมือง, ธนิษฐ์ ปราณินราชรัตน์, อธิคม เพียงโงก, วรณศิริ ลิ้มสุขนิรันดร์. Fuel Cells พลังงานแห่งอนาคต.

ฟิลิปปินส์ราชชมงคล. สืบค้น 2561, พฤศจิกายน 9, จาก

<http://www.atom.rmutphysics.com/physics/oldfront/97/fuelcell/fuel-cell.htm>.

อรณิช เพื่อกอง. (2560, 4 มิถุนายน). เซลล์เชื้อเพลิง (Fuel cells). *คลังความรู้ scimath*. สืบค้น 2561, พฤศจิกายน

9, <http://www.scimath.org/lesson-chemistry/item/7156-fuel-cells>

Conserve Energy Future. (2017). *What are Different Sources of Energy*. สืบค้น 2561, พฤศจิกายน 9,

<https://www.conserve-energy-future.com/different-energy-sources.php>

