สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)
National Astronomical Research Institute
of Thailand (Public Organization)

ดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ

EXTRASOLAR | PLANETS

www.NARIT.or.th

ความเป็นมา

สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)

ตามที่คณะรัฐมนตรี มีมติเมื่อวันที่ 20 กรกฎาคม 2547 เห็นชอบในหลักการแก่กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการจัดตั้งสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติขึ้นในประเทศไทย เพื่อเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวในโอกาสฉลอง 200 ปี แห่งการพระราชสมภพในปี พ.ศ. 2547 และพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดชในวโรกาสเจริญพระชนมายุครบปีพระราชสมภพ 80 พรรษาในปี พ.ศ. 2550

ภารกิจหลักประการหนึ่งของสถาบันฯ คือ การสร้างหอดูดาวแห่งชาติ ซึ่งจะตั้งอยู่ ณ บริเวณยอดดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเป็นจุดที่สูงที่สุดในประเทศไทย จึงเป็นทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมที่สุดในประเทศไทย เนื่องจากจะมีทัศนวิสัยทางดาราศาสตร์ที่ดีสำหรับการสังเกตการณ์ สถาบันฯ ตั้งเป้าที่จะดำเนินการก่อสร้างหอดูดาวแห่งชาตินี้ให้แล้วเสร็จ และเปิดเป็นทางการภายในปี พ.ศ. 2554 เพื่อเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดชในวโรกาสเจริญพระชนมายุครบปีพระราชสมภพ 84 พรรษา นอกจากนี้ยังจะมีการจัดตั้งศูนย์สารสนเทศและศูนย์ฝึกอบรมดาราศาสตร์ ณ บริเวณที่ทำการอุทยานแห่งชาติ ดอยอินทนนท์ อีกด้วย เพื่อใช้ในการบริการวิชาการแก่บุคคลทั่วไปที่สนใจ

วิสัยทัศน์

เป็นองค์กรที่มีความเป็นเลิศด้านดาราศาสตร์ ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

พันธกิจ

1. ค้นคว้า วิจัย และพัฒนาด้านดาราศาสตร์
2. สร้างเครือข่ายการวิจัยและวิชาการด้านดาราศาสตร์ในระดับชาติและนานาชาติกับสถาบันต่าง ๆ ทั้งในประเทศและต่างประเทศ
3. ส่งเสริม สนับสนุน และประสานความร่วมมือด้านดาราศาสตร์กับหน่วยงานอื่นของรัฐ สถาบันการศึกษาอื่นที่เกี่ยวข้องและภาคเอกชน ทั้งในประเทศและต่างประเทศ
4. บริการถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยีด้านดาราศาสตร์

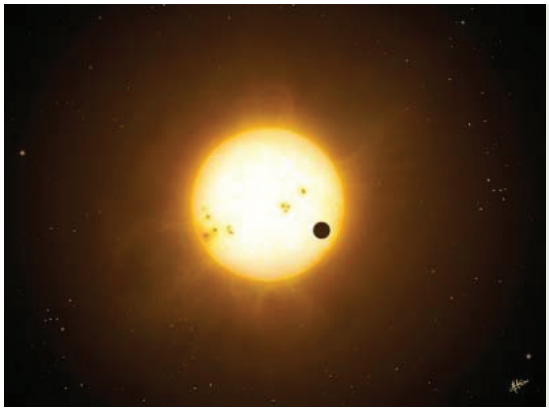
ดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ

"มีดาวเคราะห์อื่นอีกนับไม่ถ้วนที่อาจเหมือนหรือไม่เหมือนกับโลกของเรา เราเชื่อว่าในจำนวนนั้นจะต้องมีดาวเคราะห์ที่สามารถพบสิ่งมีชีวิต และสิ่งต่าง ๆ เช่นเดียวกับที่เราเห็นบนโลกใบนี้"

โดย เอพิคูโรส นักปรัชญาชาวกรีกโบราณ

มนุษย์ได้คิดถึง "โลกใบอื่น" ในเอกภพพร้อม ๆ ไปกับการศึกษาดวงดาวบนท้องฟ้ามาตั้งแต่สมัยโบราณ โดยนักปรัชญาชาวกรีกโบราณคนแรกสุดที่กล่าวถึง "โลกใบอื่น" ในสมัยศตวรรษที่ 5 ก่อนคริสตกาล จากนั้นก็มีการนำเสนอถึงระบบสุริยะอื่นในสมัยต่อมา เช่น จิออร์ดาโน บรูโน พระชาวอิตาเลียนที่มีแนวคิดเรื่องการมีอยู่ของระบบสุริยะอื่น ๆ และไม่เห็นด้วยที่ระบบสุริยะของเราเป็นระบบดาวเคราะห์เพียงหนึ่งเดียวในเอกภพ รวมไปถึงแนวคิดของสิ่งมีชีวิตบนโลกอื่นในวิทยาศาสตร์สมัยใหม่ โดยคริสตียาน เฮยเคินส์ (Christiaan Huygens) นักดาราศาสตร์ชาวดัตช์ ในปี ค.ศ.1698

จากแนวคิดเกี่ยวกับ "โลกใบอื่น" เมื่อเวลาผ่านไปเรื่อย ๆ ก็ได้กลายมาเป็นหนึ่งในกุญแจสำคัญเพื่อพยายามตอบคำถามจากกิเลสความใคร่รู้ของมนุษยชาติที่ว่า "ยังมีสิ่งมีชีวิตอื่นในเอกภพนี้อีกหรือไม่?" แม้ว่ามนุษย์จะได้ค้นพบดาวเคราะห์ดวงอื่น ๆ นอกระบบสุริยะของเรา ไม่ว่าดาวเคราะห์ที่โคจรรอบดาวฤกษ์ดวงอื่น หรือดาวเคราะห์ที่โคจรล่องลอยไปในอวกาศ ซึ่งเรียกรวม ๆ กันว่า "ดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ" (Extrasolar Planet หรือ เรียกสั้น ๆ ว่า Exoplanets) นักดาราศาสตร์ก็ยังคงพยายามศึกษาและค้นหาดาวเคราะห์เหล่านี้เรื่อย ๆ เพื่อช่วยตอบคำถามดังกล่าว



ภาพที่ 1 ดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะโคจรรอบดาวฤกษ์

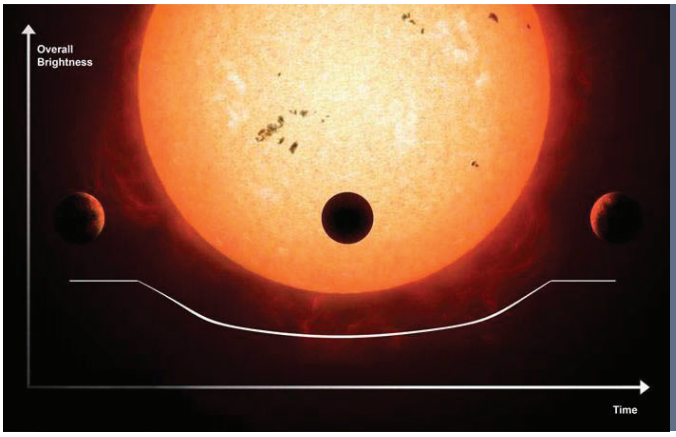
(ภาพจาก : http://www.stsci.edu/)

นับตั้งแต่เริ่มมีการค้นพบดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะดวงแรกในปี ค.ศ. 1992 จนถึงปัจจุบัน มีจำนวนที่ค้นพบและได้รับการยืนยันแล้ว มากกว่า 1,800 ดวง และกำลังเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง สมาพันธ์ดาราศาสตร์สากล (IAU: International Astronomical Union) ได้ให้นิยามดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะต้องอยู่ภายใต้เงื่อนไขดังนี้

“โคจรรอบดาวฤกษ์หรือซากของดาวฤกษ์ (ที่ไม่ใช่ดวงอาทิตย์) โดยที่มวลของมันต้องไม่มากพอที่จะทำให้เกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์ที่ใจกลาง ซึ่งมวลดังกล่าวต้องมีค่าไม่เกิน 13 เท่าของมวลของดาวพฤหัสบดี และมวลต่ำที่สุดจนเพียงพอที่จะทำให้แรงดึงดูดระหว่างมวลทำให้เกิดรูปทรงของดาวเคราะห์มีลักษณะเป็นทรงกลม”

เรื่องราวของดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะได้มีการพูดถึงและเริ่มการสำรวจมาตั้งแต่ ศตวรรษที่ 18 จนกระทั่ง ดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะถูกพบเป็นครั้งแรกในปี ค.ศ. 1992 ได้มีการสำรวจพบดาวเคราะห์ที่โคจรรอบ พัลซาร์ หลังจากนั้นในปี ค.ศ. 1995 ได้มีการสำรวจพบดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะที่โคจรรอบดาวฤกษ์เป็นครั้งแรก

มิเชล เมเยอร์และดิดิเยร์ เควลอซ แห่งมหาวิทยาลัยเจนีวา ได้ค้นพบดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะที่โคจรรอบดาวฤกษ์ที่อยู่ในช่วงวิวัฒนาการแบบปกติ เป็นดวงแรก ในวันที่ 6 ตุลาคม ค.ศ. 1995 จากดาวฤกษ์ 51 เปกาซี (กลุ่มดาวม้าปีก) และหลังจากนั้น ในปี ค.ศ.1999 ก็มีการค้นพบระบบหรือดาวฤกษ์ที่มีดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะหลายดวงเป็นบริวาร และในปีเดียวกันก็เริ่มพบดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะด้วยวิธีการเคลื่อนผ่านหน้า (Transit Method) ซึ่งกลายเป็นวิธีที่ใช้ค้นพบดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะมากที่สุดในปัจจุบัน



ภาพที่ 2 การเปลี่ยนแปลงความสว่างปรากฏของดาวฤกษ์แม้เพียงเล็กน้อยเมื่อมีดาวเคลื่อนที่บดบังด้านหน้า สามารถถูกตรวจพบได้ด้วยเครื่องมือบนโลก

(ภาพจาก : www.novacelestia.com)

ก้าวสู่ศตวรรษที่ 21 มีการค้นพบดาวเคราะห์นอกระบบแล้วกว่า 60 ดวง เครื่องมือและเทคนิคการสำรวจทางดาราศาสตร์ถูกประยุกต์ใช้มากขึ้น ค.ศ. 2001 สามารถศึกษาชั้นบรรยากาศของดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะโดยใช้เครื่องมือบนกล้องโทรทรรศน์อวกาศฮับเบิล และสามารถหาระยะห่างระหว่างดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะกับดาวฤกษ์ในระบบดาวอื่นได้ ซึ่งบางดวงมีความน่าสนใจเป็นพิเศษ เช่น HD28158b มีระยะทางห่างจากดาวฤกษ์เท่ากับระยะทางระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์ แต่มวลมากกว่าดาวพฤหัสบดี นำมาซึ่งคำถามเกี่ยวกับกลไกการเกิดดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ กลุ่มหนึ่งที่เรียกว่า ดาวพฤหัสบดีร้อน (Hot Jupiter) และเริ่มต้นแนวคิดเกี่ยวกับเขตที่เอื้อต่อการมีสิ่งมีชีวิต (Habitable zone) ของดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ

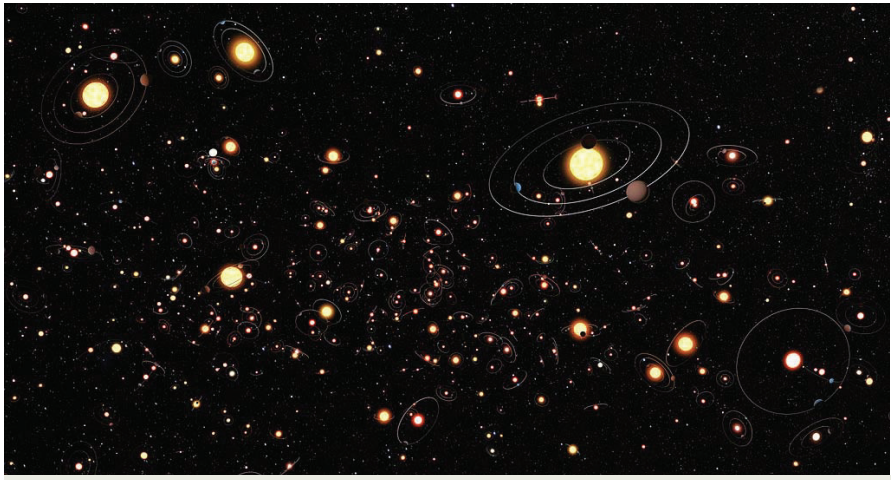
ภาพที่ 3 การค้นพบวัตถุท้องฟ้าที่สำคัญมากมายได้มาจากกล้องโทรทรรศน์อวกาศฮับเบิล ดวงตาของมนุษยชาติ รวมถึงดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ ซึ่งกำลังได้รับความสนใจอย่างมาก

(ภาพจาก : www.learnersonline.com)

ปี ค.ศ. 2003 กล้องโทรทรรศน์อวกาศสปีตเซอร์ (Spitzer Space Telescope) ขึ้นสู่วงโคจร โดยเป้าหมายหนึ่งของการขึ้นสู่อวกาศ คือ การศึกษาดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ การสำรวจพัฒนาจนสามารถวัดแสงของดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะได้โดยตรงเป็นครั้งแรก (HD2948b และ TrES-1) ซึ่งก่อนหน้านี้การศึกษาทั้งหมดเกิดจากการวัดแสงของดาวฤกษ์ดวงแม่ ซึ่งเกิดการเปลี่ยนแปลงเพราะการโคจรของดาวบริวาร

ปี ค.ศ. 2009 กล้องโทรทรรศน์อวกาศเคปเลอร์ (Kepler Space Telescope) ถูกส่งขึ้นสู่วงโคจรเพื่อค้นหาดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะที่มีลักษณะคล้ายโลก จำนวนดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะที่ถูกค้นพบขึ้นในปีนี้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและในจำนวนนั้นมีดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะที่คล้ายกับโลกก็เพิ่มจำนวนขึ้นด้วย และในปัจจุบันมีดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะที่ยืนยันแล้วมากกว่า 1,800 ดวง (ยังมีการเพิ่มจำนวนขึ้นเรื่อย ๆ) และยังรอการยืนยันอีกกว่า 4,000 ดวง

วิธีการค้นหาดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ



ภาพที่ 4 แสดงแบบจำลองดาวฤกษ์แต่ละดวงที่อยู่ในทางช้างเผือกที่มีดาวเคราะห์โคจร

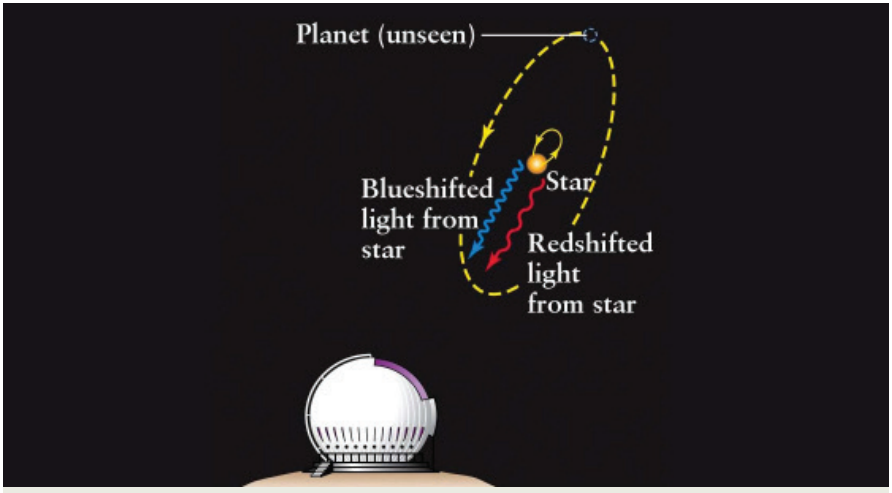
(ภาพจาก : http://www.eso.org/public/images/eso1204a/)

ข้อสงสัยในการมีอยู่ของดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ เริ่มเป็นที่น่าสนใจประมาณในช่วงกลางศตวรรษที่ 19 ซึ่งมนุษย์พยายามที่จะทำการค้นหาดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะที่มีความคล้ายคลึงกับโลก โดยนักดาราศาสตร์ประเมินว่าในกาแล็กซีทางช้างเผือกอาจจะมีดาวเคราะห์ถึง 4 แสนล้านดวง

National Astronomical Research Institute of Thailand (Public Organization)

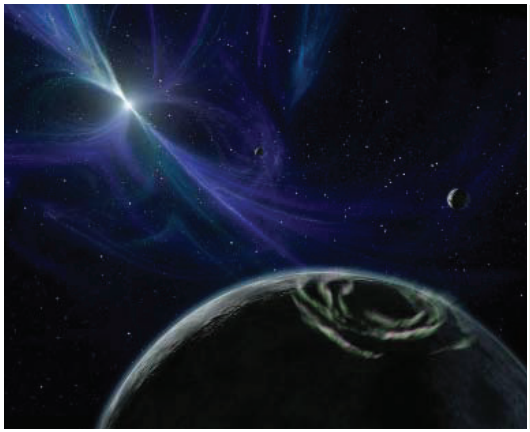
วิธีการศึกษาดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะมีการศึกษาด้วยวิธีทางอ้อมและทางตรง ดังนี้

1. การวัดตำแหน่งทางดาราศาสตร์ (Astrometry) คือ นักดาราศาสตร์จะวัดตำแหน่งของดาวฤกษ์ที่อยู่บนท้องฟ้าและเฝ้าวัดระยะทางการเคลื่อนที่ของดาวเมื่อเวลาผ่านไป ถ้ามีดาวเคราะห์อยู่ในระบบ แรงโน้มถ่วงของดาวเคราะห์จะทำให้ดาวฤกษ์เกิดการส่าย (Wobble) ทำให้มีการเคลื่อนที่เป็นวงกลมแคบ ๆ



ภาพที่ 5 แสดงการเปลี่ยนตำแหน่งของดาวฤกษ์หรือการส่ายไปมา (Wobble)
(ภาพจาก : http://www.astro.wisc.edu/~townsend/static.php?ref=diploma-2)

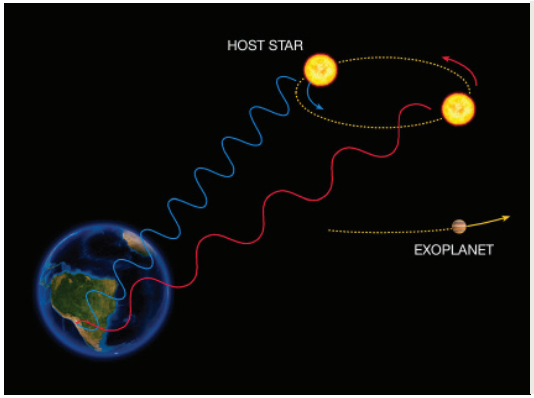
2. การจับเวลาของพัลซาร์ (Pulsar Timing) คือการค้นหาดาวเคราะห์ที่โคจรรอบวัตถุท้องฟ้าที่เรียกว่า พัลซาร์ ซึ่งเป็นวัตถุที่ปล่อยคลื่นวิทยุความเข้มสูงออกมาเป็นระยะ ๆ ซึ่งช่องว่างระหว่างสัญญาณจะมีค่าคงที่ ด้วยจังหวะสัญญาณที่คงที่มาก ๆ (แม่นยำจนสามารถใช้เป็นตัวเทียบเวลาได้) นี้เรียกว่า พัลส์ (Pulse) ถ้ามีดาวเคราะห์นอกระบบโคจรรอบพัลซาร์ จะส่งผลถึงพัลส์ที่มาถึงโลก โดยสามารถวัดได้ด้วยกล้องโทรทรรศน์วิทยุ



ภาพที่ 6 แสดงภาพจินตนาการของพัลซาร์ PSR 1257 +12

(ภาพจาก : http://www.eso.org/public/outreach/eduoff/cas/cas2004/casreports-2004/rep-228/)

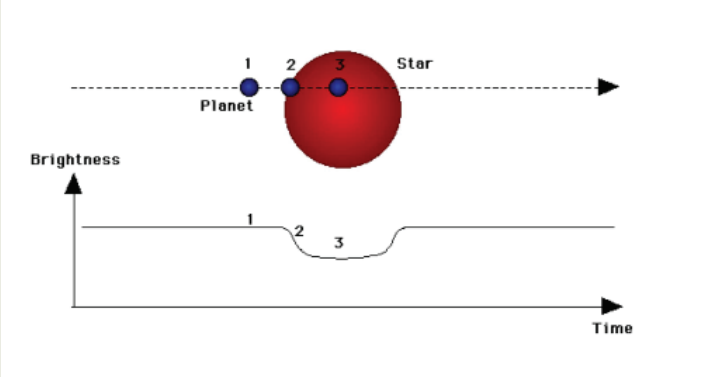
3. การวัดความเร็วในแนวเล็ง (Radial Velocity) คือ นักดาราศาสตร์สังเกตการเคลื่อนที่เป็นวงกลมเล็ก ๆ ของดาวฤกษ์ที่เกิดจากอิทธิพลแรงโน้มถ่วง (Gravitational Force) ของดาวเคราะห์ ถ้าดาวเคราะห์มีมวลมากพอมันก็จะดึงดูดให้ดาวฤกษ์มีการโคจรเร็วขึ้น ทำให้การเคลื่อนที่เข้าหาหรือออกของดาวฤกษ์อาจมีการเปลี่ยนแปลง ส่งผลให้ความถี่และความยาวคลื่นเปลี่ยนไป จึงทำให้เราทราบมวลของดาวเคราะห์ได้ โดยแสงจากดาวจะมีการลดลงเมื่อเคลื่อนที่ออกจากผู้สังเกต (Redshift) และเพิ่มขึ้นเมื่อเคลื่อนที่เข้าหาผู้สังเกต (Blueshift) สามารถคำนวณย้อนจากระยะห่างของการวิเคราะห์ (Spectroscopy) ของดาวฤกษ์ดวงแม่ตามปรากฏการณ์ดอพเพลอร์ (Doppler Effect) ได้



ภาพที่ 7 แสดง Redshift และ Blueshift

(ภาพจาก : http://www.psu.edu/dept/science/undergrad-scientists/2011/11/the-exoplanet-orbit-database.html)

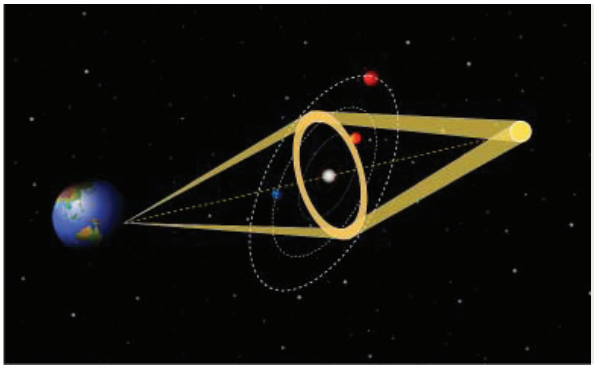
4. การเคลื่อนที่ผ่านหน้า (Transit Methot) คือ นักดาราศาสตร์สังเกตแสงของดาวฤกษ์ที่ลดลง ถ้าหากมีดาวบริวารเคลื่อนที่ผ่านหน้าดาวฤกษ์ดวงแม่ ซึ่งค่าความสว่างที่ลดลงนี้มีความสัมพันธ์กับขนาดของดาวเคราะห์ ทำให้เราทราบรัศมีของดาวเคราะห์ แต่ถ้าดาวมีการโคจรที่เป็นระนาบอื่นก็จะไม่สามารถตรวจพบได้เลย



ภาพที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างความสว่างของดาวฤกษ์ดวงแม่ (Brightness - แกนตั้ง) กับเวลา (แกนนอน) ขณะที่ดาวเคราะห์ผ่านหน้าดาวฤกษ์ ผู้สังเกตจะพบว่าความสว่างของดาวฤกษ์ดวงแม่ลดลง

(ภาพจาก : http://daejeonastronomy.exteen.com/20101007/entry)

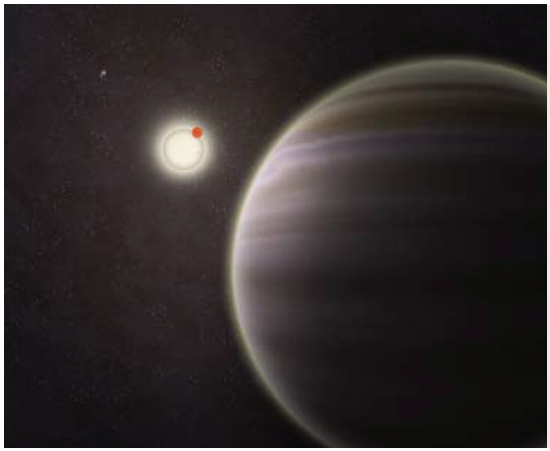
5. ไมโครเลนส์โน้มถ่วง (Gravitational Microlensing) คือ นักดาราศาสตร์พบว่าจากระบบดาวฤกษ์ที่มีดาวเคราะห์โคจรรอบอยู่รอบ ซึ่งการโคจรเช่นนี้ก่อให้เกิดสนามโน้มถ่วงที่มีคุณสมบัติเหมือนกับเลนส์ที่ทำหน้าที่ขยายแสงของดาวฤกษ์อีกดวงหนึ่งที่อยู่ฉากหลัง ซึ่งเกิดความสว่างแยกออกจากดาวแปรแสงปกติได้



ภาพที่ 9 แสดงวิธีการศึกษาด้วยวิธีไมโครเลนส์โน้มถ่วง (Gravitational Microlensing)

(ภาพจาก : http://nexsci.caltech.edu/workshop/2011/)

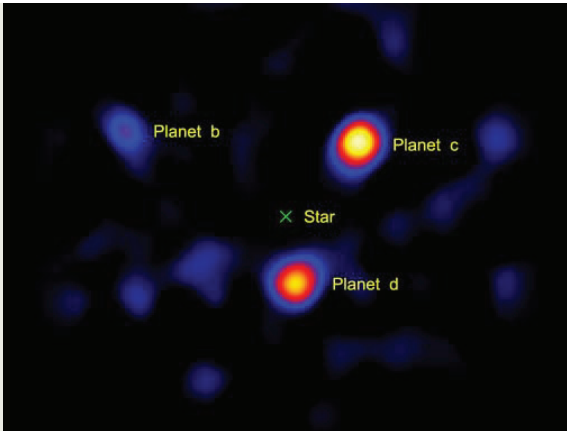
6. การจับเวลาของดาวคู่อุปราคา (Timimg of Eclipsing Binaries) คือ นักดาราศาสตร์สังเกตการเปลี่ยนแปลงของแสงของดาวฤกษ์ในระบบดาวคู่ หากดาวเคราะห์มีการเคลื่อนที่ผ่านจะทำให้แสงของระบบดาวคู่นี้ มีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมซึ่งเป็นวิธีที่น่าเชื่อถือมากที่สุดในปัจจุบัน



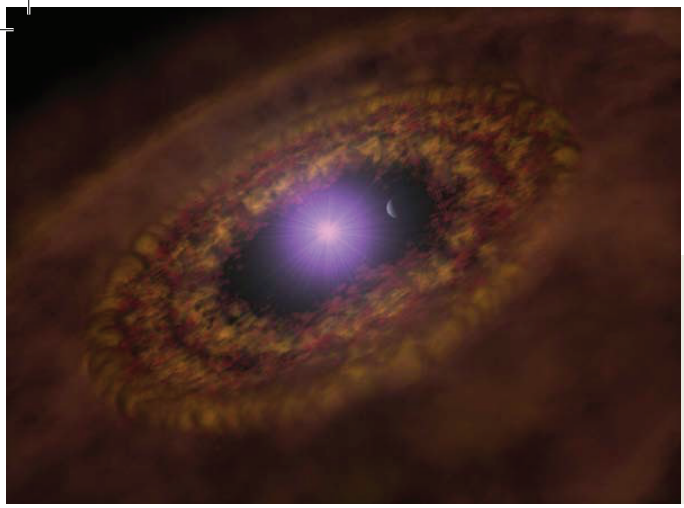
ภาพที่ 10 แสดงการเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์ในระบบดาวคู่
(ภาพจาก : http://planethunters.files.word-press.com/2012/10/exoupclose.png)

7. การถ่ายภาพโดยตรง (Direct Imaging) คือ เป็นวิธีที่เรียบง่ายสำหรับค้นหาดาวเคราะห์ขนาดใหญ่และวงโคจรไม่ไกลมาก ดาวเคราะห์ที่มีความร้อนพื้นผิวมากจะแผ่คลื่นแสงย่านรังสีอินฟราเรด (Infrared (IR)) เราจึงใช้กล้องโทรทรรศน์อวกาศถ่ายภาพด้วย (IR sensor) ซึ่งใช้อุปกรณ์ Coronagraph เพื่อจะบังแสงจากดาวฤกษ์ทำให้เห็นสิ่งที่อยู่รอบ ๆ ดาวฤกษ์นั้น เช่น การแผ่รังสีพื้นผิว การปลดปล่อยพวยแก๊ส หรือแม้แต่ดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ

ภาพที่ 11 แสดงภาพดาวเคราะห์จำนวน 3 ดวงที่โคจรรอบดาวฤกษ์ HR8799 อยู่ห่างจากโลก 120 ปีแสง
(ภาพจาก : http://www.nasa.gov/topics/universe/features/exoplanet 20100414-a.html)



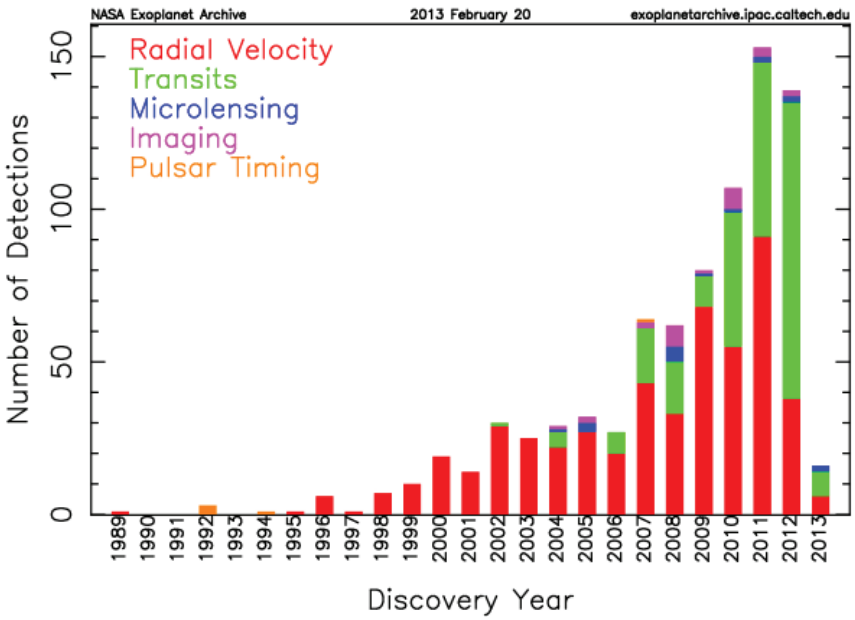
8. จานฝุ่นละออง (Circumstellar Disks) คือ นักดาราศาสตร์พบว่าดาวฤกษ์ที่มีจานฝุ่นละอองซึ่งจะดูดกลืนแสงปกติของดาวและปลดปล่อยพลังงานออกมาในช่วงคลื่นอินฟราเรด ถ้ามีดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะเข้าไปโคจรใกล้ ๆ จะทำให้เกิดช่องว่างระหว่างฝุ่น ซึ่งอาจเกิดจากแรงดึงดูดของดาวเคราะห์ก็เป็นได้



ภาพที่ 12 แสดงช่องว่างระหว่างจานฝุ่นขณะที่มีดาวเคราะห์โคจรอยู่ในระบบดาวฤกษ์นี้

(ภาพจาก : http://www.mpia.de/Public/menu_q2e.php?Aktuelles/PR/2008/PR080103/PR_080103_en.html)

จากวิธีการศึกษาดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะดังกล่าว ซึ่งสามารถทำได้ทั้งวิธีการทางตรงและวิธีการทางอ้อม โดยนักดาราศาสตร์ได้นำข้อมูลจำนวนของดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะที่ค้นพบด้วยวิธีดังกล่าวมาสรุป



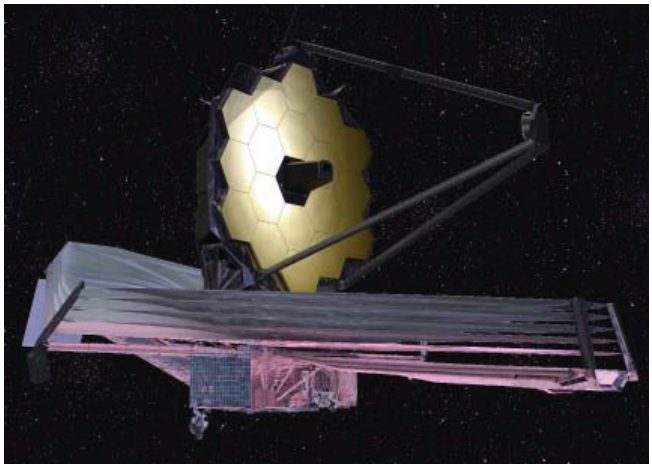
ภาพที่ 13 กราฟแสดงจำนวนของดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะที่ค้นพบตั้งแต่ปี ค.ศ.1989 ถึงปี ค.ศ. 2013 ด้วยวิธีต่าง ๆ (สีแดง= การวัดความเร็วในแนวเส้น, สีเขียว= การเคลื่อนผ่าน, สีน้ำเงิน= ไมโครเลนส์โน้มถ่วง, สีชมพู= การถ่ายภาพ, สีส้ม= การจับเวลาพัลซาร์)

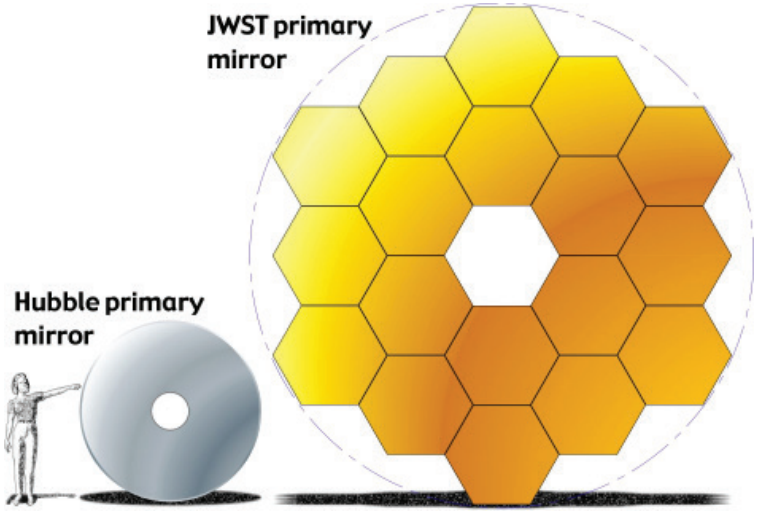
(ภาพจาก : http://www.spacealliance.ro/articles/view.aspx?id=20130221065317)

เครื่องมือหรือเทคโนโลยีที่ใช้ในการสำรวจและศึกษาดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ

จากปัจจุบันนักดาราศาสตร์มีโครงการในศึกษาดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ จากกระบวนการเก็บข้อมูลโดยตรงเพิ่มมากขึ้น ซึ่งจำเป็นที่ต้องมีเทคโนโลยีที่คอยสนับสนุนในการค้นหาดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ

โครงการจากอดีตถึงปัจจุบัน	1. กล้องโทรทรรศน์อวกาศฮับเบิล (Hubble Space Telescope) 2. โครงการ Sagittarius Window Eclipsing Extrasolar Planet Search (SWEEF) 3. กล้องโทรทรรศน์อวกาศในโครงการ MOST(Microvariability and Oscillations of Stars) 4. กล้องโทรทรรศน์อวกาศในโครงการ COROT (COnvection ROtation and planetary Transits) 5. โครงการ EPOXI 6. กล้องโทรทรรศน์อวกาศเคปเลอร์ (Kepler Space Telescope) 7. ยานสำรวจไกอา (Gaia Space Observatory)
อยู่ระหว่างดำเนินการ	1. CHaracterising ExOPlanets Satellite (CHEOPS) ขึ้นสู่อวกาศ ค.ศ. 2017 2. Transiting Exoplanet Survey Satellite (TESS) ขึ้นสู่อวกาศ ค.ศ. 2017 3. กล้องโทรทรรศน์อวกาศเจมส์เวบบ์ (James Webb Space Telescope :JWST) ขึ้นสู่อวกาศ ค.ศ. 2018 4. Planetary Transits and Oscillations of stars (PLATO) ขึ้นสู่อวกาศ ค.ศ. 2024
โครงการที่อยู่ในช่วงการนำเสนอเพื่อรอการเริ่มโครงการ	1. Advanced Technology Large-Aperture Space Telescope (ATLAST) 2. Exoplanet Characterisation Observatory (EChO) 3. Exoplanetary Circumstellar Environments and Disk Ex plorer (EXCEDE) 4. Fast Infrared Exoplanet Spectroscopy Survey Explorer (FINESSE) 5. New Worlds Mission 6. PEGASE





ภาพที่ 14 **(ภาพบน)** กล้องโทรทรรศน์อวกาศเจมส์เวบบ์ซึ่งจะเป็นกล้องโทรรศน์อวกาศที่จะปฏิบัติภาระกิจแทนกล้องโทรทรรศน์อวกาศฮับเบิล ความหวังในยุคต่อไป

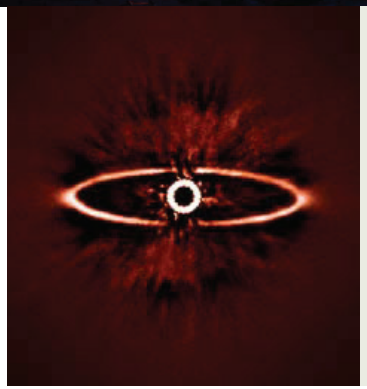
(ภาพจาก http://www.nasa.gov/images/content/614445main_013526_white2.jpg)

(ภาพล่าง) การเทียบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางกระจกปฐมภูมิของกล้องโทรทรรศน์อวกาศเจมส์เวบบ์ (ขวา) และกล้องโทรทรรศน์อวกาศฮับเบิล (ซ้าย) ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางกระจก 6.5 เมตร และ 2.4 เมตร ตามลำดับ

(ภาพจาก : http://jwst.nasa.gov/mirrors.html)

การค้นหาดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะด้วยกล้องโทรทรรศน์บนพื้นโลก

สำหรับการสำรวจดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ ในปัจจุบันมีกล้องโทรทรรศน์ขนาดใหญ่ที่มีขีดความสามารถในการรองรับการการค้นหาและวิจัยดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ เช่น Gemini Planet Imager, VLT-SPHERE, Subaru-HiCIAO และ Palomar Project 1640



ภาพที่ 15 (ภาพบน) กลุ่มกล้องโทรทรรศน์ขนาดใหญ่ Very Large Telescope (VLT)
(ภาพจาก : www.boiledbeans.net/2012/08/03/lost-in-translation/)
(ภาพล่าง) ภาพถ่ายจากกล้องโทรทรรศน์ในช่วงคลื่นอินฟราเรดแสดงวงแหวนฝุ่นรอบดาว HR 4796A โดยใช้เครื่องมือล่าสุด Spectro-Polarimetric High-contrast Exoplanet REsearch (SPHERE) ซึ่งสามารถใช้เทคนิคในการสำรวจขั้นสูงได้หลากหลายไปพร้อม ๆ กัน เป็นเครื่องมือที่เรียกได้ว่าเป็นกุญแจสำคัญในการศึกษาดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะในยุคต่อไป
(ภาพจาก : www.eso.org/public/news/eso1417/)

ปัจจุบันยังมีการพัฒนาเทคโนโลยีการถ่ายภาพ ซึ่งทำให้กล้องโทรทรรศน์ที่มีขนาดเล็กสามารถศึกษาดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะได้ โดยในประเทศไทยมีกล้องโทรทรรศน์ที่ทันสมัยใหญ่ที่สุดในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เป็นหอดูดาวแห่งแรกในประเทศไทย มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางกระจก 2.4 เมตร

ภาพที่ 16 กล้องโทรทรรศน์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางกระจก 2.4 เมตร หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ ๗ รอบพระชนมพรรษา สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)

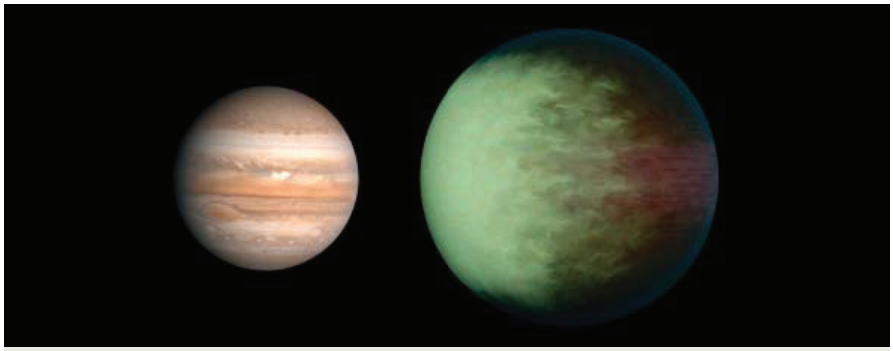
ซึ่งมีศักยภาพในการทำวิจัยทางดาราศาสตร์และการตรวจหาดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะได้ เช่น การศึกษาโดยการเคลื่อนที่ผ่านของดาวเคราะห์ (Transit) การวัดความเร็วในแนวแล็ง (Radial Velocity) หรือการวัดแถบสเปกตรัมที่เลื่อนออกจากตำแหน่งเดิมที่เป็นผลมาจากปรากฏการณ์ดอพเพลอร์ ซึ่งช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล และอีกวิธีการที่คือ การวัดของเวลาดาวคู่ (Timimg of Eclipsing Binaries)

ประเภทของดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ (Types of Exoplanets)

ปัจจุบันเราพบดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะแล้วจำนวนมาก และคาดว่าจะมีเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ดังนั้น การจัดประเภทของดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะจึงมีความสำคัญมาก นักวิทยาศาสตร์ได้จำแนกดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะโดยพิจารณาจากลักษณะกายภาพของดาวเคราะห์แต่ละดวงไว้ดังต่อไปนี้

1. **ดาวแก๊สยักษ์** (Gas Giants) มีขนาดใหญ่กว่าโลกประมาณ 10 เท่า ปัจจุบันมีการค้นพบดาวเคราะห์ประเภทนี้มากที่สุด ดาวเคราะห์แก๊สยักษ์นี้มีลักษณะทางกายภาพคล้ายคลึงกับดาวพฤหัสบดีและดาวเสาร์ในระบบสุริยะ องค์ประกอบส่วนใหญ่คือแก๊สไฮโดรเจนและแก๊สฮีเลียม

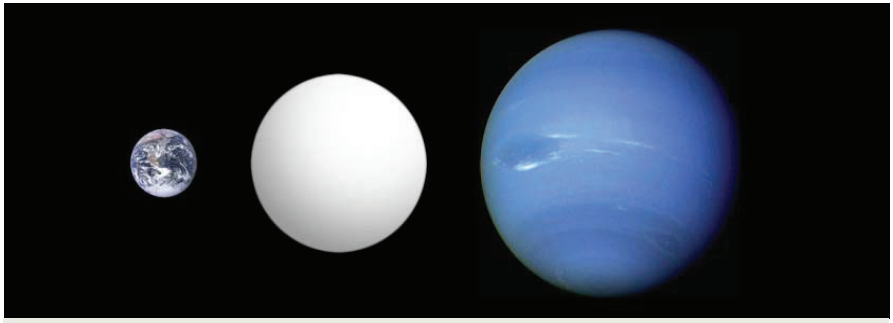
2. **ดาวพฤหัสบดีร้อน** (Hot Jupiter) เป็นดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ ที่มีมวลใกล้เคียงกับดาวพฤหัสบดี แต่แตกต่างกันตรงที่อุณหภูมิพื้นผิวของดาวเคราะห์กลุ่มนี้สูงกว่าดาวพฤหัสบดีมาก เป็นเช่นนี้เพราะดาวเคราะห์ประเภทนี้มีวงโคจรอยู่ใกล้ดาวฤกษ์มาก แต่ประโยชน์จากการที่มันอยู่ใกล้ดาวฤกษ์มากทำให้ดาวดวงนี้มีโอกาสเคลื่อนที่ผ่านหน้าดาวฤกษ์ได้บ่อยมากขึ้น ซึ่งโอกาสที่นักดาราศาสตร์จะค้นพบก็มีมากขึ้นด้วย



ภาพที่ 18 ดาวพฤหัสบดี (ซ้าย) เทียบกับ Kepler-7b (ขวา) จัดเป็นดาวพฤหัสบดีร้อน เพราะอยู่ห่างจากดาวฤกษ์แค่ 0.6 หน่วยดาราศาสตร์ และมีอุณหภูมิพื้นผิวสูงกว่า 1,500 เคลวิน

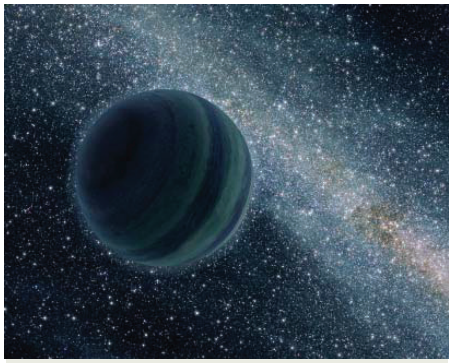
(ภาพจาก : wikipedia)

3. **ซุปเปอร์เอิร์ธ** (Super Earths) เป็นดาวเคราะห์ที่คล้ายโลกแต่มีมวลมากกว่าโลก (นิยามของคำว่า “คล้าย” จะหมายถึงความคล้ายคลึงกันเฉพาะขนาดและมวลเท่านั้น) โดยมีมวลอยู่ระหว่าง 1 ถึง 10 เท่าของมวลของโลก ปัจจุบันนักดาราศาสตร์ทำได้แค่วัดขนาดและมวลของมันได้เท่านั้น ยังไม่สามารถระบุข้อมูลเกี่ยวกับสัณฐานทางกายภาพและทางเคมีได้



ภาพที่ 19 **การเปรียบเทียบขนาดของดาวเคราะห์** GJ 1214b ซึ่งเป็นซุปเปอร์เอิร์ธ กับขนาดของโลกและดาวเนปจูน (ดาวเคราะห์แก๊สในระบบสุริยะ)

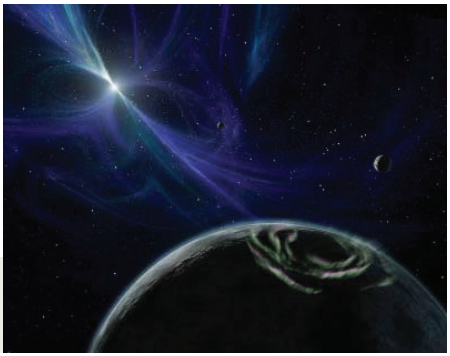
(ภาพจาก : http://www.astrowatch.net/)



ภาพที่ 20 จำลองดาวเคราะห์โรกล่องลอยในอวกาศ พวกมันหลุดออกมาจากระบบดาวฤกษ์ในยุคแรก ๆ ที่ดาวฤกษ์เริ่มก่อตัว
(ภาพจาก : NASA/JPL)

4. **ดาวเคราะห์ที่ล่องลอยอย่างอิสระ** (Free Floating Planets) หรือในบางที่เรียกว่า ดาวเคราะห์โรก (Roque Planet) ทางกายภาพจะคล้ายกับดาวเคราะห์หิน เช่น โลก หรือดาวเคราะห์แก๊ส เช่น ดาวพฤหัสบดี แต่ไม่ได้โคจรรอบดาวฤกษ์เหมือนดาวประเภทอื่น ๆ เพราะมันล่องลอยอยู่ในอวกาศโดยไม่อยู่ภายใต้แรงโน้มถ่วงของดาวฤกษ์ใด ๆ ดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ ประเภทนี้จะถูกสำรวจด้วยเทคนิคการสำรวจที่เรียกว่า ไมโครเลนส์โน้มถ่วง

5. **ดาวเคราะห์พัลซาร์** (Pulsar Planets) คือดาวเคราะห์ที่โคจรอยู่รอบพัลซาร์หรือดาวนิวตรอน การค้นพบดาวเคราะห์ประเภทนี้ทำให้เกิดคำถามขึ้นมากมายในวงการดาราศาสตร์ การจับเวลาของพัลซาร์คือวิธีการหลักในการค้นหา ซึ่งปัจจุบันจำนวนที่ค้นพบถือว่ายังน้อยมากเมื่อเทียบกับดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะประเภทอื่น

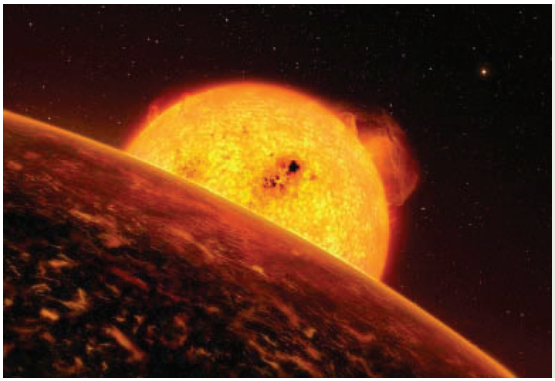


ภาพที่ 21 ภาพแสดงการจำลองดาวเคราะห์ที่กำลังโคจรรอบพัลซาร์ PSR B1257+12

6. **ดาวเคราะห์น้ำ** (Water World) ดาวเคราะห์ประเภทนี้น่าจะมีลักษณะทางกายภาพคล้ายกับดาวเคราะห์หินเช่นเดียวกับโลก แต่พื้นที่ส่วนใหญ่ของดาวเคราะห์ประเภทนี้เต็มไปด้วยน้ำและน้ำแข็ง ช่วงเวลาที่โคจรเข้าใกล้ดาวฤกษ์พลังงานความร้อนที่ได้รับจะส่งผลให้น้ำแข็งละลายเป็นน้ำถึงเวลานั้นพื้นผิวดาวดวงนี้ก็จะเต็มไปด้วยน้ำ ในทางกลับกันช่วงไหนที่ดาวโคจรห่างจากดาวฤกษ์ อุณหภูมิพื้นผิวดาวก็จะลดลงส่งผลให้น้ำบริเวณพื้นผิวกลายเป็นน้ำแข็ง

ภาพที่ 22 ภาพจินตนาการสำรวจดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ ซึ่งเป็นดาวเคราะห์หินแต่พื้นผิวปกคลุมด้วยของเหลว
(ภาพจาก : Chris Butler)

7. **ดาวเคราะห์คโธเนียน** (Chthonian Planets) เป็นดาวเคราะห์ที่มีแกนร้อนเปลือยเปล่า จากข้อมูลระบุว่าในอดีตนั้นดาวเคราะห์ประเภทนี้เคยเป็นดาวเคราะห์แก๊สยักษ์แต่เนื่องด้วยมันโคจรอยู่ใกล้ดาวฤกษ์มากเกินไป ทำให้อุณหภูมิพื้นผิวสูงขึ้นมากจนแก๊สและธาตุที่เป็นองค์ประกอบระเหิดหายไป ทิ้งแกนของดาวซึ่งเป็นธาตุหนักเอาไว้เปลือยเปล่า



ภาพที่ 23 Corot-7b ดาวเคราะห์หลังความตาย ซึ่งอยู่ห่างจากดาวฤกษ์แค่ 0.017 หน่วยดาราศาสตร์ (ใกล้กว่าดาวพุธ ซึ่งห่างจาก ดวงอาทิตย์ 0.4 หน่วยดาราศาสตร์)

(ภาพจาก : wikipedia.org)

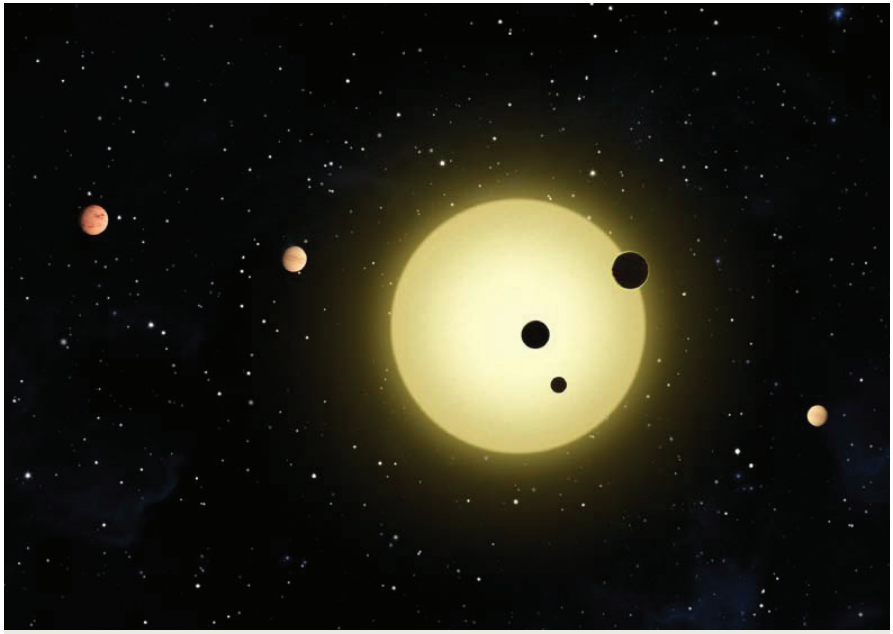
8. **ดาวเคราะห์คล้ายโลก** (Exo Earths) เป็นดาวเคราะห์ที่มีขนาด รัศมีและมวลใกล้เคียงกับโลก รวมถึงมีชั้นบรรยากาศก็อาจจะคล้ายกับโลก อยู่ห่างจากดาวฤกษ์ในระยะทางที่เหมาะสม ไม่ร้อนเกิน ไม่เย็นเกิน อาจจะเหมาะสมแก่การดำรงชีพของสิ่งมีชีวิตชนิดใดชนิดหนึ่งได้ หรือที่เรียกว่าเขตที่เอื้อต่อการมีสิ่งมีชีวิต ทำให้มันมีความน่าสนในเป็นพิเศษของนักวิทยาศาสตร์

ภาพที่ 24 ภาพจินตานการถึงดาวเคราะห์ที่เอื้อต่อการมีสิ่งมีชีวิตตัวชี้วัดที่สำคัญอย่างหนึ่งคือการที่ดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ ดวงนี้สามารถมีน้ำซึ่งคงสภาพของเหลวไว้ได้

(ภาพจาก : Dan Durda)

การตั้งชื่อของดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ

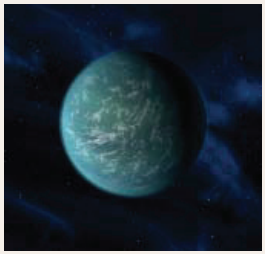
ชื่อเรียกของดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะอย่างเป็นทางการนั้น ใช้หลักการคล้ายกับการตั้งชื่อของดาวคู่ (Binary Star) คือมีชื่อของดาวนำหน้าแล้วตามด้วยอักษรภาษาอังกฤษ แต่จะต่างกันตรงที่ชื่อของดาวคู่จะใช้อักษรพิมพ์ใหญ่ ส่วนดาวเคราะห์นอกระบบฯ จะเป็นตัวอักษรพิมพ์เล็ก โดยเรียงลำจากดาวที่ค้นพบก่อน เช่น 51 Pegasi b จะถูกค้นพบก่อน 51 Pegasi c และถ้าค้นพบพร้อมกันมากกว่าสองดวง ดวงที่โคจรอยู่ใกล้ดาวฤกษ์ดวงแม่ กว่าจะได้ลำดับอักษรก่อน นอกจากชื่อที่เป็นทางการแล้วยังมีชื่อแบบทั่วไป ซึ่งพบได้มากในปัจจุบัน ยกตัวอย่างชื่อดาวตามบัญชีรายชื่อ Gliese 876d บอกได้ว่าเป็นดาวในบัญชี Gliese (Gliese Catalogue) ซึ่งฐานข้อมูลของดาวฤกษ์ที่อยู่ในระยะ 25 พาร์เซค หรืออาจเป็นชื่อจากโครงการหรือกล้องโทรทรรศน์ที่ค้นพบ เช่น Kepler 186f หรือ KOI-423b ดาวเคราะห์นอกระบบฯ ที่ค้นพบโดยกล้องโทรทรรศน์อวกาศเคปเลอร์ หรือ WASP-14b ซึ่งค้นพบโดย WASP (Wide Angle Search for Planets) ซึ่งเป็นหน่วยงานที่ถูกจัดตั้งขึ้นเพื่อค้นหาดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะด้วยวิธี Transiting Extrasolar Planets เกิดจากการร่วมมือกันของหลายหน่วยงานจากหลายประเทศ



ภาพที่ 25 ดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ ในระบบดาวฤกษ์จะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตามเทคโนโลยีการสำรวจระบบการเรียกชื่อจะพัฒนาตามจำนวนที่ค้นพบด้วยเช่นกัน

(ภาพจาก : http://static.ddmcdn.com)

ตัวอย่างดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะที่น่าสนใจ



Kepler-22b เป็นดาวเคราะห์สีฟ้าคล้ายโลกมีขนาดใหญ่กว่าโลกประมาณ 2.4 เท่า อยู่ห่างจากโลกเป็นระยะทางประมาณ 600 ปีแสง ถูกค้นพบครั้งแรกในปี ค.ศ. 2009 ด้วยกล้องโทรทรรศน์อวกาศเคปเลอร์ อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยประมาณ 22 องศาเซลเซียส โคจรรอบดาวฤกษ์ประมาณ 290 วัน และที่สำคัญมันอยู่ในเขตที่เอื้อต่อการมีสิ่งมีชีวิตรอบดาวฤกษ์ดวงแม่ด้วย

(ภาพจาก : www.nasa.gov)

Kepler-186f เป็นดาวเคราะห์ในกลุ่มดาวหงส์อยู่ห่างจากโลกเป็นระยะทางประมาณ 490 ปีแสง ใช้เวลาโคจรรอบดาวฤกษ์ประมาณ 130 วัน จากข้อมูลระบุว่ามีขนาดใหญ่กว่าโลกเพียง 10% และอยู่ในเขตที่เอื้อต่อการมีสิ่งมีชีวิต ซึ่งมีเงื่อนไขใกล้เคียงกับโลก

(ภาพจาก : www.nasa.gov)

Gliese 370b เป็นดาวเคราะห์ที่มีขนาดใหญ่กว่าโลกประมาณ 3.6 เท่า มีระยะห่างจากโลกประมาณ 35 ปีแสง ใช้เวลาหมุนรอบตัวเอง 54 วัน และที่สำคัญดาวดวงนี้มีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 25 องศาเซลเซียส รวมถึงมีชั้นเมฆปกคลุมคล้ายโลกมากด้วย จึงน่าจะเหมาะแก่การอยู่อาศัยมาก ๆ หรือไม่แน่ดาวดวงนี้อาจจะมีสิ่งชีวิตชนิดใดชนิดหนึ่งอาศัยอยู่ก็เป็นได้

(ภาพจาก : www.nasa.gov)

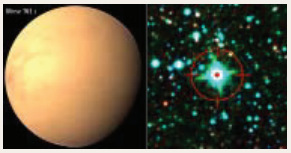
Gliese 876d เป็นดาวเคราะห์ที่ถูกจัดอยู่ในประเภท “ซุปเปอร์เอิร์ธ” ดาวเคราะห์ดวงนี้โคจรรอบดาวแคระแดงที่ชื่อว่า Gliese 876 ซึ่งการค้นพบครั้งนี้เป็นการค้นพบดาวเคราะห์ที่มีลักษณะทางกายภาพครั้งแรกของนักวิทยาศาสตร์

(ภาพจาก : www.nasa.gov)

Gliese 581g เป็นดาวเคราะห์ที่โคจรรอบดาวแคระแดงที่ชื่อว่า Gliese 581 ในกลุ่มดาวคันชั่ง อยู่ห่างจากโลกเป็นระยะทางประมาณ 20 ปีแสง ดาวเคราะห์ดวงนี้หมุนรอบตัวเองในอัตราที่ช้ามาก ทำให้อุณหภูมิทั้งสองซีกฟ้านั้นมีความแตกต่างกันอย่างสิ้นเชิงฝั่งที่หันเข้าหาดาวฤกษ์จะมีอุณหภูมิสูงถึง 70 องศาเซลเซียส แต่ฝั่งตรงข้ามนั้นมีอุณหภูมิเพียงแค่ประมาณ -4 องศาเซลเซียส

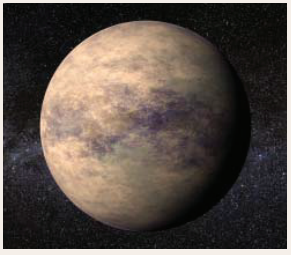
Gliese 667Cc เป็นดาวเคราะห์ที่โคจรรอบ Gliese 667C และอยู่ในตำแหน่งที่เรียกว่าเขตที่เอื้อต่อการมีสิ่งมีชีวิตเช่นกัน โดยอยู่ห่างจากโลกเป็นระยะทางประมาณ 22 ปีแสง ดาวเคราะห์ดวงนี้มีขนาดใหญ่กว่าโลกประมาณ 4-5 เท่า จึงถูกจัดให้เป็นดาวเคราะห์ประเภทซุปเปอร์เอิร์ธ ความน่าสนใจเกี่ยวกับดาวดวงนี้ คือ มันโคจรรอบระบบดาวฤกษ์สามดวง (Triple-star system) นั่นหมายความว่า ถ้าไปอยู่บนดาวเคราะห์ Gliese 667Cc อาจจะได้เห็นดาวฤกษ์โผล่ขึ้นจากขอบฟ้ามากกว่าหนึ่งจุดในเวลาเดียวกัน

(ภาพจาก : www.hpcf.upr.edu)



Gliese 163 C เป็นดาวเคราะห์ที่โคจรรอบดาวแคระแดง Gliese 163 อยู่ห่างจากโลกออกไปเป็นระยะทางประมาณ 49 ปีแสง นักวิทยาศาสตร์คาดว่าดาวเคราะห์ Gliese 163c น่าจะมีขนาดใหญ่กว่าโลกถึง 7 เท่า รวมถึงอุณหภูมิพื้นผิวก็น่าจะสูงกว่าโลกมากเนื่องจากมันโคจรอยู่ใกล้ดาวฤกษ์

(ภาพจาก : www.hpcf.upr.edu)



HD 40307g เป็นดาวเคราะห์ที่โคจรรอบเขตที่เอื้อต่อการมีสิ่งมีชีวิตของดาวฤกษ์ HD 40307 ซึ่งอยู่ห่างจากโลกออกไปเป็นระยะทาง 42 ปีแสง ดาวเคราะห์ดวงนี้มีขนาดใหญ่กว่าโลกประมาณ 7 เท่าใช้เวลาในการโคจรรอบดาวฤกษ์ประมาณ 198 วัน ถ้าเราไปอยู่บนดาวดวงนี้ 1 ปีของเราก็จะเร็วขึ้น นอกจากนี้นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าดาวดวงนี้น่าจะมีลักษณะการหมุนรอบตัวเองที่คล้าย ๆ กับโลก (มีกลางวัน - กลางคืนเหมือนกัน)

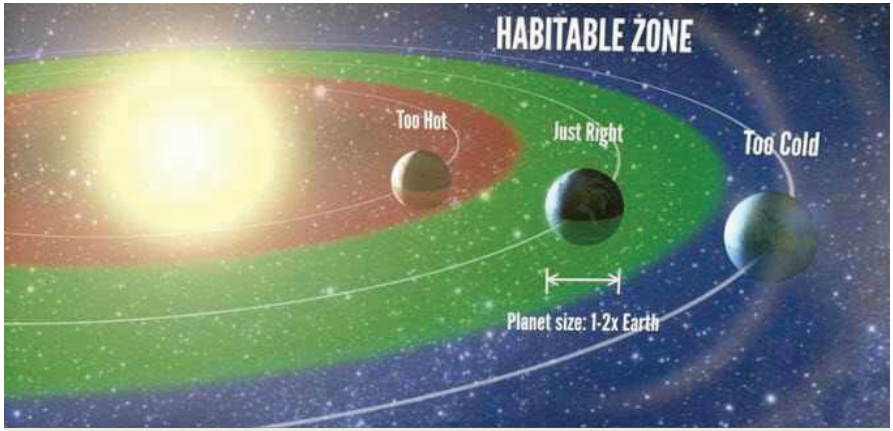
(ภาพจาก : www.hpcf.upr.edu)

Kepler 62e, 62f เป็นดาวเคราะห์ที่โคจรรอบดาวฤกษ์ที่ชื่อว่า Kepler 62 อยู่ห่างจากโลกเป็นระยะทางประมาณ 1,200 ปีแสง ดาวทั้งสองนี้เป็นดาวเคราะห์หินขนาดใหญ่ หรือเรียกว่า ซุปเปอร์เอิร์ธ ที่โคจรรอบดาวฤกษ์ดวงเดียวกัน ใช้เวลาในการหมุนรอบดาวฤกษ์ดวงแม่ประมาณ 122 วันและ 267 วันตามลำดับ นักวิทยาศาสตร์สันนิษฐานว่าพื้นผิวดาวทั้งสองนี้อาจจะมีมหาสมุทร ไม่แน่ว่ามันอาจจะเป็นดาวสิ่งมีชีวิตสามารถดำรงชีพอยู่ได้

(ภาพจาก : www.nasa.gov)

เขตที่เอื้อต่อการมีสิ่งมีชีวิต (Habitable Zone)

เขตที่เอื้อต่อการมีสิ่งมีชีวิต (Habitable Zone หรือ Circumstellar Habitable Zone (CHZ) หรือเรียกอย่างไม่เป็นทางการว่า Goldilocks Zone) หมายถึงพื้นที่รอบดาวฤกษ์ ที่มีสภาพพอเหมาะที่จะทำให้น้ำสามารถดำรงสถานะของเหลวได้บนดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะที่คล้ายกับโลกได้ (Earth-like Planet) ซึ่งเป็นปัจจัยเกื้อหนุนให้เกิดสิ่งมีชีวิตได้

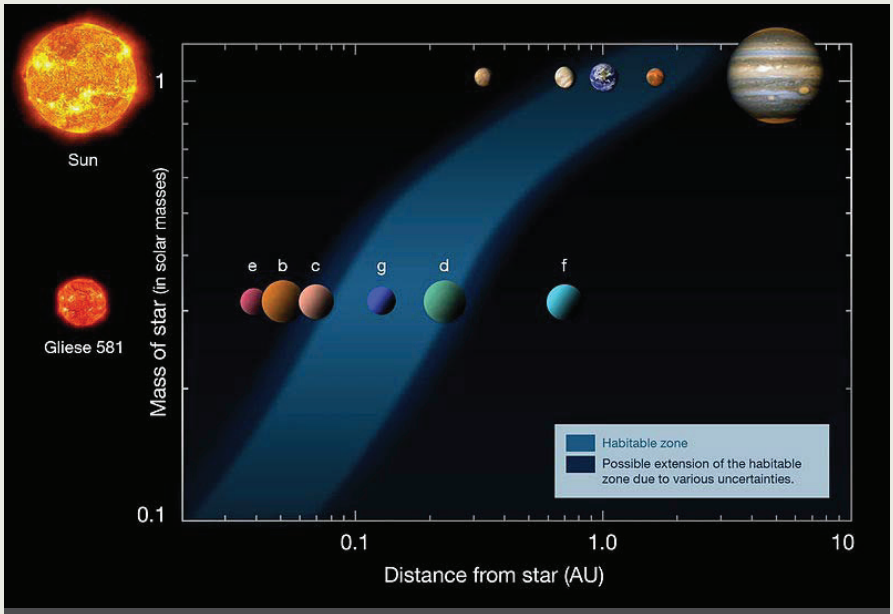


ภาพที่ 26 แสดงเขตที่เอื้อต่อการมีสิ่งมีชีวิต (สีเขียว) รอบดาวฤกษ์อื่นๆ ซึ่งดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะที่อยู่นอกบริเวณนี้จะมีอุณหภูมิสูงหรือต่ำกว่า ทำให้ไม่สามารถที่จะทำให้น้ำคงสถานะของเหลวได้

(ภาพจาก : http://consciouslifenews.com)

นักดาราศาสตร์ได้ประมาณการจำนวนดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ จากผลสำรวจโดยกล้องอวกาศเคปเลอร์ ในปี ค.ศ. 2013 ว่าอาจมีดาวเคราะห์ขนาดใกล้เคียงกับโลกมากถึง 4 หมื่นล้านดวง โคจรอยู่ในเขตที่เอื้อต่อการมีสิ่งมีชีวิต ของดาวฤกษ์ที่คล้ายดวงอาทิตย์ (Sun-like star ดาวฤกษ์ที่มีสเปกตรัมและสัดส่วนของธาตุที่หนักกว่าไฮโดรเจนกับฮีเลียมใกล้เคียงกับดวงอาทิตย์) และดาวแคระแดง

แนวคิดเกี่ยวกับเขตที่เอื้อต่อการมีสิ่งมีชีวิตนั้นเริ่มมีมาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1964 จากการศึกษาระบบสุริยะของเราและพบว่ามันกินพื้นที่รอบดวงอาทิตย์ตามแนวรัศมีเริ่มตั้งแต่ 0.75 หน่วยดาราศาสตร์ (112,198,403 กิโลเมตร) ไปจนถึง 3.0 หน่วยดาราศาสตร์ (448,793,612 กิโลเมตร) ค่าโดยประมาณนี้ได้มาจากการพิจาราณาค่า อัลบีโด (Albedo) ความดันและองค์ประกอบทางเคมี รวมถึงภาวะเรือนกระจกที่เกิดขึ้นในชั้นบรรยากาศ สำหรับการประมาณขอบเขตของเขตที่เอื้อต่อการมีสิ่งมีชีวิตของดาวฤกษ์ดวงอื่นนั้นนักดาราศาสตร์ใช้หลักการเรื่องฟลักซ์ของพลังงานที่มาจากดาวฤกษ์ (พลังงานที่ตกกระทบพื้นที่ 1 ตารางเมตรในเวลา 1 วินาที) ซึ่งลดลงตามระยะห่างของดาวเคราะห์บริวารและดาวฤกษ์ดวงแม่ซึ่งเรียกว่ากฎผกผันกำลังสอง นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่นที่ใช้ในการพิจาราณาขอบเขตของบริเวณดังกล่าวคือ ชนิดสเปกตรัมและวิวัฒนาการ รวมถึงพื้นผิวของดาวบริวารด้วย

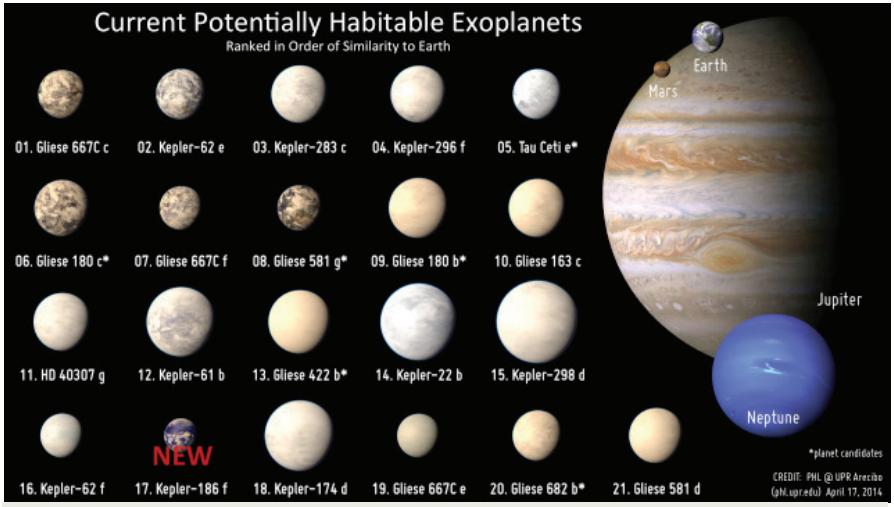


ภาพที่ 27 เปรียบเทียบเขตที่เอื้อต่อการมีสิ่งมีชีวิตของ ดาว Gliese 581 กับดวงอาทิตย์
(ภาพจาก : ESO)

การค้นพบดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะภายในเขตที่เอื้อต่อการมีสิ่งมีชีวิต มีอยู่ 3 ประเภท คือ ดาวเคราะห์แก๊ส ซุปเปอร์เอิร์ท และดาวเคราะห์ที่คล้ายกับโลก ในช่วงแรกของการสำรวจประชากรในเขตที่นี้ดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ ที่ตรวจพบเกือบทั้งหมดเป็นดาวเคราะห์แก๊ส ซึ่งไม่เหมาะกับการมีสิ่งมีชีวิต แต่นักวิทยาศาสตร์ตั้งสมมติฐานว่าดวงจันทร์บริวารของมันอาจจะมีศักยภาพนี้ก็ได้ ดังเช่นดวงจันทร์ของดาวพฤหัสบดี จนกระทั่ง ค.ศ. 2007 มีการค้นพบซุปเปอร์เอิร์ทในพื้นที่นี้เป็นครั้งแรกซึ่งเอื้อต่อการมีสิ่งมีชีวิตมากกว่าดาวแก๊สเพราะได้รับพลังงานจากดาวฤกษ์ดวงแม่แค่ 30% ของอัตราพลังงานจากดวงอาทิตย์ที่โลกได้รับ แต่การสำรวจค้นพบดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ ที่ดำเนินต่อไปอย่างต่อเนื่องทำให้ค้นพบดาวเคราะห์หินที่มีลักษณะคล้ายโลกและยังอยู่ในพื้นที่เอื้อต่อการมีสิ่งมีชีวิต ซึ่งแน่นอนว่าได้รับความสนใจอย่างมากในปี ค.ศ. 2013

ดาวเคราะห์ที่คล้ายโลก

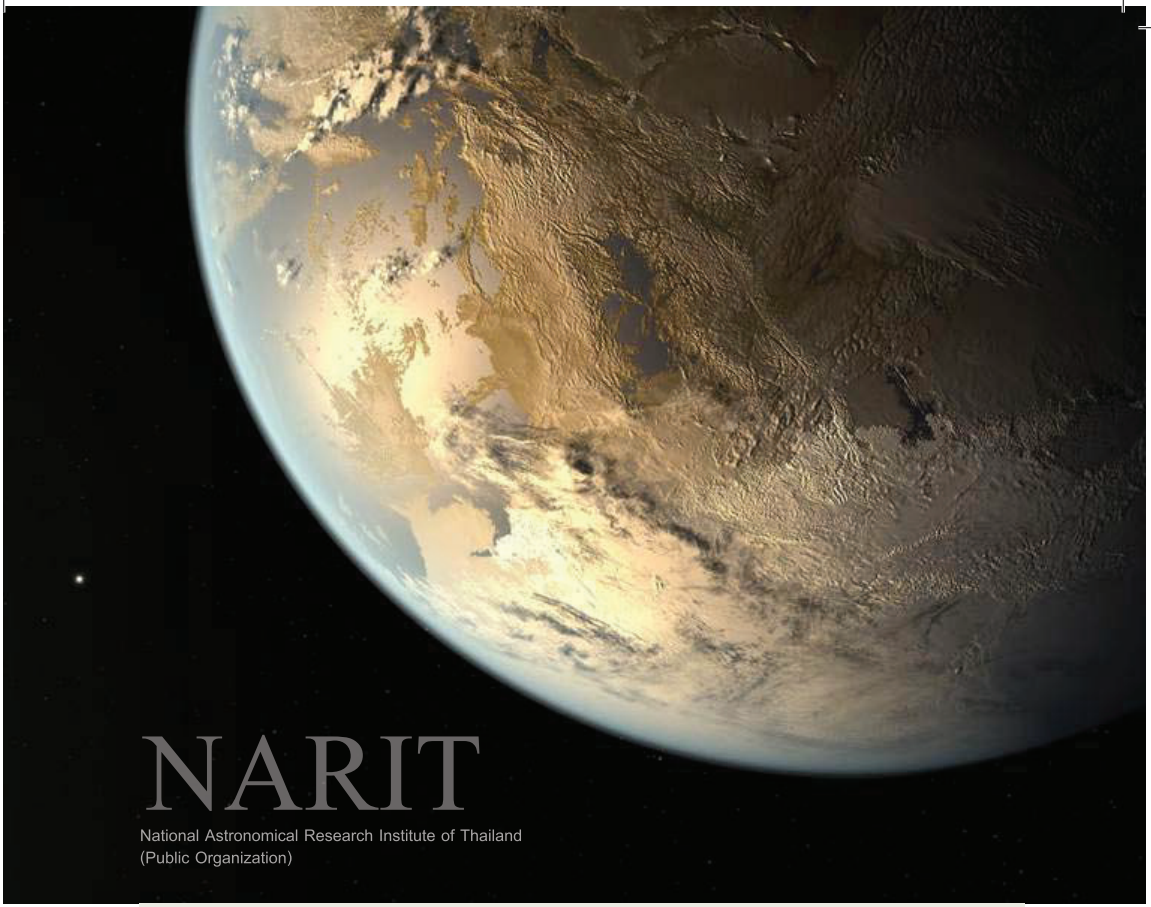
ในปี ค.ศ 2005 ได้มีการค้นพบดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ ที่มีลักษณะคล้ายโลกเป็นครั้งแรก คือ Gliese 875d ซึ่งมันอาจมี มวลมากถึง 9 เท่าของโลก ความหวังว่าจะได้พบกับดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ ซึ่งมีลักษณะคล้ายโลก ทั้งในเรื่องของมวล วงโคจร พื้นผิวและชั้นบรรยากาศที่เหมาะกับการมีสิ่งมีชีวิตได้เริ่มต้นจากการค้นพบครั้งนั้น



ภาพที่ 28 เปรียบเทียบขนาดของดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะที่เอื้อต่อการมีสิ่งมีชีวิต ซึ่งค้นพบในปัจจุบันกับขนาดของดาวเคราะห์ในระบบสุริยะ

(ภาพจาก : http://phl.upr.edu/)

นับตั้งแต่ปี ค.ศ. 2007-2010 มีการค้นพบดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ สามดวงที่มีลักษณะเกือบจะคล้ายโลก พวกมันโคจรรอบดาวแคระแดง Gliese 581 ดวงแรก คือ Gliese 581e มีมวลประมาณ 1.9 เท่าของโลกเท่านั้น ซึ่งถือว่าใกล้เคียงกับโลกมากแต่วงโคจรของมันอยู่ใกล้กับดาวฤกษ์ดวงแม่มากจนทำให้คาบการโคจรของมันใช้เวลาแค่ 25 วัน ส่วนสองดวง คือ Gliese 581c และ Gliese 581d ทั้งสองดวงมีมวลมากว่า ซุปเปอร์เอิร์ท แต่การที่มันอยู่ในเขตที่เอื้อต่อการมีสิ่งมีชีวิต ซึ่งหมายความว่าอุณหภูมิที่ชั้นบรรยากาศของมันไกล้เคียงกับโลกของเรา และการพบว่าดาวแคระแดงนั้นมีโอกาสที่จะมีดาวเคราะห์ที่มีขนาดคล้ายโลกสูงมาก

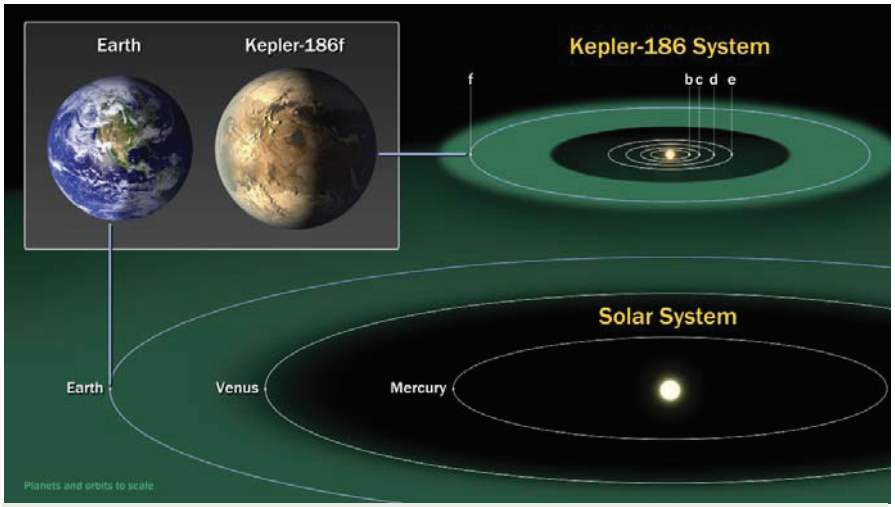


ภาพที่ 29 Kepler-186f ดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ ดวงแรกที่มีขนาดใกล้เคียงกับโลกและอยู่ในเขตที่เอื้อต่อการมีสิ่งมีชีวิต

(ภาพจาก : NASA Ames/SETI Institute/JPL-Caltech)

ในปี ค.ศ. 2013 ขณะที่การค้นพบดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะใหม่ ๆ ทุกวัน Kepler-186f คือ ดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะดวงแรกที่มันมีขนาดใกล้เคียงกับขนาดของโลกและยังอยู่ในเขตที่เอื้อต่อการมีสิ่งมีชีวิต

Kepler-186 เป็นดาวฤกษ์ในกลุ่มดาวหงษ์อยู่ห่างออกไปจากโลกถึง 500 ปีแสง ได้มีการค้นพบดาวเคราะห์นอกระบบฯ โคจรรอบดาวฤกษ์ดวงนี้แล้ว 5 ดวง การที่ดาวฤกษ์ดวงนี้ ได้รับความสนใจเนื่องจากเป็นดาวแคระแดง (Red Dwarf Star) ดาวฤกษ์ประเภทนี้ มีเขตที่เอื้อต่อการมีสิ่งมีชีวิตกว้างกว่าดาวฤกษ์ประเภทอื่น และมีจำนวนมากถึง 3 ใน 4 ของประชากรดาวฤกษ์ในทางช้างเผือก ดาวแคระแดงมีลักษณะคล้ายดวงอาทิตย์ แต่มีขนาดเล็กกว่า อุณหภูมิต่ำกว่า และสว่างน้อยกว่า ทำให้ดาวประเภทนี้หลาย ๆ ดวงมีดาวบริวารอยู่ด้วย แต่กระบวนการเปลี่ยนแสงให้เป็นแหล่งพลังงานสำหรับดำรงชีวิตซึ่งเป็นกระบวนสำคัญสำหรับสิ่งมีชีวิตบนโลกนั้น จะเกิดขึ้นได้ยากกว่าซึ่งทำให้รูปแบบชีวิตนั้นแตกต่างกับบนโลกอย่างมาก



ภาพที่ 30 ตำแหน่งและขนาดของ Kepler -189f ในเขตที่เอื้อต่อการมีสิ่งมีชีวิตของดาวฤกษ์ดวงแม่ เมื่อเทียบกับตำแหน่งของโลก ซึ่งอยู่ในบริเวณเดียวกันของระบบสุริยะ

(ภาพจาก : NASA Ames/SETI Institute/JPL-Caltech)

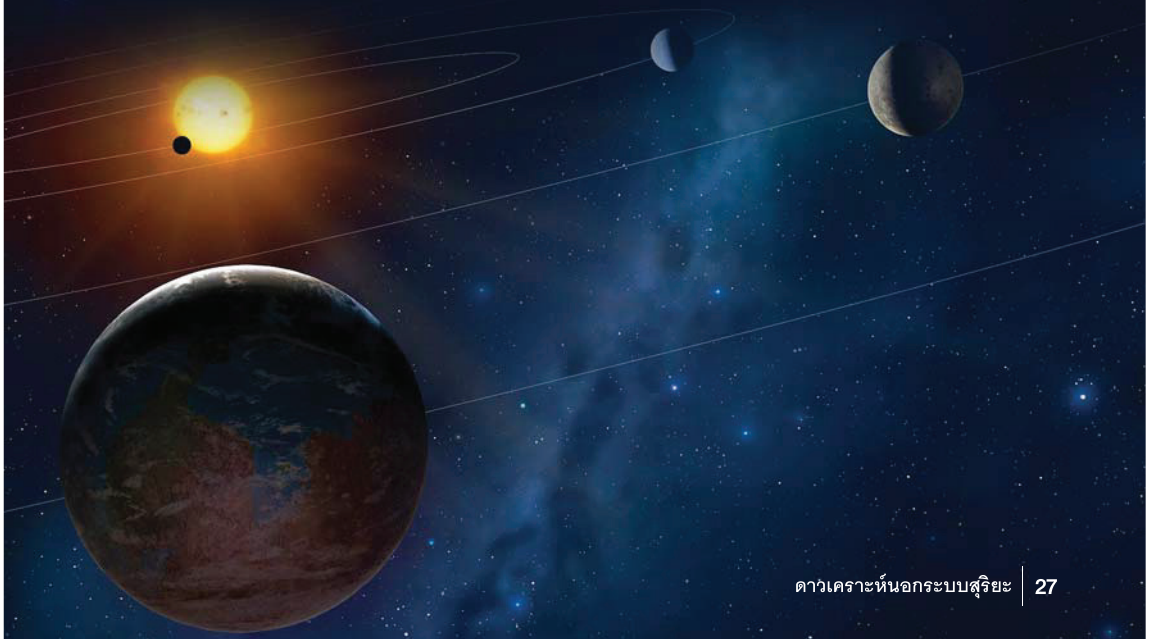
รัศมีของ Kepler-186f เท่ากับ 1.11±0.14 เท่าของโลกทำให้มันมีปริมาตรคิดเป็น 1.37 เท่าของโลก แต่มวลของสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ ขึ้นอยู่กับว่าองค์ประกอบของดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะดวงนี้เป็นดาวเคราะห์หิน หรือดาวเคราะห์น้ำ (Ocean Planet) ที่มีชั้นบรรยากาศบาง ๆ มวลของ Kepler-186f ตอนนี้ยังไม่สามารถระบุให้แน่ชัด ซึ่งอาจมีมวลอยู่แค่ 0.32 เท่าของโลก ถ้ามันเป็นดาวเคราะห์ที่เป็นของเหลวหรือก๊าซ และอาจหนักถึง 3.77 เท่าของโลก ถ้าองค์ประกอบเป็นโลหะ และถ้ามีองค์ประกอบเป็นดาวเคราะห์หิน (1/3 โลหะ, 2/3 ซิลิเกต) จะหนักประมาณ 1.44 เท่าของโลก

ด้วยระยะทาง 500 ปีแสงทำให้ข้อมูลหลาย ๆ ด้านยังคงต้องอาศัยเทคโนโลยีการเก็บข้อมูลที่กำลังพัฒนาและจะถูกใช้ในอนาคตอันใกล้ ด้วยข้อมูลปัจจุบันเราสามารถสร้างแบบจำลองทางสภาพบรรยากาศซึ่งมาจาก ข้อมูลเกี่ยวกับรัศมีและระยะห่างจากดาวฤกษ์ดวงแม่ของดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ

จากข้อมูลที่กล่าวมาแล้วข้างต้น เห็นได้ว่านักวิทยาศาสตร์มีการค้นหาดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะมาเป็นเวลานานมากแล้ว ด้วยความหวังที่จะเจอดาวเคราะห์ดวงใดดวงหนึ่งที่มีลักษณะทางกายภาพ และทางชีวะเคมีที่คล้ายโลก และเอื้อต่อการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิตชนิดใดชนิดหนึ่งได้ (ไม่จำเป็นต้องเหมือนกับสิ่งมีชีวิตบนโลก) ถึงแม้วันนี้นักวิทยาศาสตร์จะยังไม่เจอดาวเคราะห์ดวงใดที่มีลักษณะดังกล่าว แต่นักวิทยาศาสตร์ไม่ได้ย่อท้อยังคงเร่งพัฒนาเทคนิคและเทคโนโลยีในการค้นหาอย่างต่อเนื่อง การค้นพบดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ แต่ละดวงถือเป็นบทเรียนใหม่ ๆ ของนักวิทยาศาสตร์ทั้งเรื่องวิวัฒนาการของดาวเคราะห์ อิทธิพลของดาวฤกษ์ที่มีผลกับดาวบริวาร เหมือนกับนักวิทยาศาสตร์มีห้องทดลองวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอีกนับไม่ถ้วน ส่งผลให้เกิดทฤษฎีใหม่ ๆ ขึ้นเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่ไม่สามารถพบเจอได้ในระบบสุริยะ ถือเป็นเสมือนเครื่องย้อนเวลาเพื่อดูว่าวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตที่สัมพันธ์กับดาวฤกษ์ และสิ่งสำคัญซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการพัฒนาเทคนิคและเทคโนโลยีทางวิทยาศาสตร์อวกาศหลายต่อหลายอย่าง นั้นถูกนำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันของมนุษย์ในอีกไม่นาน

NARIT

National Astronomical Research Institute of Thailand
(Public Organization)



สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)

National Astronomical Research Institute of Thailand (Pubilc Organization)

สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)
อุทยานดาราศาสตร์สิรินธร เลขที่ 260 หมู่ 4 ต.ดอนแก้ว อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่ 50180
โทรศัพท์ : 0-5312-1268-9 โทรสาร : 0-5312-1250

สำนักงานประสานงาน กรุงเทพฯ สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)
ชั้น 2 เลขที่ 75/47 กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ซอยโยธี ถนนพระรามที่ 6
แขวงทุ่งพญาไท เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400 โทรศัพท์ : 0-2354-6652 โทรสาร : 0-2354-7013

หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบ พระชนมพรรษา ฉะเชิงเทรา
เลขที่ 999 หมู่ 3 ต.วังเย็น อ.แปลงยาว จ.ฉะเชิงเทรา 24190 โทรศัพท์ : 0-3858-9396 โทรสาร : 0-3858-9395

หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบ พระชนมพรรษา นครราชสีมา
เลขที่ 111 ถ.มหาวิทยาลัย ต.สุรนารี อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000 โทรศัพท์ : 0-4421-6254 โทรสาร : 0-4421-6255

หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบ พระชนมพรรษา สงขลา
เลขที่ 79/4 หมู่ 4 ต.เขารูปช้าง อ.เมือง จ.สงขลา 90000 โทรศัพท์ : 0-7430-0868 โทรสาร : 0-7430-0867

E-mail : info@narit.or.th www.NARIT.or.th

พิมพ์ครั้งที่ 4
ตุลาคม 2563