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

อุกกาบาต

ผู้มาเยือนจากนอกโลก

พิมพ์ครั้งที่ 2

ASTEROID : THE EXTRATERRESTRIAL VISITOR

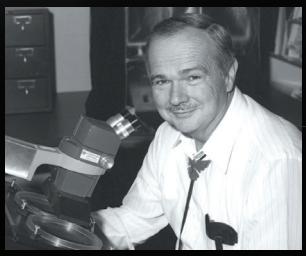
www.NARIT.or.th

กว่าจะรู้ว่าเป็นหลุมอุกกาบาต

หลุมอุกกาบาตที่อยู่บนโลกไม่ใช่สิ่งที่จะสังเกตเห็นได้ง่ายส่วนใหญ่แล้วถูกกลืนหายไปโดยกระบวนการทางธรณีวิทยาถ้าอยากเห็นหลุมอุกกาบาตที่ชัดเจนจริงๆ คงต้องเดินทางไปยังหลุม เมทิออร์ เครเตอร์ (Meteor crater) อยู่ทางตะวันออกของเมืองแฟลกสตาฟ (Flagstaff) ทางตอนเหนือของรัฐแอริโซนา (Arizona) ประเทศสหรัฐอเมริกา หลุมนี้เกิดขึ้นเมื่อ 50,000 ปีก่อน แต่เรื่องราวของความเป็นหลุมอุกกาบาตพึ่งเริ่มต้นเมื่อต้นศตวรรษที่ 19 ในช่วงแรกของการค้นพบต่างก็สรุปว่าภูมิประเทศที่มีลักษณะเป็นหลุมขนาดใหญ่แบบนี้เกิดจากภูเขาไฟไม่ได้เกิดจากอุกกาบาตด้วยสาเหตุสำคัญสองประการ ประการแรกคือปริมาณมวลสารที่ฟุ้งกระจายจากหลุมต้องมีปริมาณเท่ากับปริมาตรของหลุม แต่เนื้อดินที่พอกขึ้นบริเวณขอบหลุมนี้ไม่เท่ากับปริมาตรของหลุมเนื่องจากความเข้าใจในกลศาสตร์ของดาวเคราะห์ในยุคนั้นยังมีน้อย กิลเบอร์ท จึงคิดว่าถ้าหากหลุมนี้เกิดจากอุกกาบาตจริง อุกกาบาตต้องมีขนาดเท่ากับขนาดของหลุมจะทำให้เกิดหลุมที่มีขนาดใหญ่ แต่ดินที่พอกขึ้นมาบริเวณขอบหลุมมีน้อยมากเมื่อเทียบปริมาตรของหลุม หากเป็นเช่นนั้นและแกนอุกกาบาตต้องอยู่บริเวณใจกลางหลุมแต่เขากลับไม่พบแกนอุกกาบาตซึ่งควรจะเป็นต้นเหตุของหลุมขนาดใหญ่นี้ ประการที่สองคือผลการทดสอบทางแม่เหล็กถ้าอุกกาบาตที่เป็นโลหะซึ่งทำให้เกิดหลุมใหญ่ขนาดนี้ได้ ขนาดของมันต้องส่งผลกับเข็มทิศแม่เหล็กแน่นอน ผลการทดสอบพบว่าแม่เหล็กกลับทำงานเป็นปกติ แนวคิดที่ว่าหลุมนี้เกิดจากการพุ่งชนของอุกกาบาตเริ่มต้นจากวิศวกรเหมืองแร่ แดเนียล เอ็ม แบร์ริงเจอร์ (Daniel M. Barringer) ผู้มีความเชื่อว่าหลุมนี้เกิดจากการพุ่งชนของอุกกาบาตจากนอกโลก โดยแบร์ริงเจอร์ เริ่มศึกษารายละเอียดของหลุมนี้ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1903–1905 กับนักฟิสิกส์และนักธรณีวิทยาหลายคน ประกอบกับหลักฐานที่ค้นพบมากมายนั้นต่างสนับสนุนทฤษฎีของเขาหลังจากผ่านการโต้แย้งทางวิชาการหลายต่อหลายครั้งเขาใช้เวลากว่า 26 ปีในการพิสูจน์ทฤษฎีการเกิดหลุมขนาดยักษ์จากการพุ่งชนของวัตถุนอกโลก ผลงานของเขาได้รับการยอมรับในปี ค.ศ. 1929 และหลังจากนั้นหนึ่งปี แบร์ริงเจอร์ ก็เสียชีวิตด้วยโรคหัวใจล้มเหลว แม้ปัจจุบันหลุมอุกกาบาตดังกล่าวจะเป็นกรรมสิทธิ์ของครอบครัว แบร์ริงเจอร์ ซึ่งบริหารงานมาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1941

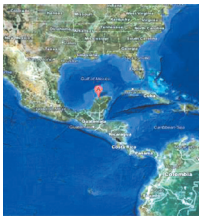
ภาพที่ 1 หลุมอุกกาบาตแบร์ริงเจอร์ เป็นหลุมอุกกาบาตที่ถือว่าปรากฏบนพื้นโลกชัดเจนที่สุดเนื่องจากตั้งอยู่กลางทะเลทราย สามารถมองเห็นได้ทั่วทั้งหลุมเพราะไม่มีสิ่งบด
(ภาพโดย http://www.meteorwatch.org)

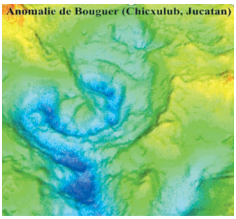
การศึกษาหลุมอุกกาบาตเริ่มได้รับความสนใจมากขึ้น โดยมีจุดเริ่มต้นตั้งแต่ ค.ศ. 1960 เมื่อ ดอกเตอร์ ยูจีน ชูเมคเกอร์ (Eugene Shoemaker) ซึ่งขณะนั้นเขาทำงานกับ ยูเอส ยีโอโลจิคอล เซอร์เวย์ (U.S. Geological Survey) ได้มาสำรวจบริเวณหลุมเมทิออร์นี้ และพบว่าบริเวณนี้มีปริมาณของแร่โคไซต์ (Coesite) และ สติโชไวท (Stishovite) สูงมาก (เป็นรูปแบบของแร่ชนิดหนึ่งที่แปรเปลี่ยนมาจากแร่ silicon dioxide ซึ่งจะเกิดเมื่อได้รับความดันสูงกว่า 20,000 เท่าของความดันบรรยากาศ) แร่ทั้งสองชนิดนี้ไม่ค่อยพบในธรรมชาติแม้แต่บริเวณที่เกิดการระเบิดของภูเขาไฟแต่มักพบในบริเวณที่มีการทดลองระเบิดนิวเคลียร์ สิ่งที่ทำให้เกิดหลุมขนาดนี้ได้น่าจะเป็นการพุ่งชนของวัตถุจากนอกโลกด้วยความเร็วสูงมาก ซึ่งการวิจัยในเวลาต่อมาต่างก็แสดงให้เห็นว่า หลุมใหญ่นี้เป็นภูมิประเทศแบบพิเศษเรียกว่า แอสโตรเบรม (Astroblems) เกิดขึ้นเมื่อประมาณ 50,000 ปีก่อนโดยการชนของวัตถุจากนอกโลก ผลการค้นคว้าของดอกเตอร์ชูเมคเกอร์ ทำให้เข้าใจสภาพที่แท้จริงของพื้นโลกเมื่อถูกวัตถุขนาดใหญ่จากนอกโลกพุ่งชนนั้นส่งผลร้ายแรงมากแค่ไหน นอกจากนี้เขายังมีส่วนสำคัญที่ทำให้สาขาวิชาธรณีดาราศาสตร์ (Astrogeology) ให้ได้รับความสนใจมากขึ้นอย่างมาก ผลจากความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีในหลายสาขาส่งผลให้มีการนำหลากหลายวิธีการมาใช้แทนการขุดหาแกนอุกกาบาตเพื่อเอาตัวอย่างขึ้นมาศึกษาแบบเดิมๆ การวัดการสั่นสะเทือน, แรงโน้มถ่วง, สนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้า, การตรวจหากัมมันตภาพรังสีจากเศษอุกกาบาต และการวัดการสลายตัวของคาร์บอน-14 ซึ่งทำให้ทราบอายุของหลุมหรือก็คือการทราบช่วงเวลาที่อุกกาบาตพุ่งชน



ภาพที่ 2 ดอกเตอร์ ยูจีน ชูเมคเกอร์ (Eugene Shoemaker) ผู้มีส่วนร่วมในการบุกเบิกการศึกษาภูมิประเทศของดาวเคราะห์ในระบบสุริยะ เป็นผู้ชี้ให้เห็นถึงอันตรายจากวัตถุจากอวกาศจากผลการค้นพบและคาดการณ์ล่วงหน้าเกี่ยวดาวหาง ชูเมคเกอร์-เลวี 9 (Comet Shoemaker–Levy 9) พุ่งชนดาวพฤหัสบดีนอกจากนี้ยังมีผลงานในการร่วมเป็นที่ปรึกษาในโครงการส่งมนุษย์ไปยังดวงจันทร์ขององค์การนาซา (NASA)
(ภาพโดย http://astrogeology.usgs.gov/About/AstroHistory/shoemaker.html)

ปัจจุบันมีพื้นที่ ที่ได้รับการยืนยันว่าเคยถูกวัตถุจากนอกโลกพุ่งชนแล้ว 186 หลุม (ข้อมูลจาก http://www.passc.net/EarthImpactDatabase) กระจายกันอยู่ทั่วทุกทวีปบนโลก โดยพบมากที่สุดในทวีปอเมริกาเหนือ หลุมอุกกาบาตส่วนใหญ่ไม่สามารถสังเกตเห็นได้ง่ายเหมือนหลุมเมทิออร์เครเตอร์ อย่างเช่นหลุมที่ชื่อ ชิกซูลับ (Chicxulub) ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางถึง 180 กิโลเมตร ซ่อนอยู่ใต้แหลมยูคาทานในอ่าวเม็กซิโกแต่ไม่มีใครสังเกตเห็นเลยว่าพื้นที่บริเวณนี้เป็นหลุมอุกกาบาต จนกระทั่ง ค.ศ. 1978 เกล็น เพนฟิลด์ (Glen Penfield) นักธรณีฟิสิกส์ที่ทำงานให้บริษัทน้ำมัน พีเม็ก (PEMEX) ไปพบเจอระหว่างสำรวจหาแหล่งน้ำมันได้ทำการตรวจสอบสนามแม่เหล็กของพื้นที่ ทำให้เห็นภาพพื้นที่คล้ายหลุมขนาดใหญ่ ซึ่งเขาแน่ใจว่าเป็นหลุมอุกกาบาต จากการลงพื้นที่สำรวจหาหลักฐานด้วยตัวเองนั้นทำให้เขาค้นพบหลุมอุกกาบาตขนาดยักษ์ที่ซ่อนตัวอยู่ในอ่าวเม็กซิโก ซึ่งในตอนนั้นยังไม่มีใครตระหนักถึงความสำคัญของหลุมอุกกาบาตนี้นอกจากขนาดที่ใหญ่มาก





ภาพที่ 3 หลุมชิกซูลับอยู่ลึกลงไปในอ่าวเม็กซิโก จึงไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าแม้จะใช้การสำรวจจากดาวเทียมการค้นพบหลุมนี้เริ่มจากการศึกษาแผนที่แรงโน้มถ่วงของพื้นที่ดังกล่าว

ในช่วงเดียวกันกับที่ เกล็น เพนฟิลด์ ออกสำรวจหลุมได้มีการค้นพบหลักฐานสำคัญทางด้านธรณีวิทยาเกี่ยวกับชั้นดินบางๆ ที่เรียกว่า พรหมแดนเคที (KT boundary) โดย หลุยส์ อัลวาเรส (Luis Alvarez ค.ศ.1980) และคณะทำงาน (ประกอบด้วยนักธรณีวิทยา นักเคมี Frank Asaro และ Helen Michels) ในการพิสูจน์ว่าชั้นดินที่กั้นระหว่างชั้นดินของยุค คลีเตเชียส (Cretaceous: 65 ล้านปี) กับ เทอร์เชียรี (Tertiary: 65-18 ล้านปี) มีปริมาณของธาตุอิริเดียม (Ir มากกว่าพื้นโลกถึงสามสิบเท่า นอกจากนั้นยังมีแร่อื่นๆ ซึ่งจะพบเฉพาะในบริเวณที่เกิดการพุ่งชนของอุกกาบาตอยู่ในชั้นดินนี้ด้วย

ในแวดวงบรรพชีวินวิทยามีคำถามสำคัญคือไดโนเสาร์หลายสายพันธุ์ซึ่งเป็นสิ่งมีชีวิตขนาดใหญ่ที่เคยครองโลกเมื่อ 65 ล้านปีก่อนเกิดสูญหายไปจากสายการวิวัฒนาการ มีการตั้งสมมติฐานต่างๆ ถึงสาเหตุของการสูญพันธุ์ของไดโนเสาร์ แต่มีเพียงสมมติฐานของอัลวาเรส ที่ได้ศึกษาตัวอย่างดินจากหลุมชิกซูลับและพบว่ามีชั้นดินเคที ที่มีธาตุอิริเดียมสูงผิดปกติ และได้ทำการคำนวณขนาดของหลุมชิกซูลับพบว่าหลุมมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 180 กิโลเมตร จะต้องเกิดจากอุกกาบาตที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า 10 กิโลเมตร พุ่งชน หายนะครั้งนั้นทำให้เกิดการทำลายล้างครั้งใหญ่บนโลก ซึ่งใกล้เคียงกับช่วงไดโนเสาร์ที่มีชีวิตอยู่เมื่อ 65 ล้านปีก่อน (การหาอายุของหลุมได้จากงานวิจัยของ คาร์ล ซี ซลาสเซอร์ (Carl C. Swiseher) โดยการวัดการสลายตัวของ ธาตุโพแทสเซียม (K-40) ไปเป็น อาร์กอน-40 (Ar-40) หลายสายพันธุ์บนโลกจึงถูกทำลายไปรวมถึงไดโนเสาร์ด้วย ถึงแม้จะมีบางสายพันธุ์ที่เหลือรอดจากการพุ่งชน ก็ต้องเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงสภาวะอากาศของโลกภายหลังจากการพุ่งชน สายพันธุ์ที่ไม่อาจสามารถปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงได้จึงสูญพันธุ์ไป ปัจจุบันถ้าพูดถึงทฤษฎีการสูญพันธุ์ของไดโนเสาร์แล้ว การถูกอุกกาบาตพุ่งชนที่ชิกซูลับถือว่าได้รับการยอมรับมากที่สุดในขณะนี้

National Astronomical Research Institute of Thailand (Public Organization)

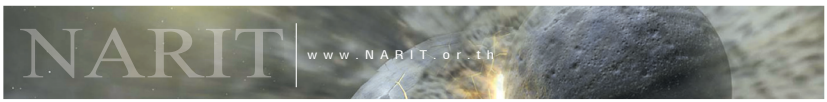
ภาพที่ 4 การถูกดาวเคราะห์น้อยพุ่งชน ปัจจุบันเป็นที่ยอมรับมากที่สุดว่าเป็นสาเหตุของการสูญพันธุ์อย่างรวดเร็วของไดโนเสาร์

ภาพที่ 5 ดวงอาทิตย์มีบริวารอยู่หลายประเภท ในจำนวนนั้นมีดาวหางและดาวเคราะห์น้อยที่เคลื่อนที่ไปทั่วทั้งระบบสุริยะด้วยความเร็วสูงมากและบางครั้งมันก็เคลื่อนที่เข้าใกล้โลกของเรา (ภาพโดย JPL /NASA)

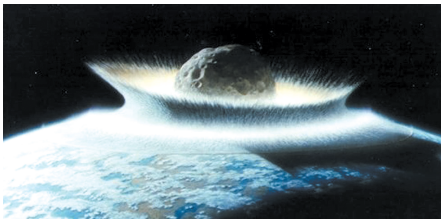
พลังที่สามารถเปลี่ยนแปลงยุคสมัย

ในวินาทีที่วัตถุขนาดใหญ่จากอวกาศ (อาจเป็นดาวหาง หรือดาวเคราะห์น้อย) สัมผัสผิวโลกจะเกิดแสงสว่างวาบบนท้องฟ้า อุณหภูมิในบริเวณที่พุ่งชนสูงเท่ากับอุณหภูมิพื้นผิวของดวงอาทิตย์ ถ้าตกในทะเลก็จะทำให้น้ำทะเลเดือดเป็นไอและเกิดหลุมขนาดใหญ่บนพื้นมหาสมุทร เพียงชั่วอึดใจหลังการปะทะจะเกิดคลื่นสึนามิขนาดยักษ์สูงเท่าตึกหลายสิบชั้น กระทบชายฝั่งด้วยความเร็วสูงมากและเกิดแผ่นดินไหวขนาดใหญ่แผ่เป็นวงกว้าง รัศมีหลายพันกิโลเมตร ถ้าการปะทะเกิดขึ้นบนพื้นทวีปเปลวเพลิงจะแผ่ขยายออกมาทั้งด้านข้างและด้านบนด้วยความเร็วสูงแผดเผาทุกอย่างที่มันผ่านไป และอาจถึงชั้นบรรยากาศชั้นบนของโลก การระเบิดจะทำให้หินจำนวนหลายสิบล้านตันหลอมเหลวและกระจายขึ้นไปบนอากาศจากนั้นก็จะเริ่มเย็นตัวเป็นของแข็งและตกลงมาบนพื้นโลก เหมือนถูกถล่มซ้ำด้วยอุกกาบาตชิ้นเล็กๆ ท้องฟ้าร้อนระอุเหมือนอยู่ในเตาอบที่ตั้งอุณหภูมิไว้สูงสุด สัตว์และพืชจะถูกความร้อนเผาจนตาย สภาวะเช่นนี้จะเกิดขึ้นทั่วทั้งโลกไม่เพียงแต่บริเวณที่เกิดการพุ่งชนเท่านั้น

ภัยพิบัติไม่ได้เกิดเพียงชั่วอึดใจที่เกิดการพุ่งชน ผลของการพุ่งชนทำให้เกิดภัยพิบัติอื่นตามมาอีก แผ่นดินไหว ลาวาปะทุ ฝนกรด คลื่นสึนามิขนาดยักษ์ถล่มชายฝั่ง เมื่อเวลาผ่านไปจนทุกอย่างสงบลง สิ่งที่ตามมาคือโลกจะถูกปกคลุมไปด้วยฝุ่นควันหนาแน่นซึ่งเกิดตอนที่มีการพุ่งชนยังฟุ้งกระจายอยู่ในชั้นบรรยากาศ ปิดบังแสงจากดวงอาทิตย์ไม่ให้ส่องมาถึงพื้นโลก ห่วงโซ่อาหารถูกตัดขาด เพราะพืชสังเคราะห์แสงไม่ได้ อากาศเป็นพิษไม่เหมาะสมกับการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิตใดๆ ทั่วทั้งโลกตกอยู่ภายใต้ความมืดมิดและความหนาวเย็นเป็นเวลาหลายปีกว่าโลกจะปรับสภาพให้เอื้ออำนวยต่อการดำรงชีวิต ซึ่งสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่เหลือรอดและสามารถปรับตัวได้ดีก็ได้เข้ามาแทนที่ไดโนเสาร์



ความเสียหายที่กล่าวมาทั้งหมดเกิดขึ้นได้อย่างไร เมื่อเทียบขนาดของโลกกับขนาดของอุกกาบาตที่พุ่งชนจนเกิดหลุมชิกซูลับขึ้นมานั้น เทียบกันแล้วขนาดของโลกใหญ่กว่าวัตถุที่พุ่งชนถึง 7,000 เท่า คำตอบคือพลังงานที่ปลดปล่อยออกมาขณะเกิดการปะทะนั้นเอง อุกกาบาตที่พุ่งชนคาบสมุทรยูคาทาน ปลดปล่อยพลังงานออกมาถึง 4×10^{23} จูล ซึ่งมากกว่าพลังงานที่ได้จากระเบิดลูกใดๆ ที่มนุษย์เคยสร้างขึ้นมา (แรงระเบิดมากกว่าระเบิดไฮโดรเจนที่มนุษย์เคยสร้างขึ้นมาถึง 2 ล้านเท่า) แล้วอุกกาบาตไปหอบหิ้วเอาพลังงานขนาดนั้นมาจากไหน คำตอบนั้นอยู่ในสมาการของกฎอนุรักษ์พลังงานนั่นเอง ก่อนอื่นเราต้องทำความเข้าใจก่อนว่า คำว่า “อุกกาบาต” ใช้เรียกวัตถุที่หลงเหลือจากการเผาไหม้ (ถ้าโชคดีเผาไหม้หมดในชั้นบรรยากาศเราจะเห็นดาวตกแสนสวย) และผ่านเข้ามาในชั้นบรรยากาศโลกแล้ว ตอนที่อยู่ในอวกาศพวกมันล้วนแล้วแต่โคจรรอบดวงอาทิตย์ด้วยความเร็วต่างกัน เมื่อวัตถุเหล่านี้เคลื่อนที่จะมีพลังงานจลน์เกิดขึ้น โดยมีขนาดแปรผันตรงกับความเร็วยกกำลังสอง ยิ่งเคลื่อนที่เร็วเท่าไหร่พลังงานจลน์ก็จะมากเป็นทวีคูณ เมื่อเคลื่อนที่เข้าใกล้ดาวเคราะห์ก็จะถูกแรงโน้มถ่วงของดาวเคราะห์ดึงดูดให้พุ่งชน เมื่อเกิดการพุ่งชนพลังงานจลน์ทั้งหมดจะถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน ความเสียหายที่เกิดขึ้นมักถูกนำไปเทียบกับระเบิดนิวเคลียร์ว่าเป็นกี่เท่าของแรงระเบิดที่มนุษย์ทำได้ ซึ่งในความเป็นจริงยังไม่เคยมีมนุยษ์คนใดได้เผชิญหน้าแล้วยังมีชีวิตรอดมาเล่าให้ฟัง แต่เราต่างเชื่อกันว่าถ้าวันใดอุกกาบาตขนาดเท่ากับอุกกาบาตที่ทำให้เกิดหลุมที่ ชิกซูลับพุ่งชนโลก วันนั้นคงถึงคราวสูญพันธุ์มนุษยชาติอย่างแน่นอน



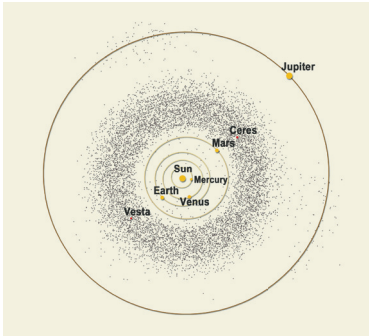
ภาพที่ 6 พลังงานที่ดาวเคราะห์น้อยปลดปล่อยออกมาขณะพุ่งชนมาจากพลังงานจลน์ที่สะสมในตัวมันเองขณะเคลื่อนที่อยู่ในอวกาศด้วยความเร็วสูง (ภาพโดย NASA/Don Davis)

มันมาจากขอบนอกของระบบสุริยะ

บริวารของดวงอาทิตย์นอกจากดาวเคราะห์แล้วยังมีวัตถุอื่นอีกมากที่ถูกค้นพบและจัดหมวดหมู่เพิ่มขึ้น บริวารของดวงอาทิตย์ที่สามารถทำอันตรายต่อโลกของเราได้ในปัจจุบันมีอยู่สองชนิดที่เป็นที่รู้จักกันดี นั้นคือดาวหาง (Comet) และดาวเคราะห์น้อย (Asteroid)

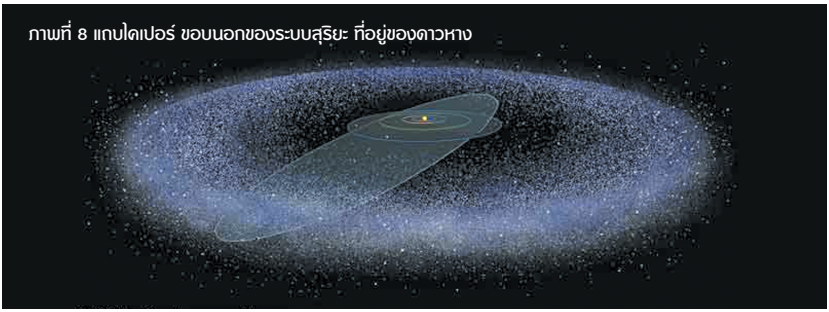
“สัญลักษณ์แห่งความโชคร้าย” ดาวหางนั้นถูกมองในแง่ลบเพราะไม่มีใครทราบว่ามันจะปรากฏบนท้องฟ้าเมื่อใด และหลังจากการมาเยือนของมันก็มักมีเรื่องร้ายๆ เกิดขึ้นเสมอนักดาราศาสตร์เฝ้าศึกษามันมากว่า 3,000 ปี แต่พึ่งจะมาเข้าใจว่ามันเป็นบริวารของดวงอาทิตย์เหมือนโลกของเราก็เมื่อผ่านล่วงเข้ามาถึงศตวรรษที่ 17 พวกมันเป็นก้อนน้ำแข็งขนาดใหญ่ซึ่งปกติแล้วใช้เวลาส่วนใหญ่อยู่ในวงโคจรที่เลยวงโคจรของดาวเนปจูนออกไป ที่นั้นคืออาณาเขตของพวกมัน ดาวหางคาบสั้น (Short period comet: ดาวหางที่มีคาบการโคจรรอบดวงอาทิตย์ น้อยกว่า 200 ปี) อยู่ในแถบไคเปอร์ (Kuiper belt)

พวกมันมีวงโคจรที่ใกล้เคียงกับดาวเคราะห์และมักเข้ามาในระบบสุริยะวงในบ่อยๆ ไกลออกไปที่ระยะทางประมาณ 50,000 หน่วยดาราศาสตร์บริเวณที่เรียกว่า หมู่เมฆออร์ท (Oort cloud) เป็นที่อยู่ของดาวหางคาบยาว (long period comet: ดาวหางที่มีคาบการโคจรมากกว่า 200 ปี และอาจถึงหลายพันปี) ดาวหางคาบยาวที่รู้จักกันดีคือดาวหางเฮลบ๊อป (Hele Bopp) ซึ่งมีคาบการโคจรนับพันปี ไม่น่าเชื่อว่าวัตถุที่อยู่ไกลขนาดนั้นจะเข้ามาเฉียดวงโคจรของดาวเคราะห์วงใน ในหมู่เมฆออร์ทดาวหางนับล้านอาศัยอยู่ที่นั่น ในบางช่วงเมื่อสนามความโน้มถ่วงเกิดความแปรปรวน โดยเฉพาะช่วงที่ดวงอาทิตย์และหมู่เมฆออร์ทเคลื่อนที่ผ่านระนาบของทางช้างเผือกความแปรปรวนของความโน้มถ่วงอาจทำให้รบกวนวงโคจรของพวกมันและเปลี่ยนเป้าหมายการเคลื่อนที่เป็นระบบสุริยะชั้นในได้ และที่น่าหวาดหวั่นมากกว่าเพราะมันอาจเข้ามาใกล้โลกด้วย ดาวเคราะห์น้อยวัตถุขนาดเล็กที่โคจรรอบดวงอาทิตย์ถูกค้นพบครั้งแรกในปี ค.ศ. 1801 โดย จูเซปเป ปิอาร์ซี (Giuseppe Piazzi) ซึ่งในตอนแรกเขาคิดว่าค้นพบดาวเคราะห์ดวงใหม่ แต่ภายหลังมีการค้นพบอีกหลายดวงและลักษณะการสะท้อนแสงของพวกมันไม่เหมือนกับดาวเคราะห์ (เมื่อมองดาวเคราะห์ด้วยกล้องโทรทรรศน์เราจะพบว่าดาวเคราะห์มีรูปร่างเป็นวงกลม แต่ถ้าใช้กล้องโทรทรรศน์ดูดาวฤกษ์ ไม่ว่าจะใช้กำลังขยายสูงแค่ไหน ภาพของดาวฤกษ์ที่เห็นจะเป็นเพียงแค่จุดที่เปล่งแสงเท่านั้นไม่สามารถมองเห็นเป็นแผ่นกลมได้) แต่กลับเหมือนกับดาวฤกษ์คือมีลักษณะเป็นจุดแสง (Point souse) ที่เคลื่อนที่บนท้องฟ้าตัดกับดาวฤกษ์ที่เป็นฉากหลัง



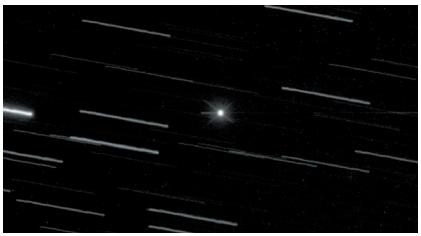
ภาพที่ 7 แสดงบริเวรที่เป็นแถบดาวเคราะห์น้อย ซึ่งดาวเคราะห์น้อยส่วนใหญ่อยู่ในบริเวณนี้ (ภาพโดย McREL)

ดาวหางที่มีแหล่งกำเนิดอยู่ไกลมากๆ วงโคจรของพวกมันกว้างและมีคาบการโคจรที่นานจึงมีดาวหางจำนวนไม่มากที่เข้ามาในระบบสุริยะวงใน ดังนั้นวัตถุจากอวกาศที่เข้าใกล้โลกที่ถูกค้นพบส่วนใหญ่จึงเป็นดาวเคราะห์น้อย ดาวหางนั้นสามารถสังเกตเห็นได้ง่ายกว่าดาวเคราะห์น้อยเพราะด้วยองค์ประกอบ


ภาพที่ 8 แถบไคเปอร์ ขอบนอกของระบบสุริยะ ที่อยู่ของดาวหาง

ที่เป็น น้ำแข็ง ฝุ่นและก๊าซเมื่อเข้าใกล้ดวงอาทิตย์จะถูกลมสุริยะเป่าทำให้เกิดหางยาว พาดผ่านบนท้องฟ้าหรือเกิดแสงฟุ้งรอบๆ ดาวหางมีความสว่างเพิ่มขึ้น ทำให้สามารถสังเกตได้ง่ายพวกมันมีวงโคจรที่ค่อนข้างคงที่ ซึ่งทำให้มันดูเป็นมิตรกว่าดาวเคราะห์น้อยที่ตรวจจับได้ยากมากเพราะขนาดเล็กและสะท้อนแสงได้น้อย ในบางครั้งการตรวจพบดาวเคราะห์น้อยบางดวงเกิดขึ้นเมื่อมันเคลื่อนที่ผ่านโลกไปในระยะทางที่น้อยกว่าระยะทางจากโลกไปดวงจันทร์เท่านั้น

ดังนั้นคำว่า Asteroid จะมีความหมายเหมือนกับดาวฤกษ์ พวกมันมีขนาดเล็กๆเส้นผ่านศูนย์กลางหลายสิบเมตร จนถึงขนาดใหญ่ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางหลายร้อยกิโลเมตร ซึ่งปัจจุบันดาวเคราะห์น้อยที่ใหญ่ที่สุด คือดาวเคราะห์น้อยเซเรส (Ceres) ดาวเคราะห์น้อยส่วนใหญ่อยู่รวมกันในบริเวณที่เรียกว่าแถบดาวเคราะห์น้อย ซึ่งเป็นวงโคจรที่อยู่ระหว่างดาวอังคารกับดาวพฤหัสบดี และบางครั้งแรงโน้มถ่วงจากดาวพฤหัสบดี หรือดาวอังคารอาจทำให้มันเปลี่ยนวงโคจรและมุ่งหน้าเข้ามาใกล้วงโคจรของโลก



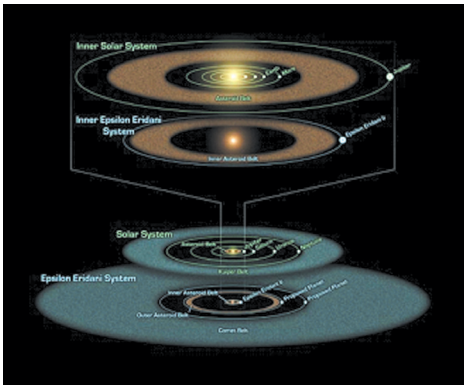
ภาพที่ 9 จุดในภาพคือดาวเคราะห์น้อยซึ่งถ่ายโดยใช้กล้องโทรทรรศน์ที่ตามการเคลื่อนไหวของมัน เนื่องจากเป็นวัตถุที่อยู่ในระบบสุริยะอัตราการเคลื่อนปรากฏบนท้องฟ้าจะเร็วกว่าเมื่อเทียบกับวัตถุที่อยู่นอกระบบสุริยะที่ ดาวฤกษ์ที่เป็นฉากหลังจึงปรากฏเห็นเป็นเส้น (ภาพจาก:http://www.eso.org/)

NEO วัตถุที่มีวงโคจรเข้าใกล้โลก

วัตถุที่มีวงโครจรเข้าใกล้โลกหรือวัตถุเอ็นอีโอ (NEO : Near-Earth Object) เป็นวัตถุในระบบสุริยะที่วงโคจรของมันมีโอกาสเข้าใกล้โลก โดยวัตถุเอ็นอีโอจะเข้าใกล้ดวงอาทิตย์ต่ำกว่าระยะทาง 1.3 หน่วยดาราศาสตร์ ซึ่งประชากรในวัตถุกลุ่มนี้คือดาวเคราะห์น้อยและดาวหาง โดยได้แบ่งแยกออกเป็นหลายกลุ่มตามตารางแสดงรายละเอียด

กลุ่ม/อักษรย่อ		คำอธิบาย
เอ็นอีซี (NECs: Near-Earth Comets)		ดาวหางที่เข้าใกล้โลก
เอ็นอีเอ (NEAs: Near-Earth Asteroids)	อทิราส Atiras	ดาวเคราะห์น้อยที่มีวงโคจรเข้ามาอยู่ในวงโคจรของโลก (ตั้งขึ้นภายหลังมีการค้นพบดาวเคราะห์น้อย 163963 Atira)
	เอเทนส์ Atens	ดาวเคราะห์น้อยที่มีวงโคจรตัดกับวงโคจรของโลก โดยมีระยะครึ่งแกนยาว (Semi-major axes) น้อยกว่าระยะหน่วยดาราศาสตร์ 1 หน่วยดาราศาสตร์ (ตั้งขึ้นภายหลังค้นพบดาวเคราะห์น้อย 2062 Aten)
	อะพอลโล Apollos	ดาวเคราะห์น้อยที่มีวงโคจรตัดกับวงโคจรของโลก โดยมีระยะครึ่งแกนยาว (Semi-major axes) มากกว่าระยะหน่วยดาราศาสตร์ 1หน่วยดาราศาสตร์ (ตั้งขึ้นภายหลังค้นพบดาวเคราะห์น้อย 1862 Apollos)
	อาร์มอร์ส Amors	ดาวเคราะห์น้อยที่เข้าใกล้โลก โดยมีวงโคจรอยู่ระหว่างโลกและดาวอังคาร (ตั้งขึ้นภายหลังค้นพบดาวเคราะห์น้อย 1221 Amors)
พีเอชเอ (PHAs		ดาวเคราะห์น้อย ระยะห่างจากจุดตัดวงโคจรของโลกและดาวเคราะห์น้อย 0.05 หน่วย ดาราศาสตร์หรือมีค่าความสว่างสมบูรณ์น้อยกว่า 22

จากเงื่อนไขสองประการคือ ระยะห่างจากจุดตัดวงโคจรของโลกและดาวเคราะห์น้อย เอ็มโอไอดี (MOID: Earth Minimum Orbit Intersection Distance) มีค่าต่ำกว่า 0.05 หน่วยดาราศาสตร์ (มีค่าประมาณ 7,480,000 กิโลเมตร) และมีลำดับความสว่างสมบูรณ์ต่ำกว่า 22 เนื่องจากลำดับความสว่างสมบูรณ์ของดาวเคราะห์น้อยนั้นสัมพันธ์กับขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของมันด้วย ที่ลำดับความสว่างสมบูรณ์มีค่า 22 เส้นผ่านศูนย์กลางของมันจะอยู่ที่ประมาณ 110–240 เมตร ดาวเคราะห์น้อยที่มีความสว่างต่ำกว่านี้ (มีลำดับความสว่างสมบูรณ์มากกว่า 22) ขนาดของมันเล็กกว่าซึ่งทำให้มันไม่ได้จัดเข้าอยู่ในกลุ่มพีเอชเอ (สามารถหาข้อมูลนี้เพิ่มเติมได้จาก http://neo.jpl.nasa.gov/glossary/h.html)ดาวเคราะห์น้อยที่จะถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มนี้จะถูกเฝ้าติดตามอย่างต่อเนื่องแต่ไม่ได้หมายความว่าดาวเคราะห์น้อยดวงนั้นจะต้องพุ่งชนโลกเสมอไป มันเพียงแค่ถูกเฝ้าติดตามและเก็บข้อมูล ส่วนความเสี่ยงที่ว่าจะมีการพุ่งชนหรือไม่และทำให้เกิดความเสียหายมากน้อยแค่ไหนนั้นจะถูกประเมินผลจากข้อมูลล่าสุดที่เฝ้าติดตามระดับความอันตรายของดาวเคราะห์น้อยและดาวหางที่มีโอกาสเคลื่อนที่เข้ามาปะทะกับโลก



ภาพที่ 10 แสดงให้เห็นถึงปริมาณของดาวเคราะห์น้อยและประชากรดาวหางที่มีอยู่ในระบบสุริยะของเรา โดยวงนอกสุดส่วนที่เป็นสีเขียว (นอกวงโคจรของดาวเนปจูน) เป็นพื้นที่ที่ประกอบไปด้วยประชากรดาวหางปริมาณมหาศาล ถัดเข้ามาในแถบสีส้มแถบดาวเคราะห์น้อยที่อยู่ระหว่างดาวพฤหัสบดีกับดาวอังคาร ซึ่งดาวเคราะห์น้อยเหล่านี้บางกลุ่มจะเป็นดาวเคราะห์น้อยที่มีวงโคจรใกล้โลกของเราจึงต้องให้ความสำคัญในการเฝ้าสังเกตการณ์อย่างใกล้ชิด
ภาพโดย (JPL/NASA)
ภาพโดย: องค์การนาซา (NASA)

นักวิทยาศาสตร์มีวิธีการระบุระดับความอันตรายของดาวเคราะห์และดาวหางที่มีโอกาสเข้ามาปะทะกับโลก โดยใช้หน่วยโทริโน (Torino scale) และหน่วยพาเลอร์โม (Palermo scale) ทั้งสองหน่วยนี้ต่างก็เป็นหน่วยที่ใช้ระบุระดับความอันตรายของวัตถุท้องฟ้าที่เคลื่อนที่เข้ามาในวงโคจรของโลก หรือมีแนวโน้มที่จะเคลื่อนที่เข้ามาปะทะกับโลก หน่วยโทริโนถูกกำหนดขึ้นโดยนักวิทยาศาสตร์ที่มีชื่อว่า ริชาร์ด พี. บินเซล (Richard P. Binzell) เมื่อปี พ.ศ 2538 ส่วนหน่วยพาเลอร์โมนั้นถูกกำหนดขึ้นโดยสมาพันธ์ดาราศาสตร์สากล หรือที่เรียกกันทั่วไปว่า ไอเอยู (International Astronomical Union: IAU) เมื่อปี พ.ศ. 2544

ส่วนใหญ่การแจ้งเตือนภัยคุกคามจากดาวเคราะห์น้อยและดาวหาง นักวิทยาศาสตร์จะใช้หน่วยโทริโนในการสื่อสารกับประชาชน เนื่องจากหน่วยโทริโนนั้นใช้เลขจำนวนเต็มในการระบุระดับความอันตรายของดาวเคราะห์น้อยและดาวหางซึ่งง่ายต่อการเข้าใจของประชาชนในแทบทุกระดับ ทั้งนี้ค่าของหน่วยโทริโนนั้นถูกกำหนดให้มีค่าตัวเลขจำนวนเต็มตั้งแต่ระดับ 0–10 ตัวเลขแต่ละตัวบ่งบอกถึงระดับความอันตราย ตัวเลข 0 นั้นแสดงถึงค่าความปลอดภัยสูงสุด ส่วนตัวเลข 10 มีค่ามากที่สุดแต่ก็มีความอันตรายที่สุด

ตารางที่ 1 ตารางแสดงระดับความอันตรายของดาวเคราะห์น้อยและดาวหางที่มีโอกาสเคลื่อนที่เข้ามาปะทะกับโลก (TORINO IMPACT HAZARD SCALE)

สีและระดับความรุนแรง		คำอธิบาย
สีขาว ไม่มีอันตรายใดๆ	0	ดาวเคราะห์น้อยและดาวหางที่มีระดับความอันตรายเป็นศูนย์จะมีความเร็วในการเคลื่อนที่ต่ำมากและที่สำคัญคือมีขนาดเล็กมาก ดาวเคราะห์น้อยและดาวหางดังกล่าวจะไม่มีโอกาสเคลื่อนที่เข้ามาปะทะกับโลกของเราได้เลยถึงแม้จะเคลื่อนที่พุ่งเข้ามายังโลกก็ไม่สามารถจะสร้างความเสียหายได้ วัตถุแปลกปลอมจะถูกเผาไหม้หมดในอากาศ
สีเขียว อยู่ใกล้ๆ แต่ไม่ชน	1	ดาวเคราะห์น้อยและดาวหางที่มีระดับความอันตรายเป็น 1 จะมีวงโคจรเข้าใกล้โลกของเราไม่ส่งผลอันตรายใดๆ ต่อโลกเลย เช่นกันนักดาราศาสตร์จะเฝ้าสังเกตการณ์ติดตามและปรับระดับความอันตรายเป็นศูนย์ในที่สุด
สีเหลือง อยู่ในช่วงที่นักดาราศาสตร์ให้ความสำคัญเฝ้าสังเกตการณ์อย่างใกล้ชิด	2	ดาวเคราะห์น้อยและดาวหางที่มีระดับความอันตรายเท่ากับ 2 จะเป็นวัตถุที่นักดาราศาสตร์ให้ความสนใจและเฝ้าสังเกตการณ์อย่างใกล้ชิด มีวงโคจรใกล้กับวงโคจรของโลก หากพบวัตถุที่ระดับความอันตรายเท่ากับ 2 นักดาราศาสตร์จะแจ้งเตือนประชาชนและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องว่ามีวัตถุโคจรใกล้โลก ประชาชนไม่ควรตื่นตระหนก โลกจะไม่เกิดอันตรายแต่อย่างใด และวัตถุดังกล่าวมีโอกาสถูกปรับระดับความอันตรายอยู่ในระดับ 0
	3	ดาวเคราะห์น้อยและดาวหางที่มีระดับความอันตรายอยู่ในระดับ 3 จะมีโอกาสมากกว่า 1% ที่จะปะทะกับโลกในระยะประชิด วัตถุที่อยู่ในระดับความอันตรายเท่านี้จะถูกเฝ้าสังเกตการณ์อย่างใกล้ชิดหากบังเอิญตกมายังผิวโลกก็จะสามารถสร้างความเสียหายในพื้นที่จำกัด แต่ยังอยู่ในข่ายที่สามารถปรับระดับความอันตรายเป็นศูนย์ได้ ทั้งนี้หากนักดาราศาสตร์คำนวณอย่างแม่นยำจะสามารถแจ้งเตือนภัยคุกคามในครั้งนี้ล่วงหน้าได้เป็นระยะเวลา 10 ปี
	4	ดาวเคราะห์น้อยและดาวหางที่มีระดับความอันตรายอยู่ในระดับ 4 จะมีโอกาสมากกว่า 1% ที่จะปะทะกับโลกในระยะประชิด วัตถุที่อยู่ในระดับความอันตรายเท่านี้จะถูกเฝ้าสังเกตการณ์อย่างใกล้ชิด หากบังเอิญตกมายังผิวโลกก็จะสามารถสร้าง

สีและระดับความรุนแรง		คำอธิบาย
สีเหลือง อยู่ในช่วงที่นักดาราศาสตร์ให้ความสำคัญเฝ้าสังเกตการณ์อย่างใกล้ชิด		ความเสียหายในวงกว้างได้แต่ยังอยู่ในข่ายที่สามารถปรับระดับความอันตรายเป็นศูนย์ได้ ทั้งนี้หากนักดาราศาสตร์คำนวณอย่างแม่นยำจะสามารถแจ้งเตือนภัยคุกคามในครั้งนี้ล่วงหน้าได้เป็นระยะเวลา 10 ปี
สีส้ม อยู่ในระยะที่อาจจะเกิดอันตรายต่อโลกได้	5	ดาวเคราะห์น้อยและดาวหางที่มีระดับความอันตรายอยู่ที่ระดับ 5 มีการเผชิญหน้าในระยะใกล้และน่าวิตก แต่ยังไม่มีผลการคำนวณที่แน่ชัดว่าจะเกิดดการพุ่งชนโลกและสร้างความเสียหายในวงกว้างหรือไม่จะต้องใช้ผลการคำนวนที่แน่นอนหากมีระยะการเผชิญหน้าที่ใกล้ (ภายในทศวรรษ) รัฐบาลจะต้องเตรียมแผนรับมือกับวัตถุท้องฟ้าชิ้นนี้
	6	ดาวเคราะห์น้อยและดาวหางที่มีระดับความอันตรายอยู่ที่ระดับ 6 จัดเป็นวัตถุท้องฟ้าที่มีสถานะคุกคามที่น่ากลัว รวมถึงวัตถุดังกล่าวมีขนาดใหญ่ถ้าเกิดการปะทะกับโลกอาจก่อให้เกิดความเสียหายร้ายแรงและกินพื้นที่ในบริเวณกว้าง การแจ้งเตือนต่างๆ จะต้องรอผลการคำนวณที่แม่นยำ รัฐบาลจะต้องเตรียมแผนรับมือกับวัตถุท้องฟ้าชิ้นนี้
	7	ดาวเคราะห์น้อยและดาวหางที่มีระดับความอันตรายอยู่ที่ระดับ 7 จัดเป็นวัตถุท้องฟ้าที่มีสถานะคุกคามที่น่ากลัวมากๆ รวมถึงวัตถุดังกล่าวมีขนาดใหญ่ถ้าเกิดการปะทะกับโลกอาจก่อให้เกิดความเสียหายร้ายแรงและกินพื้นที่ในบริเวณกว้าง การแจ้งเตือนต่างๆ จะต้องรอผลการคำนวณที่แม่นยำ และลงความเห็นวางแผน กำหนดนโยบาย การรับมือจากนานาชาติ
สีแดง อยู่ในระยะที่จะเกิดการพุ่งชนอย่างแน่นอน	8	ดาวเคราะห์น้อยและดาวหางที่มีระดับความอันตรายอยู่ที่ระดับ 8 ที่ระดับความอันตรายเท่านี้บ่งบอกว่าจะเกิดการปะทะกับโลกของเรา (ชนแน่นอน) หากเกิดการชนขึ้นจะสร้างความเสียหายในวงกว้างเหนือพื้นดินและเกิดคลื่นยักษ์สึนามิกระทบชายฝั่ง ซึ่งในระยะเวลาระหว่าง 50-1000 ปี ถึงจะเกิดขึ้นครั้งหนึ่ง จะต้องคำนวณอย่างแม่นยำและโลกจะต้องเตรียมแผนรับมือกับวัตถุท้องฟ้าตัวนี้

สีและระดับความรุนแรง		คำอธิบาย
สีแดง อยู่ในระยะที่จะเกิดการพุ่งชนอย่างแน่นอน	9	ดาวเคราะห์น้อยและดาวหางที่มีระดับความอันตรายอยู่ที่ระดับ 9 ที่ระดับความอันตรายเท่านี้บ่งบอกว่าจะเกิดการปะทะกับโลกของเราอย่างที่มนุษย์ยุคนี้ยังไม่เคยเจอมาก่อน (ชนแน่นอน) หากเกิดการชนขึ้นจะสร้างความเสียหายในวงกว้างรวมทั้งจะเกิดแผ่นดินไหวและเกิดคลื่นยักษ์สึนามิขนาดใหญ่มากกระทบชายฝั่งซึ่งในระยะเวลาระหว่าง 10,000–100,000 ปี ถึงจะเกิดขึ้นครั้งหนึ่ง
	10	ดาวเคราะห์น้อยและดาวหางที่มีระดับความอันตรายอยู่ที่ระดับ 10 ที่ระดับความอันตรายเท่านี้บ่งบอกว่าจะเกิดการปะทะกับโลกของเราอย่างที่มนุษย์ยุคของเราไม่เคยเจอมาก่อน (ชนแน่นอน) หากเกิดการชนขึ้นจะสร้างความเสียหายในวงกว้างรวมทั้งจะเกิดแผ่นดินไหวและเกิดคลื่นยักษ์สึนามิกระทบชายฝั่งรวมถึงระบบสภาพอากาศของโลกก็อาจจะถูกทำลายไปด้วย นอกจากนี้อาจทำให้ถึงกาลอวสานของสิ่งมีชีวิตที่เรียกว่ามนุษย์ปรากฏการณ์เกิดขึ้นในช่วงเวลาประมาณ 100,000 ปี ถึงจะเกิดขึ้นครั้งหนึ่ง

การตั้งชื่อดาวเคราะห์น้อย

ในช่วงแรกของศตวรรษที่ 19 ซึ่งเริ่มมีการค้นพบดาวเคราะห์น้อยใหม่ๆ การตั้งชื่อของมันได้มาจากตำนานกรีกและโรมัน โดยใช้ลำดับการค้นพบนำหน้า แล้วตามด้วยชื่อของเทพตามตำนาน ระบบการตั้งชื่อนี้ถูกใช้อย่างแพร่หลายในช่วงศตวรรษที่ 19 เมื่อเวลาผ่านไปการค้นพบดาวเคราะห์ดวงใหม่เพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ระบบเดิมในการตั้งชื่อไม่สามารถรองรับกับจำนวนดาวเคราะห์น้อยที่ค้นพบอย่างก้าวกระโดดได้ จึงได้มีการคิดค้นระบบการตั้งชื่อขึ้นมาใหม่ โดย ซีเอสบีเอ็น (CSBN Committee for Small Body Nomenclature) และได้กำหนดให้ใช้ชื่อชั่วคราว (provisional designations) ให้กับวัตถุที่เพิ่งมีการค้นพบ โดยระบบการตั้งชื่อชั่วคราวเช่น 2001เคเอ็กซ์ 76 (2001 KX76) ซึ่งระบบการตั้งชื่อนี้ใช้ตัวเลขด้านหน้าแทนปีที่มีการค้นพบนำหน้า ตามด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวแรก ที่แสดงถึงช่วงครึ่งแรกหรือครึ่งหลังของเดือนที่มีการค้นพบ และตัวอักษรตัวสุดท้ายกับตัวเลขสุดท้ายแสดงว่าเป็นลำดับที่เท่าไหร่ที่ถูกค้นพบในครึ่งเดือนนั้น โดยมีรายละเอียดของตัวอักษรตามตารางด้านล่าง

อักษรตัวแรก																							
A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y
1 ม.ค.	16 ม.ค.	1 ก.พ.	16 ก.พ.	1 มี.ค.	16 มี.ค.	1 เม.ย.	16 เม.ย.	1 พ.ค.	16 พ.ค.	1 มิ.ย.	16 มิ.ย.	1 ก.ค.	16 ก.ค.	1 ส.ค.	16 ส.ค.	1 ก.ย.	16 ก.ย.	1 ต.ค.	16 ต.ค.	1 พ.ย.	16 พ.ย.	1 ธ.ค.	16 ธ.ค.

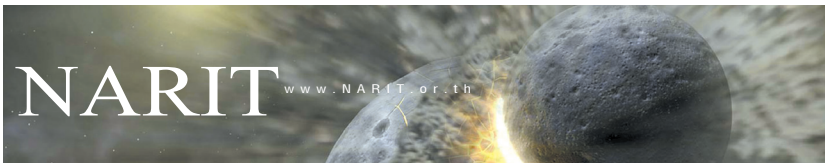
อักษรตัวที่สอง																								
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25

ตัวเลข														
ไม่มีตัวเลข	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	.....	n
0	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	.....	25 x n

ยกตัวอย่างการตั้งชื่อชั่วคราว เช่นในปี ค.ศ. 2004 ดาวเคราะห์น้อยดวงแรกที่มีการค้นพบจะใช้ชื่อว่า 2004AA ดวงต่อไปจะใช้ชื่อ 2004 AB ตัวอักษรตัวสุดท้ายจะเปลี่ยนไปตามลำดับ เมื่อมีการค้นพบครบ 24 ดวงแล้ว ดวงต่อไปจะมีตัวเลขเพิ่มเข้ามาด้านท้ายเพื่อเป็นตัวบ่งชี้ถึงจำนวนรอบที่ครบรอบตัวอักษรภาษาอังกฤษ เช่น วัตถุในกลุ่มทีเอนโอ (TNO: Trans-Neptunian object) ชื่อ 90377 Sedna ซึ่งมีชื่อชั่วคราวคือ 2003VB12 หมายความว่า มันถูกค้นพบในช่วงครึ่งแรกของเดือนพฤศจิกายน ปี ค.ศ. 2003 โดยเป็นวัตถุลำดับที่ 302 (เมื่อ B=2 ดังนั้น 2+(12X25)=302) ในบางเดือนการค้นพบมีมากซึ่งอาจมีจำนวนหมื่นดวงในเวลาแค่ครึ่งเดือน

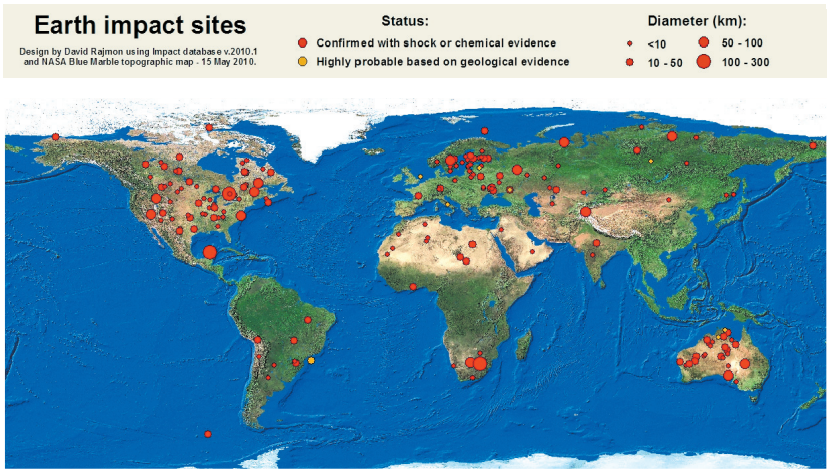
หลังจากมียืนยันการค้นพบและตรวจสอบวงโคจรที่แน่นอนจากระบบที่เฝ้าติดตามแล้วดาวเคราะห์น้อยจะได้รับลำดับในการถูกค้นพบ นำหน้าชื่อชั่วคราว (ในวงเล็บ) เช่น (28978) 2001 KX76 จากนั้นผู้ที่ค้นพบจะได้รับเกียรติให้ตั้งชื่อดาวเคราะห์น้อยที่ตัวเองค้นพบเพื่อแทนที่ชื่อชั่วคราว โดยชื่อนั้นต้องได้รับความเห็นชอบจาก ไอเอยู หรือสมาพันธ์ดาราศาสตร์สากล (IAU:International Astronomical Union) ดังนั้น (28978) 2001 KX76 ในตอนแรกจึงถูกแทนที่ด้วยชื่อสามัญคือ (28978) อิกซอน (Ixion) และลดรูปแบบลงให้เหลือ 28978 อิกซอน และสามารลดรูปลงหรือแค่ชื่อด้านหลังหากมีการกล่าวอ้างอิงไว้ในครั้งแรก และการที่จะเป็นชื่อที่ใช้อย่างเป็นทางการเมื่อได้รับการเผยแพร่และกล่าวอ้างอิงใน ไมเนอร์แพลเน็ต เซอร์คูลา (Minor Planet Circular)

ในปัจจุบันมีดาวเคราะห์น้อยที่ถูกค้นพบโดยระบบสำรวจท้องฟ้าแบบอัตโนมัติ เช่น ลินเนียร์ (LINEAR) หรือ โลเนออส (LONEOS) จำนวนหลายพันดวง การตั้งชื่อสามัญจึงถูกจำกัดไว้แค่สองชื่อต่อการค้นพบตลอดสองเดือน ไอเอยู ได้จำกัดชื่อที่ตั้งได้ต้องไม่เกิน 16 ตัวอักษร แม้การตั้งชื่อดาวเคราะห์น้อยมีกฎเกณฑ์ที่ไม่ยุ่งยาก แต่ก็มีชื่อหลายๆประเภทที่ไม่ผ่านการยอมรับ ดังนั้นจึงไม่ค่อยพบชื่อสามัญของดาวเคาะห์น้อยที่เพิ่งมีการค้นพบใช้ชื่อสามัญ ถึงแม้ว่าจะได้รับการยืนยันความถูกต้องของวงโคจรแล้ว



เข้าข่ายที่ต้องจับตาดู

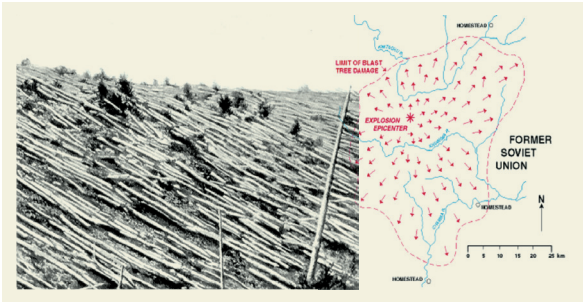
ปัจจุบันทั่วโลกมีหลุมอุกกาบาตที่ได้รับการยืนยันแล้วกว่า 186 หลุม แม้ว่าจะทราบอายุของแต่ละหลุม แต่การหาความถี่ในการถูกพุ่งชนยังคงเป็นค่าที่ได้จากการประมาณการเท่านั้นเราไม่รู้แน่ชัดว่าหลังจากการพุ่งชนครั้งล่าสุด(ดูจากหลุมที่มีอายุน้อยที่สุดที่ค้นพบ ซึ่งอาจมีหลุมที่มีอายุน้อยกว่าแต่ยังไม่ถูกค้นพบ) เรายังมีเวลาเตรียมตัวรับมือแค่ไหน สิ่งที่เรารู้เกี่ยวกับพวกมันล้วนแล้วแต่ได้มาจากร่องรอยที่พวกมันทิ้งไว้ ในประวัติศาสตร์มนุษยชาติเคยประสบกับการถูกพุ่งชนด้วยวัตถุจากอวกาศ ทุกวันมีวัตถุจากอวกาศพุ่งเข้ามาในชั้นบรรยากาศพวกมันมีขนาดตั้งแต่เม็ดฝุ่น ไปจนถึงขนาดเท่ารถบรรทุก บางก้อนเผาไหม้หมดในชั้นบรรยากาศบางก้อนเผาไหม้ไม่หมดก็เหลือเศษซากเป็นอุกกาบาต แต่มีอยู่เหตุการณ์หนึ่งซึ่งต้องจารึกไว้ในหน้าประวัติศาสตร์ว่ามนุษย์นั้นเคยเจอกับการพุ่งชนของวัตถุขนาดใหญ่จากนอกโลก



ภาพที่ 11 ตำหน่งของหลุมอุกกาบาตบนพื้นโลกที่มีการค้นพบ (ภาพโดย http://impacts.rajmon.cz/)

เช้าของวันที่ 30 มิถุนายน ปี ค.ศ.1908 ในตอนกลางของไซบีเรีย ซึ่งเป็นบริเวณที่ภูมิอากาศหนาวเย็นห่างไกลจากการตั้งถิ่นฐานของผู้คนได้มีวัตถุที่มีลักษณะคล้ายดาวหางเกิดระเบิดขึ้นใกล้บริเวณแม่น้ำทังกัสกา (Tunguska river) การพุ่งชนครั้งนั้นไม่ทำให้เกิดหลุม เพราะวัตถุดังกล่าวระเบิดกลางอากาศ มันทำให้ต้นไม้ในรัศมี 60 ไมล์ รอบจุดที่ระเบิดราบเป็นหน้ากลอง และฆ่าฝูงกวางเรนเดียซึ่งเป็นสัตว์ป่าที่อาศัยอยู่ในบริเวณนั้นเป็นจำนวนมาก ประชาชนที่อยู่ห่างจากจุดระเบิดออกไปนับร้อยกิโลเมตรได้เห็นแสงสว่างจ้าบนท้องฟ้า ตามมาด้วยความร้อนจากการระเบิดทิศทางของต้นไม้ที่นอนราบกับพื้นต่างชี้ไปยังจุดศูนย์กลางของการระเบิดไม่มากนัก แต่เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นกลับเป็นการระเบิดปริศนา จนกระทั่งปี ค.ศ.1994 จึงได้มีการสรุปว่าการระเบิดครั้งนั้นเกิดจากดาวเคราะห์น้อยที่เข้ามาในชั้นบรรยากาศ

แรงระเบิดที่ปรากฏนั้นมีขนาดเทียบเท่าระเบิด TNT หนัก 15 ล้านตัน มากกว่าแรงระเบิดนิวเคลียร์ที่ถูกทิ้งลงที่เมืองฮิโรชิมาในระหว่างสงครามโลกประมาณ 1,000 เท่า ซึ่งถ้าเหตุการณ์ดังกล่าวเกิดขึ้นในเมืองที่มีคนอาศัยอยู่หนาแน่น ความเสียหายคงมากมายมหาศาลเกินบรรยาย



ภาพที่ 12 ภาพบางส่วนของบริเวณทังกัสกาที่เกิดการระเบิดปริศนาต้นไม้ที่ล้มลงต่างชี้ไปยังจุดศูนย์กลางของการระเบิดที่อยู่ห่างออกไปหลายสิบกิโลเมตร
(ภาพจาก www.sott.net)

6 ตุลาคม ค.ศ. 2008 เป็นครั้งแรกที่นักดาราศาสตร์สามารถติดตามดาวเคราะห์น้อยขณะเข้ามายังชั้นบรรยากาศของโลกโดยบินผ่านน่านฟ้าของประเทศซูดานมันเกิดระเบิดเป็นเศษชิ้นเล็กชิ้นน้อยกระจายอยู่ในทะเลทรายนูเบียน

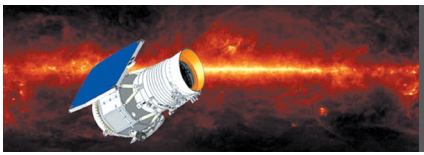
ภาพที่ 13 เมฆสีที่เกิดขึ้นภายหลังจากดาวเคราะห์น้อยผ่านไป (ภาพโดย Muawia Shaddad.)

ในความเป็นจริงการค้นหาดาวเคราะห์น้อยมีจุดเริ่มต้นจากการตั้งทีมเพื่อค้นหาดาวเคราะห์ดวงใหม่ในระบบสุริยะ ซึ่งเริ่มตั้งแต่ ศตวรรษที่ 18 สมัยนั้นยังอาศัยการคำนวณจากทฤษฎี การเฝ้าสังเกตการณ์ด้วยตาผ่านกล้องโทรทรรศน์และทำการบันทึกข้อมูลโดยวิธีวาดด้วยมือมีความยากลำบากในที่สุดดาวเคราะห์น้อยดวงแรกก็ถูกค้นพบนั่นคือดาวเคราะห์น้อยเซเรส (Ceres) ในปี ค.ศ. 1801 โดย จูเซปเป พาสซิ (Giuseppe Piazzi) ผู้อำนวยการแห่งหอดูดาวปาเลอโม (observatory of Palermo) ในซิซิลี ประเทศอิตาลี ในช่วงแรกดาวเคราะห์น้อยที่พบมีจำนวนไม่มาก จนกระทั่งปี ค.ศ. 1891 แมคซ์ วูฟท์ (Max Wolf) ได้ริเริ่มการใช้เทคนิคการถ่ายภาพทางดาราศาสตร์เข้ามาประยุคใช้งานซึ่งในสมัยนั้นยังใช้โฟโตกราฟิคเพลท (Photographicplate) เป็นอุปกรณ์ในการเก็บภาพ ซึ่งเพิ่มจำนวนการค้นพบจากสิบดวงในรอบหลายสิบปีเป็นหลายหลายร้อยดวง จนมาถึงยุคที่มีการพัฒนาประสิทธิภาพของ ซีซีดี (CCD: Charge Coupled Device) ที่ใช้ร่วมกับคอมพิวเตอร์ช่วยในการประมวลผลโดยต่อกับกล้องโทรทรรศน์โดยตรงในการสำรวจท้องฟ้าจำนวนดาวเคราะห์น้อยที่ค้นพบจึงเพิ่มขึ้นจากระดับหลายร้อยดวงก้าวกระโดดสู่ระดับหลายหมื่นดวงในช่วงสิบปี ทำให้นับตั้งแต่ ปี ค.ศ. 1998 ดาวเคราะห์น้อยที่ถูกค้นพบส่วนใหญ่มาจากระบบค้นหาแบบอัตโนมัติโดยมีทีมงานวิจัยหลักๆ ที่ใช้งานระบบอัตโนมัติในการค้นหาดาวเคราะห์น้อยคือ

- ลินเนียร์ LINEAR :The Lincoln Near-Earth Asteroid Research)
- เอนอีเอที (NEAT The Near-Earth Asteroid Tracking)
- สเปซวอชซ์ Spacewatch
- โลเนออส The (LONEOS :Lowell Observatory Near-Earth-Object Search)
- ระบบสำรวจท้องฟ้าคาร์ตารีนา (CSS The Catalina Sky Survey)
- The Campo Imperatore Near-Earth Objects Survey (CINEOS)
- The Japanese Spaceguard Association
- The Asiago-DLR Asteroid Survey (ADAS)

ภาพที่ 14 หอดูดาวและกล้องโทรทรรศน์ ที่อยู่ในโครงการเฝ้าสังเกตการณ์ดาวเคราะห์น้อย

ปัจจุบันมีกล้องโทรทรรศน์อย่าง แพน-สตาร์ส (Pan-starrs :Panoramic Survey Telescope & Rapid Response System) ซึ่งจะทำให้การสำรวจท้องฟ้าเพื่อหาวัตถุในกลุ่มเอนอีโอ ได้มากขึ้นในเวลาที่น้อยลง นอกจากกล้องโทรทรรศน์ที่ประจำการบนพื้นโลกแล้วยังมีกล้องโทรทรรศน์อวกาศอย่างกล้องไวท์ (WISE) ซึ่งสำรวจท้องฟ้าในช่วงคลื่นอินฟราเรด เข้าร่วมในการค้นหาดาวเคราะห์น้อย ดาวหางรวมถึงวัตถุอื่นๆ เพิ่มขึ้นอย่างมาก

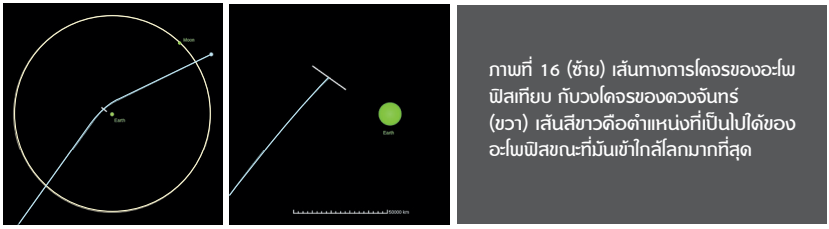


ภาพที่ 15 ภาพตัวอย่างของกล้องโทรทรรศน์อวกาศไวท์ ซึ่งสำรวจระบบสุริยะในช่วงคลื่นอินฟราเรด (ภาพโดย JPL/NASA/NEOWISE)

ดาวเคราะห์น้อยที่ถูกจับตามองอยู่

จากฐานข้อมูลวัตถุขนาดเล็กที่เป็นบริวารของดวงอาทิตย์ ในจำนวนนั้นมีวัตถุ เอนอีโอ รวมอยู่ด้วยซึ่งปัจจุบันมีการยืนยันแล้วกว่า 8,971 ดวง โดยเกือบทั้งหมดเป็นดาวเคราะห์น้อยและเป็น พีเอชเอ 152 ดวง ในบรรดาวัตถุอันตรายเหล่านี้ ก็มีดาวเคราะห์น้อยดวงหนึ่งที่เป็นที่รู้จักกันดี เพราะในช่วงเวลาสั้นๆ มันเคยทำสถิติขึ้นไปอยู่ที่ระดับ 4 ของโทริโนสเกล เป็นครั้งแรกตั้งแต่มีการค้นพบวัตถุ เอนอีโอ

ดาวเคราะห์น้อยอะโพฟิส (ชื่ออย่างเป็นทางการคือ 99942 Apophis) ซึ่งได้ชื่อชั่วคราวภายหลังจากมีการยืนยันสถานะไม่นานว่า 2004 MN4 ค้นพบในวันที่ 19 มิถุนายน ปี ค.ศ. 2004, โดย รอย ทัคเกอร์ (Roy A. Tucker) และเดวิด โทเลนด์ (David J. Tholen) รวมกับหอดูดาว คีท พีค (Kitt Peak National Observatory) โดยภายหลังการยืนยันวงโคจรของมันพบว่ามันมีโอกาส 2.7% ที่จะพุ่งชนโลก ในปี ค.ศ. 2029 จากความสว่างของมันในตอนที่ค้นพบ ทำให้ประมาณการได้ว่ามันมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 470 เมตร ขณะที่มีการแถลงข่าวการค้นพบทำให้เกิดความหวั่นวิตกไปทั่วโลก

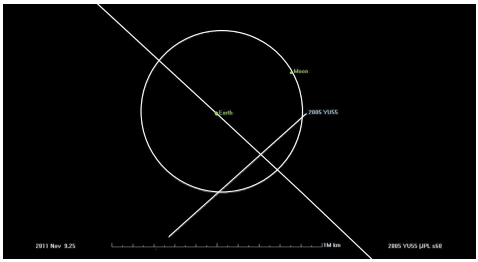


ภาพที่ 16 (ซ้าย) เส้นทางการโคจรของอะโพฟิสเทียบ กับวงโคจรของดวงจันทร์ (ขวา) เส้นสีขาวคือตำแหน่งที่เป็นไปได้ของอะโพฟิสขณะที่มันเข้าใกล้โลกมากที่สุด

เมื่อมีการติดตามเก็บข้อมูลอย่างละเอียดพบว่าในปี ค.ศ. 2029 มันจะไม่พุ่งชนทั้งโลกหรือดวงจันทร์ จากข้อมูลดังกล่าวดูเหมือนว่าโลกยังไงก็ปลอดภัยแล้วแต่ยังคงไม่มีการลดความอันตรายของอะโพฟิสให้เหลือที่ระดับ 0 ยังคงไว้ที่ระดับ 1 เพราะยังมีเรื่องน่ากังวลคือเมื่อดาวเคราะห์น้อยผ่านเข้าใกล้โลกมันอาจผ่านเข้าไปในบริเวณที่เรียกว่า ออร์บิทอล คีย์โฮล (Orbital Keyhole) ซึ่งเป็นบริเวณที่อยู่ในอวกาศ มีความกว้างแค่ครึ่งไมล์ แต่ความสำคัญของมันคือ วัตถุที่ผ่านบริเวณนี้จะถูกแรงโน้มถ่วงของโลกดักจับไว้ แล้วดึงดูดให้โคจรกลับมาชนโลกในไม่กี่ปีถัดไป ซึ่งในกรณีของอะโพฟิส ถ้ามันผ่านบริเวณนี้ไป มันจะกลับมาชนโลกในวันที่ 13 เมษายน ค.ศ.2036 จนกระทั่งเดือนสิงหาคม ปี ค.ศ. 2006 ข้อมูลล่าสุดชี้ให้เห็นว่า อะโพฟิส จะผ่านเข้าไปใน ออร์บิทอล คีย์โฮล ที่เล็กมากทำให้มันทำสถิติใน โทริโนสเกลไปถึงระดับที่ 4 ซึ่งยังไม่เคยมีการค้นพบวัตถุอันตรายจากอวกาศชิ้นใดขึ้นมาถึงระดับนี้ เป็นเวลาสั้นๆ ที่อะโพฟิสมีระดับความอันตรายซึ่งเป็นสถิติใหม่หลังจากนั้นไม่นานมันได้ถูกลดระดับลงเรื่อยๆ ล่าสุดการประมาณการว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของมันเหลือ 270 เมตร และโอกาสที่มันจะพุ่งชนโลกในปี ค.ศ. 2036 เหลือแค่ 1 ใน 250,000

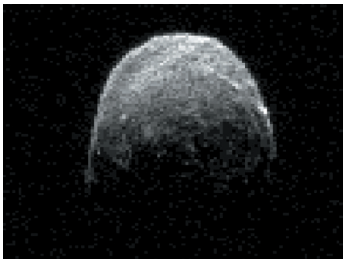
■ 2005 วายยู 55

2005 วายยู 55 (2005YU55) ดาวเคราะห์น้อยดวงนี้ได้รับความสนใจจากผู้คนทั่วโลก เพราะมันเข้าใกล้โลกมากด้วยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 310–400 เมตร เฉียดโลกของเราไปแค่ 324,900 กิโลเมตร (0.85 เท่า ของระยะทางจากโลกถึงดวงจันทร์) ซึ่งถือว่าเข้ามาใกล้มาก และยังจะติดตามการเคลื่อนพร้อมทั้งเก็บข้อมูลขณะที่เข้าใกล้ที่สุดด้วยการใช้เครือข่ายกล้องโทรทรรศน์คลื่นวิทยุโกลล์สโตน (Gold stone Observatory), อะเรซิโบ (Arecibo Observatory), วีแอลบีเอ (VLBA:Very Long Baseline Array) และกล้องโทรทรรศน์กรีนแบงค์ (Green Bank Telescope) ข้อมูลในช่วงคลื่นวิทยุช่วยให้สามารถระบุขนาดที่แน่นอนจากค่าการสะท้อนแสงสัมพัทธ์ (อัลบิโด albedo) นอกจากนี้ยังมีกล้องโทรทรรศน์อวกาศเฮอร์เชลถ่ายภาพในช่วงอินฟาเรดไกล ที่ช่วยในการศึกษาอุณหภูมิพื้นผิว และองค์ประกอบของ 2005 วายยู 55



ภาพที่ 17 ตำแหน่งของ 2005 วายยู55 เมื่อเคลื่อนที่เข้าใกล้โลกมากที่สุด เปรียบเทียบกับวงโคจรของดวงจันทร์

NARIT



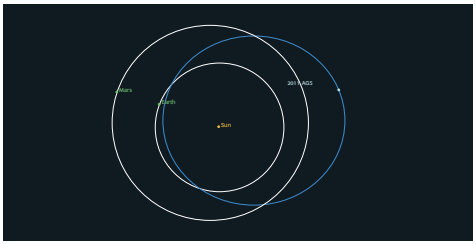
ภาพที่ 18 2005 วายยู 55 ซึ่งสร้างมาจากข้อมูลที่ได้จากกล้องโทรทรรศน์วิทยุ แสดงให้เห็นว่า ดาวเคราะห์น้อยดวงนี้มีรูปร่างเป็นทรงรี รูปไข่ มีความสูงยาว 340 เมตร

■ 2011 เอจี 5

2011 เอจี 5 (2011 AG 5) เป็นดาวเคราะห์น้อยที่อยู่ในกลุ่ม พีเอชเอ ค้นพบในวันที่ 8 มกราคม ค.ศ. 2011 โดยกล้องโทรทรรศน์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.52 เมตรของหอดูดาวที่ภูเขาเลมนอน ซึ่งขณะนั้นมีลำดับความสว่าง 19.6 เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 140 เมตร และจะเข้าใกล้โลกมากที่สุดเป็นระยะห่าง 289,200 กิโลเมตร ในปี ค.ศ. 2040 คาดว่าถ้ามันพุ่งชนโลกจะทำให้เกิดแรงระเบิดเท่ากับระเบิดทีเอ็นที (TNT) 100 ล้านตัน รุนแรงกว่าระเบิดนิวเคลียร์ที่แรงที่สุดเท่าที่มุนษย์เคยทดลองมา 2 เท่า เพียงพอที่จะกวาดทุกอย่างในรัศมี 160 กิโลเมตรให้ราบเป็นหน้ากลองและมีความเป็นไปได้ว่าจะตกลงสู่บริเวณที่เป็นพื้นที่ชุมชน ซึ่งจะยิ่งเพิ่มความเสียหายมากขึ้นหลายเท่า

2011 เอจี 5 มีโอกาส 1 ใน 500 ที่จะพุ่งชนโลกในปี ค.ศ. 2040 ในวันที่ 5 กุมภาพันธ์ แต่ที่ผ่านมาการคำนวณการพุ่งชนของดาวเคราะห์น้อยจะขึ้นอยู่กับข้อมูลล่าสุดที่ทำการติดตามได้ ซึ่งในเดือนกันยายน ปี ค.ศ. 2013 เราสามารถที่จะเก็บข้อมูลที่ใช้คำนวณหาวงโคจรที่แม่นยำกว่านี้

นับตั้งแต่เดือนตุลาคม ปี ค.ศ. 2011 เป็นต้นมามีเพียง 2011 เอจี5 และ2007 วีเค 184 (2007 VK184) ที่มีระดับความอันตราย อยู่ที่ระดับ 1 ของโทริโนสเกล ซึ่งดาวเคราะห์น้อยอื่นๆ ที่มีการค้นพบในปัจจุบันอยู่ในระดับต่ำกว่านี้ทั้งหมด



ภาพที่ 19 วงโคจรของดาวเคราะห์น้อย 2011 AG 5 (ภาพโดย: NASA/JPL/Caltech/NEOPO)

■ ดาวเคราะห์น้อย 2012 แอลแซท 1

ดาวเคราะห์น้อย 2012 แอลแซท 1 (2012 LZ1) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 กิโลเมตร โคจรผ่านโลกไปเมื่อวันที่ 14 มิถุนายน ค.ศ. 2012 ด้วยระยะห่าง 5,400,000 กิโลเมตร ซึ่งเกิดขึ้นหลังจากที่ค้นพบแค่ 4 วัน โดยนักดาราศาสตร์ โรเบิร์ต แมคนอตท์ (Robert H. McNaught) และคณะที่หอดูดาวไซต์ดิง สปริง (Siding Spring Observatory) ประเทศออสเตเรีย 2012 แอลแซท1 ถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มของ พีเอชเอ เพราะมันมีขนาดที่ใหญ่ แต่ระดับความอันตรายของมันยังเป็น 0 เพราะมันจะไม่เข้ามาใกล้โลกอีกใน 750 ปีข้างหน้า

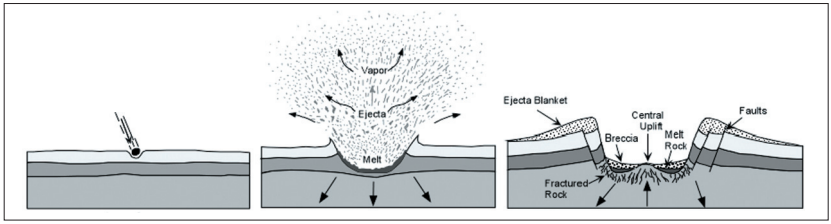
กลไกลการเกิดหลุมอุกกาบาต

เมื่ออุกกาบาตเคลื่อนที่เข้าสู่ชั้นบรรยากาศจะเกิดการเสียดสีกับชั้นบรรยากาศทำให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้น มหาศาล ก้อนอุกกาบาตหลอมละลายอย่างรวดเร็ว อุกกาบาตก้อนเล็กๆ เผาไหม้อย่างสมบูรณ์ก่อนที่จะตกถึงพื้น ส่วนอุกกาบาตที่มีขนาดใหญ่ จะหลงเหลือชิ้นส่วนที่สามารถปะทะกับพื้นโลก โดยที่ความเร็วขณะกระทบพื้นมีมากกว่าความเร็วเสียงมากทำให้เกิดคลื่นกระแทกทำให้เกิดการปรับเปลี่ยนโครงสร้างของพื้นดินอย่างรวดเร็ว เกิดเป็นหลุมอุกกกาบาตประเภทต่างๆ ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายๆ อย่าง ขณะเกิดกระบวนการคลื่นกระแทกจะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างใหม่ของพื้นดิน โดยกระบวนการต่างๆ แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ การสัมผัสและบีบอัด การขุดเจาะ และการปรับเปลี่ยน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การสัมผัสและบีบอัด (Contact and Compression) ขณะที่อุกกาบาตกระทบพื้นจะเกิดคลื่นกระแทกถ่ายทอดพลังงานจลน์จากจุดที่ตกกระทบไปยังบริเวณรอบข้างอย่างรวดเร็ว การสูญเสียพลังงานในการเคลื่อนที่จมลึกลงไปเรื่อยๆ ทำให้เกิดความดันที่มากพอจะทำให้ก้อนอุกกาบาตและพื้นดินหลอมละลายได้

2. การขุดเจาะ (Excavation Stage) ในช่วงนี้จะเกิดขึ้นต่อเนื่องจากกระบวนการที่ 1 โดยจะทำการเจาะลงไปให้ลึกพร้อมกับการเปิดหน้าดินให้กว้างขึ้น โดยอาศัยแรงของคลื่นกระแทก ทั้งขาไปและกลับ (คลื่นสะท้อน) ที่สวนทางกันสร้างรูปแบบการขุดเจาะแบบไหลวน (Excavation Flow) ก่อให้เกิดโพรงชั่วคราว (Transient Cavity) การขุดเจาะนี้จะดำเนินต่อไปเรื่อยๆ จนกระทั่งแรงของคลื่นกระแทกอ่อนลงจนไม่สามารถเจาะลงไปได้อีก

3. ช่วงการปรับเปลี่ยน (Modification Stage) การขุดเจาะที่ใช้แรงไหลวน จะทำให้พื้นที่ก้นหลุมค่อนข้างราบและพื้นดินรอบข้างถูกดันออกไปจากการเปิดปากหลุม ให้ไปกองอยู่หน้าโพรงชั่วคราว หลังจากคลื่นกระแทกอ่อนแรงลงก็เป็นหน้าที่ของแรงโน้มถ่วง ดึงดูดให้การก่อตัวกันอย่างหลวมๆ

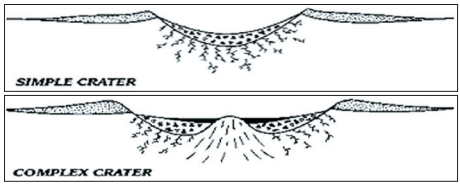


ภาพที่ 23 (ซ้าย) ขณะยุบตัว อุกกาบาตอยู่ภายใต้ความดันสูงมากจนต้องระเบิดอย่างรุนแรง เศษฝุ่นและหินจำนวนมากกระจัดกระจายขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศ เมื่อตกกลับลงมาจะอยู่บริเวณพื้นที่รอบๆ หลุมอุกกาบาต โดยหินที่อยู่ก้นหลุมจะกระเด็นไปในอากาศ เมื่อตกลงมาสู่พื้นเป็นผลให้หินที่เคยอยู่ในดินชั้นล่าง เสมือนว่าถูกดักขึ้นมากองอยู่บนพื้นผิวดินรอบปากหลุม โดยการทับถมจะหนาที่สุดที่ขอบหลุมและบางลงเรื่อยๆ เมื่อระยะห่างจากขอบหลุมเพิ่มขึ้น

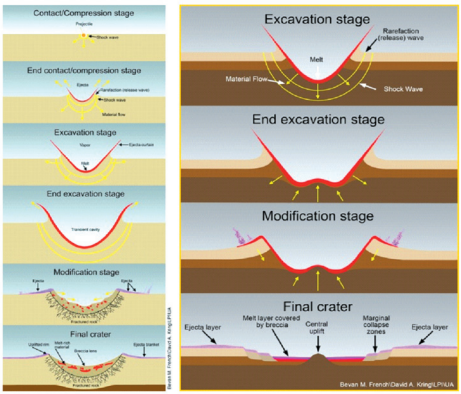
ประเภทของหลุมอุกกาบาต

หลุมอุกกาบาตแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ หลุมอุกกาบาตแบบซับซ้อน (Complex Crater) และหลุมอุกกาบาตอย่างง่าย (Simple Crater) โดยหลุมอย่างง่าย จะมีลักษณะโค้งมนคล้ายชาม ที่ก้นหลุมแบนราบ มีขนาดไม่กี่กิโลเมตร ส่วนหลุมอุกกาบาตแบบซับซ้อนจะมียอดเขาโผล่ขึ้นมาบริเวณกลางหลุม หากเป็นหลุมขนาดใหญ่จะมีลักษณะเป็นวงแหวนซ้อนกันหลายชั้น

National Astronomical Research Institute of Thailand (Public Organization)



ภาพที่ 24หลุมอุกกาบาตแบบซับซ้อน (บน) และ หลุมอุกกาบาตอย่างง่าย (ล่าง)



ภาพที่ 25 ขั้นตอนการก่อรูปร่างหลุมอย่างง่าย (Simple Crater) (ซ้าย) และโครงสร้างหลุมแบบซับซ้อน (Complex Crater) (ขวา)
ภาพโดย www.lpi.usra.edu

10 หลุมอุกกาบาตบนพื้นโลกที่น่าสนใจ

หลุมอุกกาบาตแบร์ริงเจอร์ (Barringer Crater) ตั้งอยู่ที่รัฐแอริโซนาของประเทศสหรัฐอเมริกา มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1.186 กิโลเมตร และความลึกประมาณ 174 เมตร คาดว่าหลุมดังกล่าวเกิดขึ้นเมื่อ 50,000 ปีก่อน เป็นหลุมที่มีสภาพสมบูรณ์ที่สุดเนื่องยังไม่ถูกกัดกร่อนด้วยสภาพแวดล้อมมากนัก ถ้ามองจากพื้นราบทะเลทรายบริเวณรอบหลุมจะดูเหมือนเนินเตี้ยๆ และหลายคนยังคงเข้าใจว่าเป็นหุบภูเขาไฟธรรมดา

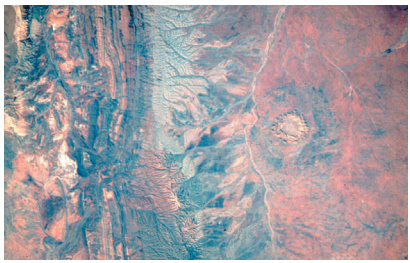
ภาพที่ 26 หลุมอุกกาบาตบาร์ริงเกอร์
(ภาพจาก wikimedia.org)

ทะลสาบโบซัมทวี (Lake bosumtwi crater) ตั้งอยู่ทางตะวันออกเฉียงใต้ห่างจากเมืองคุมาซี (Kumasi) ประเทศกานา ประมาณ 30 กิโลเมตร มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 10.5 กิโลเมตร ซึ่งคาดว่าเป็นหลุมที่เกิดขึ้นจากการพุ่งชนของดาวหางหรือดาวเคราะห์น้อย เมื่อประมาณ 1.3 ล้านปีก่อน หลุมทะเลสาบโบซัมทวี (Lake bosumtwi crater) ได้ถูกกัดเซาะไปแล้วบางส่วนเนื่องจากอยู่กลางป่าดิบที่มีฝนตกตลอดทั้งปีทำให้ยากที่จะศึกษา และปัจจุบันหลุมนี้กลายเป็นแอ่งน้ำขนาดใหญ่ และเป็นแอ่งน้ำที่มีความลึก 300 เมตร ที่ล้อมรอบด้วยป่าฝนถ้าไม่ได้ดูภาพถ่ายทางอากาศ ก็อาจจะไม่รู้ว่าเป็นหลุมอุกกาบาตเลย อาจจะนึกว่าเป็นบึงน้ำขนาดใหญ่ธรรมดาๆ

ภาพที่ 27 (ซ้าย) ทะเลสาบโบซัมทวี เมื่อมองจากภาพถ่ายทางอากาศ
(ขวา) ภาพที่สร้างจากคอมพิวเตอร์แสดงรูปร่างของหลุม

ภาพที่ 28 หลุมอุกกาบาต ออร์รองกา
(ภาพโดย www.lpi.usra.edu)

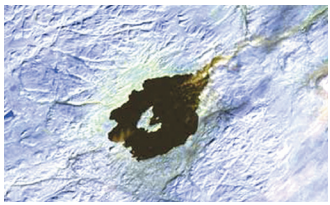
หลุมอุกกาบาตออร์รองกา (Aoroung) เป็นหลุมที่ตั้งอยู่ภายในบริเวณทะเลทรายซาฮาราในทางเหนือ สาธารณรัฐแชด (Chad) ในทวีปแอฟริกา (Africa) และมีโครงสร้างที่เกิดจากการพุ่งชนของดาวหาง หรือดาวเคราะห์น้อยลักษณะเป็นแอ่งวงแหวนตรงกลางเป็นหลุมและมีลักษณะเป็นแนวสันของหิน และทรายอย่างชัดเจนโดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 17 กิโล-เมตร หลุมเดิมถูกฝังอยู่ตามชั้นตะกอน ซึ่งถูกกัดเซาะจากลมในทะเลทรายไปในทิศทางเดียวกันบางส่วน และคาดว่าอายุของหลุมไม่เกิน 350 ล้านปี



ภาพที่ 29 (ซ้าย) ภาพถ่ายจากดาวเทียมของหลุมอุกกาบาตโกซีส บลัฟฟ์อยู่ใกล้กับแนวเขาโกซีส ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาอย่างมาก (ภาพโดย www.lpi.usra.edu) (ขวา)ภาพถ่ายทางอากาศแสดงถึงลักษณะของหลุมที่มีวงแหวนหลายชั้น (ภาพโดย www.bepic.net)

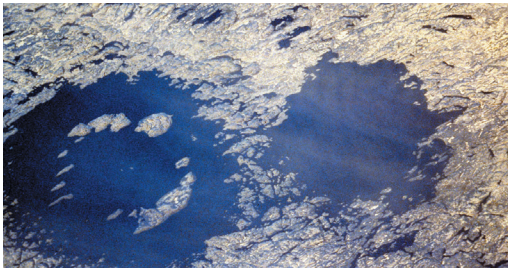
หลุมอุกกาบาตโกซีส บลัฟฟ์ (Gosses Bluff Crater) เป็นหลุมที่ตั้งอยู่ทางตอนเหนือของประเทศออสเตรเลีย (Australia) ซึ่งระหว่างวงล้อมของทิวเขา 2 ชั้น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 24 กิโลเมตร และลึก 5 กิโลเมตร เป็นตัวอย่างที่เห็นได้ชัดเจนของหลุมอุกกาบาตที่มีโครงสร้างซับซ้อน และการถูกกัดกร่อนด้วยกระบวนการทางธรณีวิทยา

หลุมทะเลสาบเมสแทสทีน (Mistastin Lake) ตั้งอยู่ที่ลาบราดอร์ (Labrador) ประเทศแคนาดา (Canada) หลุมนี้เกิดจากอุกกาบาตขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 28 กิโลเมตร ตกลงสู่ผิวโลก ซึ่งมีอายุประมาณ 38 ล้านปีที่แล้ว และปล่องอุกกาบาตเมสแทสทีน (Mistastin) มีโครงสร้างที่ซับซ้อน มีการกัดเซาะจากการเลื่อนของผิวน้ำแข็ง ทำให้น้ำเข้าไปยังปากหลุมทางทิศตะวันออกของปล่องอย่างเห็นได้ชัด เกาะทรงเกือกม้าสันนิษฐานว่าที่อยู่ตรงกลางนั้น น่าจะเป็นส่วนที่นูนขึ้นของพื้นผิว (central uplift) ของหลุมนั่นเอง ปัจจุบันเส้นผ่านศูนย์กลางหลุมประมาณ 16 กิโลเมตร ซึ่งลดลงจากขนาดตอนที่เกิดหลุมใหม่ๆ คือประมาณ 27 กิโลเมตร เมื่อ 37 ล้านปีก่อน



ภาพที่ 30 ทะเลสาบแทสทีนเป็นตัวอย่างของหลุมที่ยังเหลือส่วนที่เป็นยอดตรงกลางหลุมซึ่งเกิดขึ้นตอนที่อุกกาบาตตกกระแทกพื้น และสร้างภูมิประเทศที่โดดเด่นนี้ขึ้นมา (ภาพโดย www.wikimedia.org)

หลุมทะเลสาบเคลียร์วอเทอร์ (Clearwater lakes) เป็นทะเลสาบที่วงกลมคู่ ได้เกิดขึ้นพร้อมกัน โดยผลกระทบของคู่ดาวหางหรือดาวเคราะห์น้อยที่กระแทกเข้ามาในโลกประมาณ 290 ล้านปีที่ผ่านมาเกิดขึ้นในเขตควีเบก (Quebec) ประเทศแคนาดา (Canada) ลูกใหญ่นั้นทำให้เกิดหลุมกว้างถึง 32 กิโลเมตร และลูกเล็กก็ทำให้เกิดหลุมขนาด 22 กิโลเมตร ปัจจุบันนั้น สถานที่นี้กลายเป็นแหล่งท่องเที่ยว เนื่องจากจุดเด่นของหลุมนี้คือ ทำให้เกิดเกาะเล็กเกาะน้อยกระจายโดยรอบ และแหล่งน้ำของที่นี้



ภาพที่ 31 ทะเลสาบเคลียร์วอเทอร์
(ภาพโดย www.lpi.usra.edu)

NARIT

หลุมอุกกาบาตคารากูล (Kara-Kul) เป็นหลุมที่อยู่ที่ระดับความสูง 3,900 เมตร เหนือระดับน้ำทะเลใกล้ศูนย์กลางของภูเขาทะเลสาบคารากูล (Kara-Kul) ตั้งอยู่ในภาคตะวันออกของประเทศทาจิกิสถาน(Tajkistan) เป็นที่สูงในเทือกเขาเพเมอร์ (Pamir) ใกล้ชายแดนอัฟกานิสถาน ซึ่งเกิดจากการพุ่งชน 25 ล้านปีก่อน หลุมนี้ไม่ได้รับความสนใจจนกระทั่งมีการค้นพบจากภาพถ่ายดาวเทียม (เพราะภูมิประเทศโดยรอบทำให้สังเกตได้ยาก) ทำให้รู้ว่านี่คือหลุมอุกกาบาต ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 52 กิโลเมตร

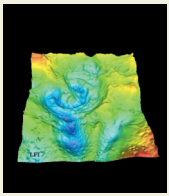
ภาพที่ 32 ทะเลสาบคารากูลหรือทะเลสาบดำ
เป็นหลุมอุกกาบาตซึ่งตั้งอยู่สูงที่สุดบนโลก
(ภาพโดย www.lpi.usra.edu)

ภาพที่ 33 หลุมอุกกาบาตแมนิคูอาแกน ครอบคลุมพื้นที่ 1,.942 ตารางกิโลเมตร ทำให้ปรากฏชัดเจนบนภาพถ่ายทางอากาศ
(ภาพโดย www.eosnap.com)

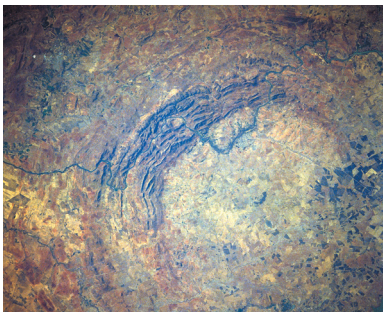
หลุมอุกกาบาต แมนิคูอาแกน (Manicouagan) เป็นหลุมหนึ่งที่เก่าแก่ที่สุดที่รู้จักกันในหลุมอุกกาบาตบนโลกและตั้งอยู่ในเขตเทศบาลรัฐควีเบกที่รู้จักกันว่า "ตาของควิเบก" เกิดจากการพุ่งชนของดาวหาง หรือดาวเคราะห์น้อย ขนาดประมาณ 5 กิโลเมตร คาดว่ามีความหนาแน่นสูงมากจึงทำให้เกิดหลุมที่กว้างถึง 100 กิโลเมตร เมื่อ 212 ล้านปีก่อน จากเส้นผ่านศูนย์กลางของวงแหวนทำให้หลุมนี้จัดเป็นหนึ่งในห้าหลุมอุกกาบาตที่ใหญ่ที่สุดบนโลกที่มีสภาพสมบูรณ์

National Astronomical Research
Institute of Thailand
(Public Organization)

หลุมอุกกาบาตชิกซูลับ (Chicxulub) เป็นหลุมอุกกาบาตที่เกิดก่อนยุคประวัติศาสตร์ที่ตั้งอยู่ใต้คาบสมุทรยูคาทาน (Yucatan Peninsula) ประเทศเม็กซิโก และที่คาดการว่าเป็นหลุมที่เกิดจากการพุ่งชนของดาวหางหรือดาวเคราะห์น้อยที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 170–180 กิโลเมตร เมื่อ 65 ล้านปีก่อน มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหลุมประมาณ 200 กิโลเมตร ผลกระทบจากการชนในครั้งนี้ เป็นเหตุนำไปสู่การสูญพันธุ์ของไดโนเสาร์



ภาพที่ 34 (ซ้าย) หลุมอุกกาบาตชิกซูลับจมอยู่ใต้อ่าวเม็กซิกโกทำให้ไม่สามารถมองเห็นรูปร่างของหลุมได้ชัดเจน (ภาพโดย www.icr.org) (ขวา) ต้องใช้เทคนิคพิเศษในการค้นหาซึ่งเริ่มจากบริษัทน้ำมัน (ภาพโดย courtesy V.L. Sharpton, LPI)



ภาพที่ 35 วเรเดฟอร์ทโดม หลุมอุกกาบาตโบราณที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในโลก (ภาพโดย NASA)

หลุมอุกกาบาต วเรเดฟอร์ท (Vredefort) หลุมอุกกาบาตหลุมนี้มีชื่อว่า "หลุมอุกกาบาตวเรเดฟอร์ทโดม" (Vredefort Dome) ตั้งอยู่ที่แอฟริกาใต้ ถูกค้นพบเมื่อปี ค.ศ. 1937 เป็นหลุมอุกกาบาตที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหลุมประมาณ 250–300 กิโลเมตร จัดเป็นหลุมอุกกาบาตที่มีขนาดใหญ่ที่สุดบนโลก (ส่วนที่เป็นพื้นทวีป จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางธรณีสัณฐานทำให้เรารู้ว่าหลุมอุกกาบาตดังกล่าวมีอายุประมาณ 2,000 ล้านปี ปัจจุบัน หลุมอุกกาบาตวเรเดฟอร์ทโดม ถูกจัดเป็นสถานที่ท่องเที่ยวสำคัญของแอฟริกา และยังได้ขึ้นทะเบียนเป็นแหล่งมรดกโลกทางธรรมชาติโดยองค์การยูเนสโก (UNESCO) เมื่อปี ค.ศ. 2005 ที่ผ่านมา

ประเภทของอุกกาบาต

■ ประเภทของอุกกาบาตแบ่งตามองค์ประกอบ มี 3 ประเภทคือ

1. อุกกาบาตหิน เป็นพวกที่ประกอบด้วยหินแก้วซิลิเกตเป็นส่วนใหญ่ มีความหนาแน่นต่ำ และมีมากที่สุด แบ่งย่อย เป็น 2 ชนิด คือ

1.1 คอนไดร์ท (Chondrites) มีลักษณะเด่น คือ โครงสร้างทรงกลมเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 มิลลิเมตร เรียกว่า คอนดรูล (Chondrules) ซึ่งเป็นแร่โอลิวีนและไพรอกซีน คอนดรูลกระจายอยู่ในเนื้อของแร่ซิลิเกตและโลหะผสมเหล็ก-นิกเกิล ส่วนประกอบของคอนไดร์ทคล้ายกับหินที่พบในเปลือกโลกแต่มีสิ่งแตกต่าง

ที่สำคัญคือ ปริมาณที่มากของเหล็กและนิกเกิล โดยมีส่วนประกอบเฉลี่ยดังนี้ โอลอวีน 46 % ไพรอกซีน 25 % แพลจิโอเคลส 11 % คอนไดรท์เป็นอุกกาบาตที่ตกมาบนผิวโลกและถูกค้นพบมากที่สุด

ภาพที่ 36 ตัวอย่างอุกกาบาตประเภทคอนไดร์ท

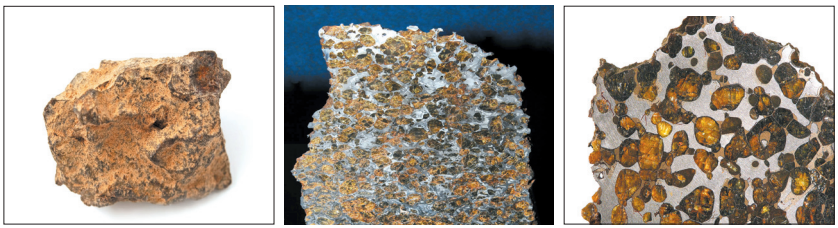
ภาพที่ 37 ตัวอย่างอคอรอนไดรท์

1.2 อคอรอนไดรท์ (Achondrites) ถูกค้นพบน้อยมากมีส่วนประกอบคล้ายกับคอนไดร์ท แต่ไม่มีคอนดรูล และมีเหล็กนิกเกิลน้อยกว่ามาก

2. อุกกาบาตเหล็ก (Irons) เป็นพวกประกอบด้วยโลหะผสม 2 ชนิด คือเหล็กและนิกเกิล มีความหนาแน่นสูงโดยมีเหล็กเป็นส่วนประกอบประมาณ 90 % อุกกาบาตประเภทนี้ส่วนใหญ่ประกอบด้วยผลึกหยาบของแร่เหล็ก ที่ชื่อว่า คามาไซต์ (Kamacite) แร่อื่นๆ โดยเฉพาะแร่เหล็ก-นิกเกิล แทไนต์ (Taenite) มักจะเกิดตามระนาบแลตทิส (Lattice planes) ซึ่งทำให้ผิวหน้าตัดของชิ้นส่วนอุกกาบาตมีแนวเส้นตัดกันที่เรียกว่า โครงสร้างวิดแมนสทาแทน (Widmanstatten structure) ผลึกที่มีขนาดใหญ่ของอุกกาบาตประเภทนี้แสดงถึงการเย็นตัวอย่างช้าๆ อุกกาบาตประเภทเหล็กเป็นที่สนใจกันมาก เนื่องจากเชื่อว่ามีส่วนประกอบคล้ายกับแกนโลก

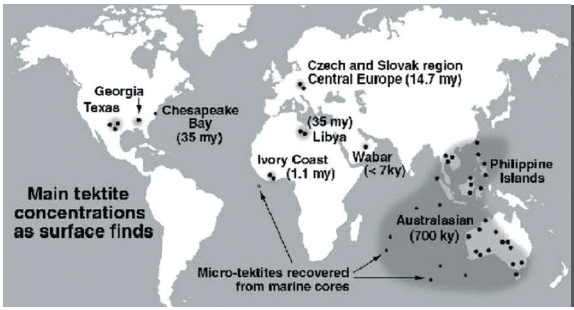
3. อุกกาบาตหิน-เหล็ก (Stony-iron) เป็นพวกที่ประกอบด้วยหินและโลหะ มีส่วนประกอบของหินแทรกอยู่ในเนื้อเหล็กคือ จะเป็นเหล็กครึ่งหนึ่ง ส่วนเหลือเป็นแก้วซิลิเกต

ภาพที่ 38 อุกกาบาตเหล็ก (Irons) ผิวภายนอกมีลักษณะมันวาว



ภาพที่ 39 ตัวอย่างอุกกาบาตหินเหล็ก ผ่าดูโครงสร้างภายในจะมีเนื้อหินฝังในเหล็ก แต่บางชิ้นผ่านการกัดกร่อนมานานทำให้มองไม่เห็นผิวด้านใน

การค้นพบอุกกาบาตในประเทศไทย



ภาพที่ 40 แหล่งค้นพบอุกกาบาตที่กระจายอยู่ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และออสเตรเลีย

■ อุกกาบาตนครปฐม

อุกกาบาตนครปฐมตกลงมาจากฟ้าเมื่อเวลาประมาณ 21.00 น. ของคืนวันศุกร์ที่ 21 ธันวาคม 2466 โดยทะลุผ่านหลังคายุ้งข้าวของนายยอด ตำบลดอนยายหอม อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม อุกกาบาตนครปฐมมีสองก้อน ก้อนเล็กหนัก 9.6 กิโลกรัม รวมสองก้อนหนักถึง 32.2 กิโลกรัม จัดเป็นอุกกาบาตหิน มีเหล็กเป็นส่วนผสมประมาณ 22% รัฐบาลไทยได้อนุญาตให้สหรัฐอเมริกาขอยืมก้อนเล็กไปศึกษา และได้บริจาคชิ้นส่วนหนัก 413 กรัมให้พิพิธภัณฑสถานแห่งชาติสหรัฐฯ

■ อุกกาบาตเชียงคาน

อุกกาบาตเชียงคานเป็นอุกกาบาตหิน ประกอบด้วยอุกกาบาตก้อนเล็กๆ หลายก้อน ค้นพบหลังจากมีลูกไฟขนาดใหญ่สุกสว่างกว่าแสงจันทร์ พุ่งผ่านท้องฟ้าภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศเมื่อเวลา 5.30 น. ของเช้ามืดวันอังคารที่ 17 พฤศจิกายน 2524 ลูกไฟนั้นไประเบิดเหนือท้องฟ้าอำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย ใกล้พรมแดนไทย-ลาว มีเสียงดังกึกก้องได้ยินไปทั่วจังหวัดเลยและจังหวัดที่อยู่ใกล้เคียง อุกกาบาตตกกระจัดกระจายในพื้นที่ประมาณ 24 ตารางกิโลเมตร ทีมสำรวจจากคณะวิทยาศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย นำโดย ดร.ระวี ภาวิไล เก็บรวบรวมอุกกาบาตได้ 31 ก้อน น้ำหนักรวม 367 กรัม ลูกใหญ่ที่สุดหนัก 51.3 กรัม มีข้อสันนิษฐานว่าหากอุกกาบาตเชียงคานไม่ได้เป็นชิ้นส่วนจากแถบดาวเคราะห์น้อยหลักซึ่งโคจรอยู่ระหว่างวงโคจรของดาวอังคารกับดาวพฤหัสบดี มีความเป็นไปได้ว่ามันอาจจะเป็นชิ้นส่วนของดาวหางเทมเพล-ทัตเทิล ต้นกำเนิดของฝนดาวตกสิงโต ฝนดาวตกที่เกิดเป็นประจำในวันที่ 16-17 พฤศจิกายนของทุกปี ซึ่งประเทศไทยและเอเชียมองเห็นได้มากและชัดเจนเมื่อเดือนพฤศจิกายน 2541 และ 2544

■ อุกกาบาตบ้านร่องดู่

อุกกาบาตบ้านร่องดู่เป็นอุกกาบาตลูกสุดท้ายที่มีรายงานพบในประเทศไทย ตกลงมาในคืนวันอาทิตย์ที่ 13 มิถุนายน 2536 เวลาประมาณ 20.45 น. บริเวณพื้นที่ใกล้บ้านของนายสาลี และนางคำหล้า รักก้อน บ้านร่องดู่ ตำบลลานบ่า อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ การตรวจสอบโดยนายสิโรตม์ ศัลยพงษ์ และ ดร.ปริญญา พุทธาภิบาล ฝ่ายวิจัยธรณีวิทยา กองธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี ยืนยันว่าเป็นอุกกาบาตเหล็ก มีประกายโลหะและความถ่วงจำเพาะสูง พบริ้วโลหะเป็นทางบนผิวอุกกาบาตซึ่งเกิดจากการเสียดสีกับบรรยากาศโลก ผิวนอกสุดมีรอยไหม้ ด้านหนึ่งมีรอยยุบบุบแบบก้นหม้ออีกด้านฉีกขาดเป็นร่องหลืบ ลักษณะทั่วไปคล้ายตะกรันโลหะ ต่างกันที่ไม่มีรูพรุน

รูปร่างของอุกกาบาตบ้านร่องดู่คล้ายลูกสะบ้า กว้าง 7.5 นิ้ว ยาว 10 นิ้ว หนา 4.5 นิ้ว น้ำหนัก 16.7 กิโลกรัม ความถ่วงจำเพาะ 8.08 บริเวณที่พบอุกกาบาตเป็นที่ดอนดินปนทราย เนื้อแน่นปานกลาง ความชื้นต่ำ ลูกอุกกาบาตมุดลงไปในดิน ขณะไปตรวจสอบซึ่งเป็นเวลาหลังจากเอาลูกอุกกาบาตออกมาแล้วพบว่าบริเวณนั้นเป็นหลุมลึก 110 เมตร ประเมินได้คร่าวๆ ว่าอุกกาบาตพุ่งมาจากทิศใต้เฉียงไปทางตะวันตก 15 องศา และพุ่งลงมาโดยทำมุมประมาณ 80 องศากับพื้นราบ

วันที่ 21 พฤษภาคม 2552 มีรายงานข่าวการค้นพบวัตถุสีดำ ลักษณะคล้ายอุกกาบาต ตกทะลุหลังคาบ้านของนายสมศักดิ์ เชี่ยววิจิตร เขตเทศบาล จังหวัดพิษณุโลก ได้มีการตรวจสอบจากคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร และยืนยันเมื่อวันที่ 31 พฤษภาคม พ.ศ. 2552 โดยสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) ร่วมกับคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ว่าเป็นอุกกาบาตจริง โดยพบว่าเป็นอุกกาบาตหินเนื้อเม็ด (chondrite) คาดว่ามาจากแถบดาวเคราะห์น้อย ซึ่งเป็นซากที่เหลือจากการก่อกำเนิดระบบสุริยะ

*** ข้อมูลข้างต้นนี้บางส่วนนำมาจากบทความของคุณพิชิต อิทธิศานต์ ตีพิมพ์ในนิตยสารอัพเดท ฉบับกรกฎาคม 2536 และจากฐานข้อมูลอุกกาบาตของสหรัฐอเมริกาที่ค้นได้จากอินเทอร์เน็ต

วิธีการเก็บรวบรวมอุกกาบาตที่มาจากนอกโลก

■ การแยกก้อนหินออกจากอุกกาบาต

ลักษณะเด่นของอุกกาบาตเป็นเรื่องที่สำคัญมากที่สุดในการเริ่มต้นดังนั้นให้สังเกตดูว่ามีสิ่งต่างๆ เหล่านี้หรือไม่

1. อุกกาบาตชิ้นนี้มีการดูดติดกับแม่เหล็กหรือไม่ เนื่องจากโดยมากแล้วอุกกาบาตประกอบด้วยเหล็กในปริมาณที่สูง จึงตอบสนองต่อแรงดูดของแม่เหล็ก

National Astronomical Research Institute of Thailand (Public Organization)

2. บริเวณพื้นผิวมีลักษณะการแสดงเปลือกหลอมหรือไม่ อุกกาบาตมักแสดงเปลือกหลอม ซึ่งมีลักษณะประกายเป็นสีดำ อาจจะประกายเงาหรือด้านก็ได้ ซึ่งเกิดจากการเผาไหม้ของโลหะบนผิวของอุกกาบาตขณะตกผ่านชั้นบรรยากาศ

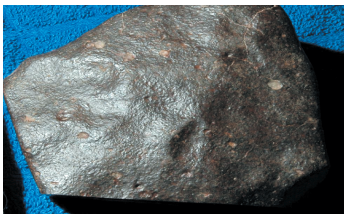
3. รูปทรงของก้อนอุกกาบาตมีลักษณะลู่ลมหรือไม่ เนื่องจากช่วงเวลาที่ก้อนอุกกาบาตตกลงมายังโลกไม่ได้มีการหมุนแต่อย่างใด แต่กลับพุ่งตรงลงมาอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดการเสียดสีกับชั้นบรรยากาศ ดังนั้นก้อนอุกกาบาตส่วนใหญ่แล้วจะมีรูปทรงที่ลู่ลม

4. มีรอยยุบลงไปคล้ายกับถูกรอยนิ้วมือกดลงไปบนก้อนอุกกาบาตหรือไม่ ความร้อนที่เกิดขึ้นขณะที่อุกกาบาตเดินทางเข้ามายังโลก ทำให้ผิวเกิดการหลอมเป็นรูเว้าแหว่ง ลักษณะคล้ายถูกนิ้วมือกดทับลงไป เรียกว่า เร็กมากริบ (Regmaglypts)

ไม่จำเป็นว่าอุกกาบาตทุกก้อนจะต้องมีลักษณะทั้ง 4 เนื่องจากว่าอุกกาบาตที่ตกลงมายังโลกเป็นเวลานานแล้ว อาจจะทำลายลักษณะดังกล่าวออกไป ทั้งเปลือกหลอม

ภาพที่ 41 อุกกาบาตที่ค้นพบหลายชนิด มีส่วนผสมของธาตุเหล็กอยู่มากจึงสามารถถูกดูด

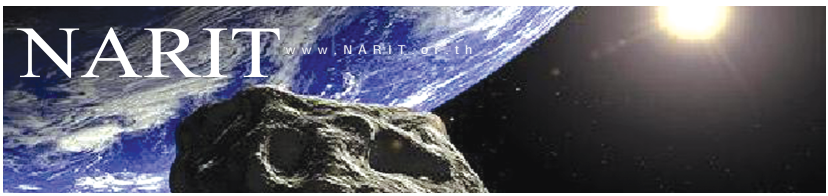
ภาพที่ 42 สีดำของอุกกาบาต เกิดจากการเผาไหม้ขณะที่มันเคลื่อนที่ผ่านชั้นบรรยากาศ



ภาพที่ 43 ตัวอย่างเร็กมากริบ พบบนอุกกาบาตหินเป็นจำนวนมาก (ภาพโดย http://meteorites.wustl.edu

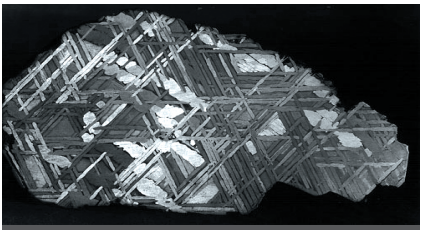
NARIT
National Astronomical Research Institute of Thailand (Public Organization)

เป็นประกาย รูปทรงลู่ลม หรือ การเกิดรอยยุบสามารถถูกทำลาย กัดกร่อนด้วย น้ำ ลม หรือสารเคมีต่างๆ ที่อยู่ในธรรมชาติ อย่างไรก็ตามลักษณะเด่นทั้ง 4 นี้ สามารถเป็นพื้นฐานในการแยกแยะเบื้องต้นได้เป็นอย่างดี



เริ่มต้นการเก็บสะสม

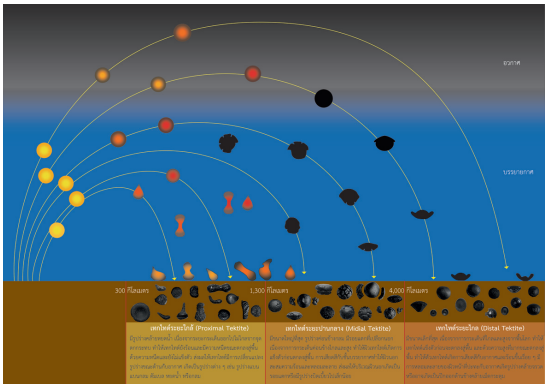
การเริ่มต้นสะสมอุกกาบาตไม่ได้ยุ่งยากอย่างที่คิด อาจจะเริ่มต้นจากการเลือกว่าเรายากสะสมแบบไหน ยกตัวอย่างเช่น เราไม่อยากจะสะสมเยอะ เราก็หาอุกกาบาตที่เป็นทั้งแบบถูกตัดออกเป็นชิ้นๆ และอย่างที่ยังเป็นก้อนอยู่ มาทั้ง 3 ประเภทหลักเลย ยกตัวอย่างเช่นอุกกาบาตกิเบโอน ทั้งแบบก้อน และแบบเป็นชิ้น หลังจากถูกขัดทำความสะอาดให้เงางามและกัดกร่อนด้วยเครื่องมือจะแสดงลวดลายที่มีเอกลักษณ์เฉพาะตัวเรียกว่า “วิดแมนสทาแทน แพทเทิร์น” (Widmanstätten patterns) หรือ “ทอมสัน สตรักเจอร์” (Thomson structures) ซึ่งจะเกิดเฉพาะในอุกกาบาตประเภทเหล็กเท่านั้น โดยส่วนที่เป็นแร่แทไนต์จะเป็นเส้นๆ เงาๆ และส่วนด้านของก้อนอุกกาบาตที่มองเห็นมาจากแร่คามาไซต์ ซึ่งผลึกของแร่ธาตุเหล่านี้ได้แสดงถึงการเย็นตัวลงอย่างช้าๆ ของก้อนอุกกาบาตชนิดนี้ทำให้พื้นผิวอุกกาบาตดูมีเรื่องราวน่าสนใจ เหมาะสำหรับนักสะสมที่ชื่นชอบลักษณะภายนอกมากกว่าภายในของมันมากกว่า



ภาพที่ 44 แสดงรูปแบบของ วิดแมนสทาแทน แพทเทิร์น (ภาพจากhttp://www.daviddarling.info)

นอกเหนือจาก 3 ประเภทหลักๆ เรายังสามารถเก็บสะสมก้อนอุกกาบาตที่ถูกเปลี่ยนรูปร่างให้สวยงามด้วยฝีมือมนุษย์ เช่นทำเป็นอัญมณี เครื่องประดับ มีดหรือนำมาแกะสลักทำนาฬิกาข้อมือ หากต้องการครอบครองสิ่งเหล่านี้ก็ต้องยอมแลกกับค่าใช้จ่ายที่สูงมากเช่นกัน อีกตัวเลือกคือการเก็บสะสมก้อนอุกกาบาตที่เรียกว่า “ฮัมเมอร์” หรือพูดง่ายๆ คือพวกเศษอุกกาบาตที่ทำความเสียหายให้กับเรา เช่นตกใส่หลังคาบ้านหรือตกใส่คน สัตว์ ทำให้เกิดการบาดเจ็บและเสียชีวิต มีวัตถุบางชนิดที่กำลังเป็นกระแสความนิยมของนักสะสมอุกกาบาต ซึ่งตรงกันข้ามกับความเป็นจริงวัตถุชนิดนี้ ไม่ใช่อุกกาบาตแต่ด้วยลักษณะทางกายภาพที่มีลักษณะคล้ายอุกกาบาต และมักจะพบในบริเวณที่ถูกอุกกาบาตพุ่งชนจึงมักเกิดความเข้าใจผิดว่ามันเป็นวัตถุที่มาจากนอกโลก

“เทกไทต์ (Tektite) หรือที่คนไทยเรียกว่าอุลกมณี” กำเนิดขึ้นจากผลพวงของการพุ่งชนของอุกกาบาตที่ตกมายังพื้นผิวโลกถูกค้นพบมากในบริเวณใกล้ๆ กับหลุมอุกกาบาตเท่านั้นไม่ใช่ว่าจะพบได้ทุกพื้นที่ของพื้นโลก เทกไทต์ที่ถูกค้นพบและมีขายอยู่ในปัจจุบันนั้นมีอยู่หลายรูปแบบด้วยกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับกลไกและกระบวนการเกิดเทกไทต์



ภาพที่ 45 แสดงลักษณะการกระเซ็นของชั้นดิน หิน และทรายบนเปลือกโลก ขณะถูกอุกกาบาตพุ่งชน รวมถึงลักษณะการเย็นตัวเป็นรูปทรงต่างๆและอาณาบริเวณที่ฝนเทกไทต์ตกกลับลงสู่พื้นโลก

จากการศึกษาของนักวิทยาศาสตร์โดยการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพและองค์ประกอบของเทกไทต์ที่ถูกค้นพบบนพื้นโลกนั้น นักวิทยาศาสตร์รู้ว่าเทกไทต์เกิดจากการเผาไหม้หลอมเหลวของชั้นดิน หิน และทรายบนเปลือกโลกขณะที่ถูกอุกกาบาตพุ่งชน ชั้นดิน-หินและทรายที่หลอมเหลวในบริเวณนั้นก็กระเซ็นขึ้นไปบนท้องฟ้าในขณะนี้เองของเหลวร้อนนี้จะเดินทางไปปะทะกับความชื้นในชั้นบรรยากาศ ทำให้เกิดการเย็นตัวจับตัวกันเป็นก้อนก่อนที่จะตกกลับมายังพื้นโลกอีกครั้งคล้ายกับห่าฝนเกิดเป็นรูปทรงที่มีขนาดแตกต่างกันออกไป ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าเทกไทต์จึงไม่ใช่ชิ้นส่วนของอุกกาบาตแต่อย่างใด ในกรณีของรูปร่างและสีของเทกไทต์นั้นจะต้องกล่าวถึง ระยะเวลาในการเย็นตัวของของเหลวร้อนที่เดินทางไปปะทะกับความชื้นในชั้นบรรยากาศ กระบวนการในการเย็นตัวในขณะที่เดินทางในอากาศจะส่งผลให้ปริมาณฟองอากาศของเทกไทต์ต่างกัน ผลที่ตามมาคือรูปทรงและสีของก้อนเทคไทต์ที่ตกกลับมายังพื้นโลกแตกต่างกันด้วย

ปัจจุบันบริเวณที่ค้นพบเทกไทต์ที่มีอายุมากที่สุดคือ พื้นที่บริเวณทวีปอเมริกามีอายุประมาณ 32 ล้านปี ที่ทวีปยุโรปแถวประเทศสาธารณรัฐเชค มีอายุประมาณ 13.5 ล้านปี และพื้นที่ตั้งแต่ในแถบเอเชียถึงออสเตรเลีย จะมีอายุน้อยที่สุดซึ่งน้อยกว่า 1 ล้านปี โดยชื่อของเทกไทต์ที่ถูกค้นพบจะมีชื่อแตกต่างกันตามท้องถิ่นต่างๆ เช่น สะเก็ดดาว มหานิล คำดิบ คตปลวก พลอยจันทรคลาส ขวานฟ้า มณีหยาดฟ้า ก้อนข้าวจี่พระฤาษี เป็นต้น ในประเทศไทยเราพบเทกไทต์ได้ในแถบภาคตะวันออกและอีสาน ได้แก่ บ้านพังแดง อำเภอนาแก จังหวัดนครพนม และบริเวณอำเภอบุณฑริก อำเภอเดชอุดม อำเภอน้ำยืน อำเภอสิรินธร และอำเภอนาจะหลวย จังหวัดอุบลราชธานี

เราสามารถจำแนกก้อนเทกไทต์ที่พบในประเทศไทยได้สองประเภทด้วยกัน ประเภทแรกคือ เลเยอร์เทกไทต์ (Layered Tektites) และประเภทที่สองคือ สแปช เทกไทต์ (Splash Tektites) แต่ที่ถูกพบและมีจำหน่ายอยู่ในท้องตลาดปัจจุบันเป็นจำนวนมากก็คือ ประเภทที่สอง สแปชเทกไทต์ถูกค้นพบหนาแน่นมากในภาคอีสานซึ่งเป็นอาณาบริเวณของหลุมอุกกาบาตของไทยโดยมีรูปทรงต่างๆ

■ ตารางที่ 3 แสดงรายละเอียดของกลไกการเกิดเทกไทต์รูปแบบต่าง ๆ (อ้างอิงจากภาพที่ 45)

ลักษณะรูปร่างของเทกไทต์	ประเภท	กระบวนการเกิดเทกไทต์
เมืองนอง (Mong Nogn)	เลเยอร์เทกไทต์	เป็นเทกไทต์ที่ขนาดค่อนข้างใหญ่ อาจจะมีรูปร่างทั้งแบบก้อนหลายเหลี่ยมหรือกลมมน ลักษณะการเรียงตัวจะจัดเรียงตัวเป็นชั้นบางๆ ซ้อนกันรวมทั้งในแต่ละชั้นจะมีสีที่แตกต่างกัน เกิดขึ้นเนื่องจากระยะเวลาในการเย็นตัวที่ต่างกันทำให้ปริมาณฟองอากาศมีจำนวนส่งผลให้สีของแต่ละชั้นแตกต่างกัน
เทกไทต์รูปดัมบ์เบล	สแปชเทกไทต์	เทกไทต์เหล่านี้เกิดจากการที่ชั้นดิน หินและทรายบนเปลือกโลกถูกเผาไหม้หลอมเหลวซึ่งมีสถานะเป็นของเหลวร้อนลอยขึ้นไปในอากาศด้วยแรงกระทำจากก้อนอุกกาบาตที่พุ่งชนโลก ในลักษณะที่เป็นก้อนของเหลวจำนวนมากเช่นเดียวกับสายฝน ต่างกันเพียงแค่ก้อนของเหลวนี้มีอุณหภูมิสูง หากก้อนมีน้ำหนักไม่มาก เมื่อเกิดการเย็นตัวเร็วก็จะโดนแรงดึงดูดของโลกกระทำและตกกลับมายังพื้นโลกกลายเป็นรูปทรงต่างๆ
เทกไทต์รูปหยดน้ำ	สแปชเทกไทต์	
เทกไทต์แบบทรงแบน	สแปชเทกไทต์	เทกไทต์ทั้งหมดมีกระบวนการเกิดเช่นเดียวกันกับเทกไทต์รูปหยดน้ำและดัมบ์เบลเพียงแต่ของเหลวร้อนเหล่านี้โดนแรงกระทำมากกว่าสามารถเคลื่อนที่กระจายออกไปเป็นอาณาบริเวณกว้างกว่า จากนั้นจะแตกกระจายเป็นก้อนเล็กก้อนน้อยและเกิดเป็นรูปทรงกลม และทรงแบน
เทกไทต์แบบทรงกลม	สแปชเทกไทต์	
เทกไทต์ขนาดเล็กมากๆ	สแปชเทกไทต์	เป็นเทกไทต์ที่เกิดจากของเหลวร้อนที่มีมวลน้อยๆ แต่ถูกแรงกระทำอย่างมหาศาล จึงเคลื่อนที่ออกจากจุดกำเนิดไปไกลมาก

NARIT

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 สำนักงานปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อาคารพระจอมเกล้า กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ถนนพระรามที่ 6 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