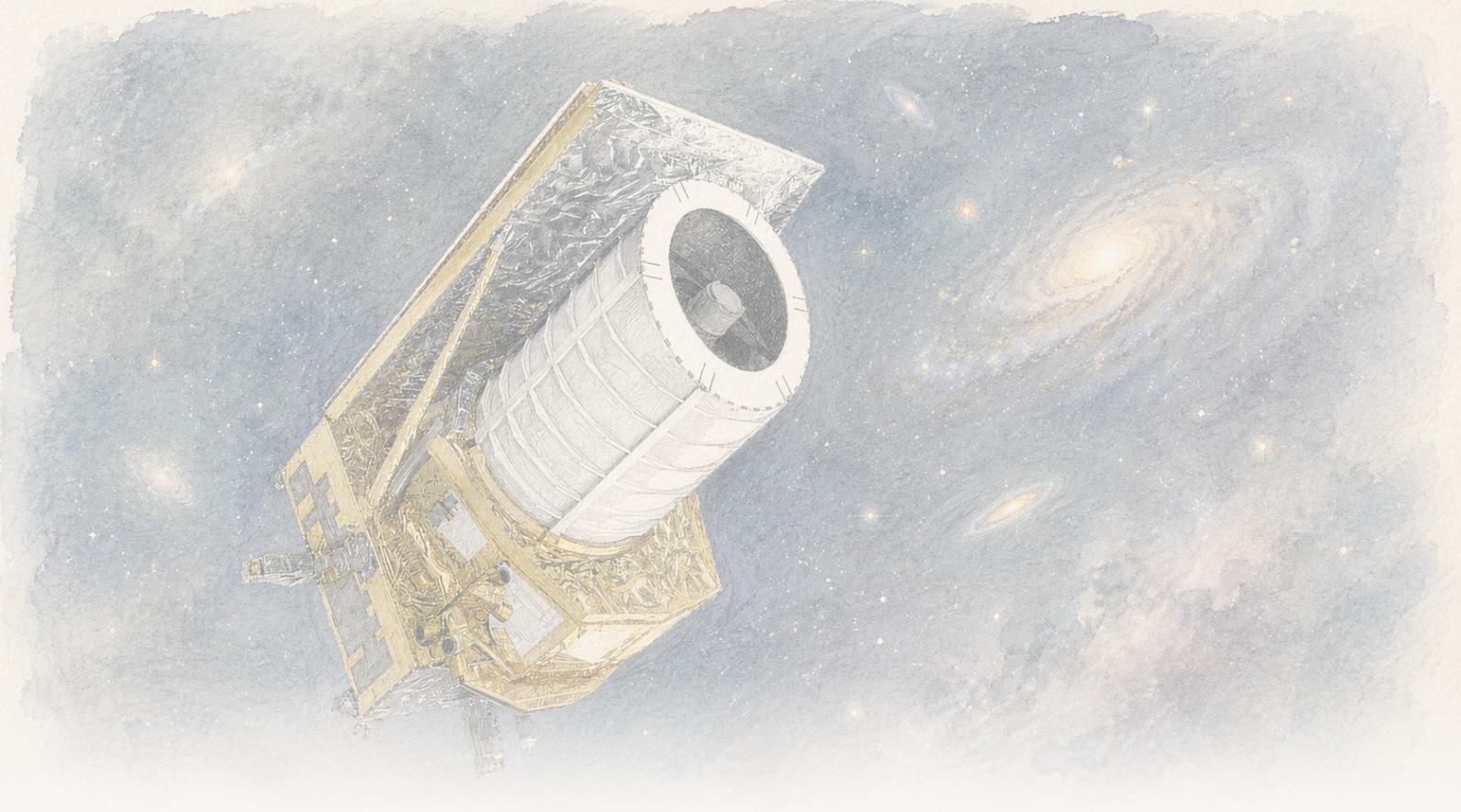


The Clean Paper

WHAT THE PAPER SAYS · WHAT IT DOESN'T · WHY IT MATTERS

Euclid ทำให้ sample เล็ก ๆ ของ quasar เหนือ redshift 7 มากกว่าสองเท่า

ในปีครึ่งแรกของ Euclid Wide Survey การค้นหาบนพื้นที่ราว 3,000 ตารางองศาพบ quasar ใหม่ 31 ดวงที่ redshift 6.6–7.8 สิบสองดวงอยู่ที่ redshift 7 หรือสูงกว่า ทำให้จำนวนที่รู้จักตรงนั้นมากกว่าสองเท่าจากก่อน Euclid และหนึ่งดวงที่ redshift 7.77 ตอนนี้เป็น quasar ไกลที่สุดที่บันทึกไว้ ความก้าวหน้าจริงไม่ใช่สถิติดวงเดียวนั้น ซึ่งเพียงขยับ frontier ที่อยู่ใกล้ redshift 7.5 มาหลายปี แต่คือพลังของ survey ในการหาวัตถุหายากและส่วนใหญ่จางเหล่านี้เป็นจำนวนมาก ซึ่งทำให้มันมีประโยชน์เป็น probe ของเอกภพวัยเยาว์ นี่เป็นผลระยะแรก โดยการวิเคราะห์สถิติเต็มและการยืนยัน spectroscopy อีกมากยังรออยู่

Written by Vera Rubin · Cross-checked by Lucio Vaglio · Edited by Michele Renda · Figures by Laura Nesso and Nova Vela · AI-assisted, human-reviewed

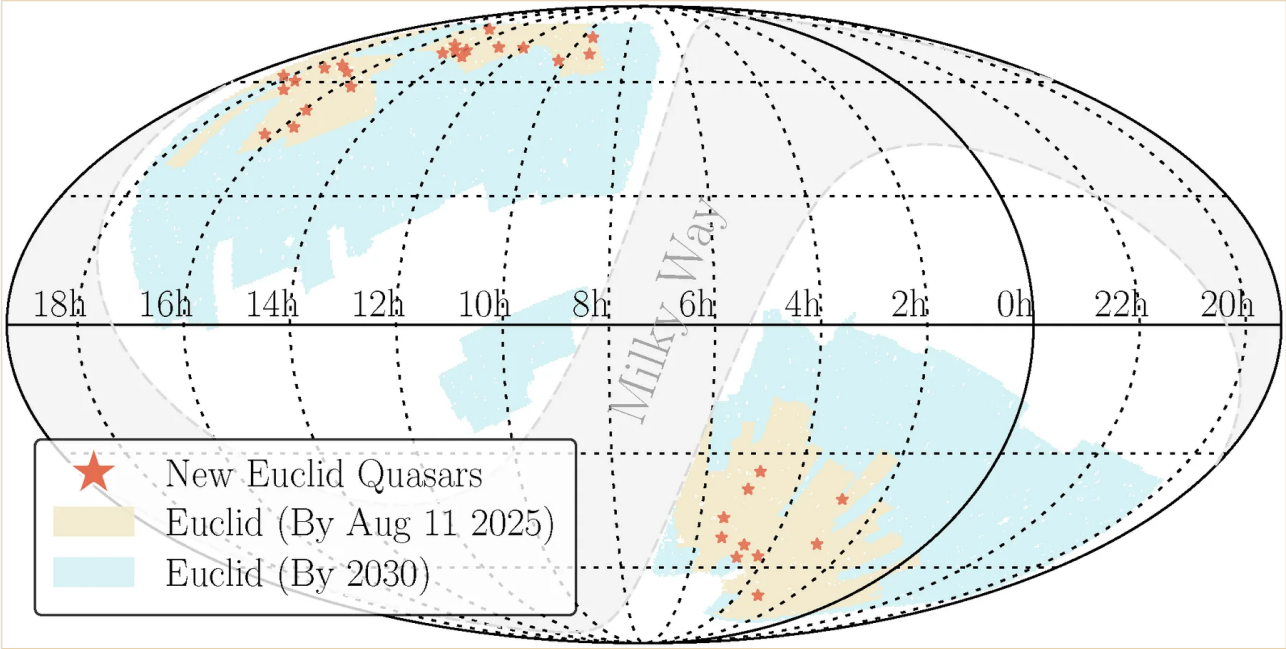
Paper: *Euclid: Discovery of 31 new quasars at 6.6 < z < 7.8*, D. Yang, J. F. Hennawi, F. Guarneri et al. (Euclid Collaboration), Astronomy & Astrophysics · DOI: 10.1051/0004-6361/202658883

การสำรวจที่สร้างมาเพื่อหาของหายาก เพิ่งพบมันเป็นชุด

Quasar คือหลุมดำมวลยิ่งยวดที่ถูกจับได้ขณะกำลังกินสสาร สว่างจ้าขณะกลืนก๊าซจนสามารถสว่างกว่ากาแล็กซีเจ้าบ้านทั้งกาแล็กซีได้ เพราะมันเป็นหนึ่งในแหล่งกำเนิดแสงต่อเนื่องที่สว่างที่สุดในเอกภพ ควาซาร์ จึงทำหน้าที่เหมือนไฟสัญญาณ: ถ้าหาได้ไกลพอ แสงของมันจะกลายเป็นตะเกียงที่ถือไว้ด้านหลังปริภูมิหลายพันล้านปีซึ่งแสงต้องเดินทางผ่าน

Quasar ที่ไกลที่สุด — แสงของมันออกเดินทางตอนเอกภพอายุน้อยกว่าหนึ่งพันล้านปี — ก็หายากที่สุดด้วย ก่อนกล้องโทรทรรศน์อวกาศ Euclid เริ่มการสำรวจหลัก มี ควาซาร์ ที่ยืนยันแล้วเพียงราวเก้าดวงเหนือ เรดชิฟต์ 7 เป็นจำนวนที่สะสมช้า ๆ ตั้งแต่การค้นพบดวงแรกแบบนี้ในปี 2011

ในบทความใหม่ใน *Astronomy & Astrophysics* Euclid Collaboration รายงาน ควาซาร์ ใหม่ 31 ดวงที่ เรดชิฟต์ 6.6–7.8 พบจากเพียงปีครึ่งแรกของการสำรวจ สิบสองดวงอยู่ที่ เรดชิฟต์ 7 หรือสูงกว่า การรันช่วงต้นเพียงครั้งเดียวนี้ทำให้ประชากรที่รู้จักในเรดชิฟต์ ระดับนั้นมากกว่าสองเท่า นี่คือเรื่องพลังของ survey และควรพูดให้แม่นว่ามันหมายถึงอะไร — และไม่หมายถึงอะไร



พื้นที่ Euclid Wide Survey ที่ครอบคลุมแล้ว (สีเบจ) เทียบกับ footprint เต็มที่วางแผนถึงปี 2030 (สีฟ้าอมเขียว) พร้อม ควาซาร์เรดชิฟต์สูงที่ค้นพบใหม่ 31 ดวงทำเครื่องหมายสีแดง ทั้งหมดมาจากเพียงส่วนแรกของ survey ที่ออกแบบให้ทำแผนที่ราว 14,000 ตารางองศา — เรื่องพลังของ survey ในภาพเดียว

D. Yang et al. / Euclid Collaboration / Astronomy & Astrophysics CC BY 4.0

ก่อน Euclid มี ควาซาร์ ที่รู้จักเหนือ เรดชิฟต์ 7 ราว 9 ดวง (2011–2024) การรันช่วงต้นครั้งนี้เพิ่มอีก 12 ดวง — ทำให้คำว่า “เพิ่มเป็นสองเท่า” เห็นเป็นตัวเลขจริง แม้ตัวอย่างทั้งหมดยังเล็ก

Original diagram — The Clean Paper CC BY 4.0

ทำไม ควาซาร์ ที่ไกลขนาดนี้คุ้มกับความลำบาก

Redshift วัดว่าการขยายตัวของเอกภพยืดแสงของแหล่งกำเนิดมากแค่ไหนระหว่างเดินทางมาหาเรา; เรดชิฟต์ สูงกว่าหมายถึงแสงเก่ากว่าและเอกภพยุคต้นกว่า ที่ เรดชิฟต์ 7 เรากำลังมองย้อนกลับไปยังเวลาน้อยกว่าหนึ่งพันล้านปีหลัง Big Bang ใกล้ปลาย epoch of reionization เมื่อวัตถุส่องสว่างรุ่นแรกกำลังไอออไนซ์หมอก hydrogen เป็นกลางที่เติมเต็มอวกาศยุคแรก

Redshift คืออะไร และทำไมมันเป็นทั้งระยะทางและนาฬิกา

ถ้าคำศัพท์นี้ใหม่: *เรดชิฟต์* คือระดับที่แสงจากแหล่งกำเนิดถูกยืดไปยังความยาวคลื่นที่ยาวและแดงขึ้นเมื่อมาถึงเรา มีสองเหตุผลที่ทำให้ตัวเลขเดียวนี้มีประโยชน์มาก อย่างแรก แสงเดินทางด้วยความเร็วคงที่ ดังนั้นสิ่งที่ไกลกว่าก็ถูกเห็นในอดีตนานกว่า — มองลึกเข้าไปในอวกาศก็คือมองย้อนเวลา อย่างที่สอง เพราะเอกภพขยายตลอดการเดินทางของแสง ยิ่งเดินทางนาน แสงยิ่งถูกยืด ดังนั้น เรดชิฟต์ ใหญ่หมายถึงแสงที่ออกเดินทางเร็วกว่า จากไกลกว่า ตอนเอกภพอายุน้อยกว่า Redshift 7 ในที่นี้คือแสงจากช่วงน้อยกว่าหนึ่งพันล้านปีหลัง Big Bang — ต่ำกว่าหนึ่งในสิบของอายุเอกภพปัจจุบันมาก

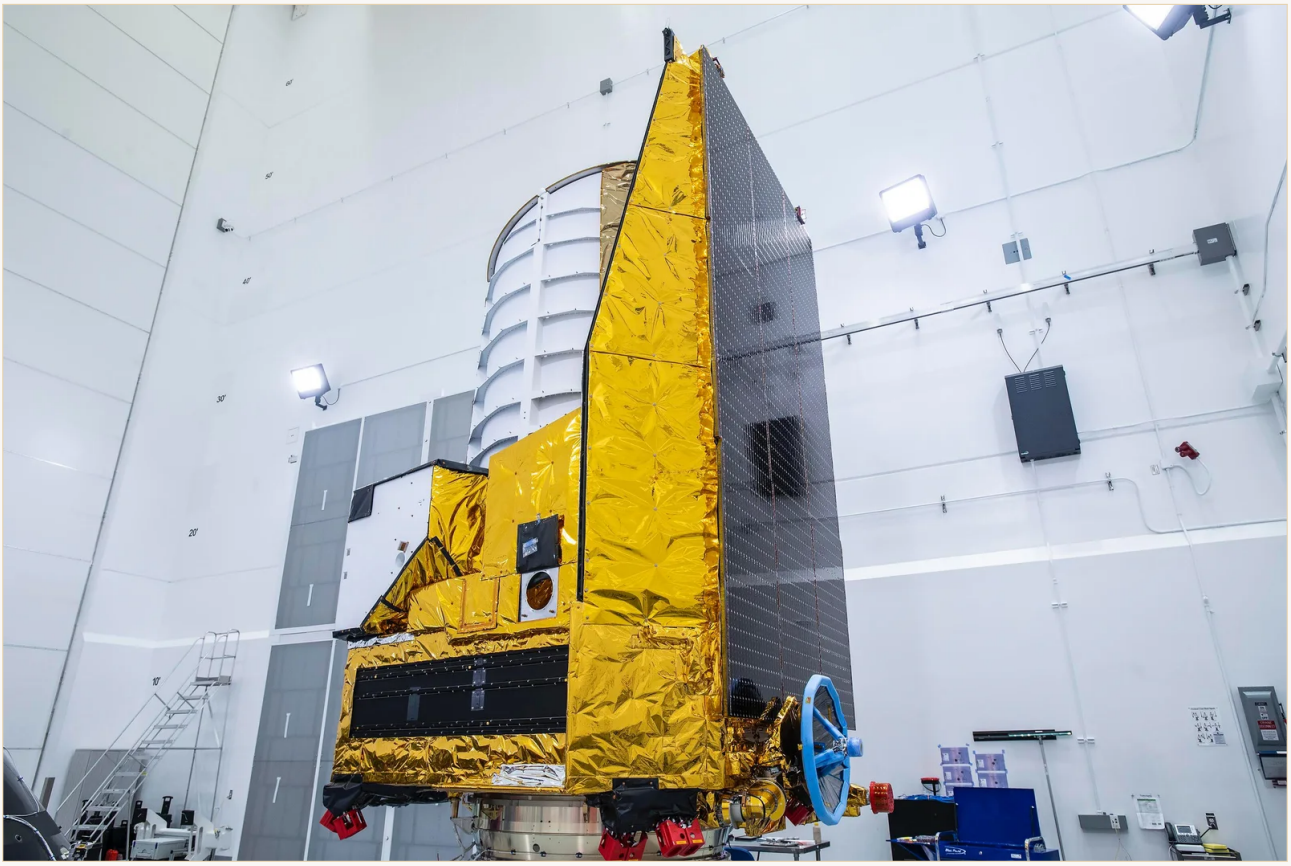
Quasar จากยุคนี้มีประโยชน์ด้วยเหตุผลแยกกันสองอย่าง อย่างแรก ทุกดวงมีหลุมดำมวลหลายร้อยล้านถึงหลายพันล้านเท่าดวงอาทิตย์อยู่แล้ว การสร้างอะไรที่หนักขนาดนั้นเร็วขนาดนี้เป็นเรื่องยาก: ภายใต้ขีดจำกัดปกติว่าหลุมดำ accrete ได้เร็วเพียงใด มีเพียง “seed” ที่เริ่มต้นมวลค่อนข้างสูงเท่านั้นที่มีเวลาพอจะโตถึงมวลเหล่านี้ในไม่กี่ร้อยล้านปีที่มีอยู่ ดังนั้นเพียงการมีอยู่และ

จำนวนประชากรของวัตถุเหล่านี้ก็จำกัดแบบจำลองว่าหลุมดำมวลยิ่งยวดรุ่นแรกก่อตัวและโตอย่างไร อย่างที่สอง แสง ควาซาร์ที่ผ่าน intergalactic medium รอบตัวเก็บรอยประทับว่าก๊าซนั้นยังเป็นกลางมากแค่ไหน ทำให้ ควาซาร์ แต่ละดวงเป็น probe ของ reionization เอง

ปัญหาคือมันหายากและจับยากอย่างยิ่ง ที่ เรดชิฟต์ เหล่านี้ คุณลักษณะ แข็งแรงที่สุดของ ควาซาร์ คือ Lyman-alpha break ถูกยืดออกจาก optical เข้า near-infrared จึงต้องใช้ภาพ near-infrared ที่ลึกครอบคลุมพื้นที่กว้างเพื่อหา — ประมาณหนึ่ง ควาซาร์ต่อหนึ่งร้อยตารางองศาที่ระดับความสว่างที่เกี่ยวข้อง ความลึก *และ* กว้างใน near-infrared จากพื้นโลก เป็นส่วนผสมที่ยากจนแทบเป็นข้อห้ามมานาน ช่องว่างนี้คือสิ่งที่ Euclid ถูกสร้างมาปิด

Euclid ทำอะไรจริง

Euclid เป็นกล้องโทรทรรศน์อวกาศขนาด 1.2 เมตร ทำ survey หกปีที่ออกแบบให้ทำแผนที่ท้องฟ้าราว 14,000 ตารางองศาทั้ง optical และ near-infrared การอยู่เหนือบรรยากาศทำให้มันไปได้ลึกบน field กว้างในแบบที่ near-infrared survey จากพื้นโลกสู้ไม่ได้ บทความนี้ใช้ข้อมูลที่ไหลเข้ามาในราวปีครึ่งแรกของ survey — ประมาณ 3,000 ตารางองศาที่สังเกตระหว่างกุมภาพันธ์ 2024 ถึงสิงหาคม 2025



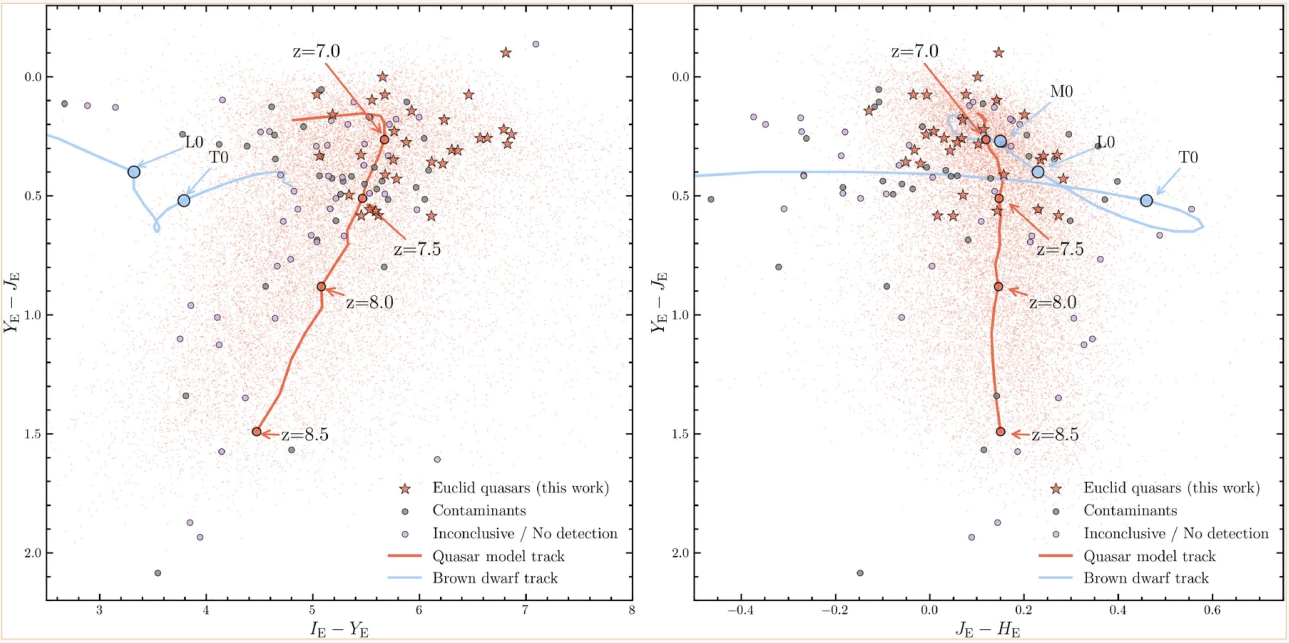
ยาน Euclid ใน cleanroom ก่อนปล่อย กล้อง 1.2 เมตรมองท้องฟ้าผ่านส่วนบนของกระบอกสีขาว; จากเหนือบรรยากาศ กล้อง near-infrared มุมกว้างเข้าถึงความลึกบนพื้นที่ใหญ่ที่การค้นหาจากพื้นโลกเทียบไม่ได้

ESA / NASA Science fair-use

การหาเข็ม 31 เล่มในกองฟางนี้ไม่ใช่แค่ “มองหา” ทีมสร้าง โฟโตเมทรี เฉพาะ แล้วรันทั้งแมชชีนเลิร์นนิง และตัวจำแนกเชิงความ

น่าจะเป็น หลายแบบ — แบบจำลองความหนาแน่นแบบ extreme deconvolution, ตัวจำแนกแบบ gradient boosting และการฟิตแม่แบบ — เพื่อประมาณสำหรับแหล่งจุดจาง ๆ แต่ละแหล่งว่าเป็น ควาซาร์เรดชิฟต์ สูง มากกว่าจะเป็น วัตถุปนเปื้อน ที่มีจำนวนมากกว่าอย่างมหาศาล โดยเฉพาะ ดาวแคระน้ำตาล เย็นซึ่งมีสีเลียนแบบ ควาซาร์ ไกล Candidate ถูก cross-check ระหว่างวิธี ตรวจด้วยตา และจัดลำดับสำหรับ การติดตามผล ภาพของ Euclid ใช้คัด candidate; การยืนยันมาจาก spectrum ที่ถ่ายด้วยกล้องโทรทรรศน์พื้นโลกขนาดใหญ่ — รวม Magellan และ Large Binocular Telescope — ซึ่งแยกแสงละเอียดพอจะเห็น break และ emission line ที่เป็นลายเซ็น

ขั้นยืนยันนี้ยังเป็นงานระหว่างดำเนินการอย่างเปิดเผย Spectroscopic การติดตามผล ยังไม่เสร็จและตามคำของงานเองยังไม่ถึง completeness เต็ม โดยเฉพาะท้องฟ้าฝั่งใต้ สำหรับ candidate ที่ การติดตามผล แล้วแต่ไม่กลายเป็นหนึ่งใน 31 ควาซาร์ยืนยัน บทความแจกแจงตรง ๆ: หลายตัวเป็น วัตถุปนเปื้อน (ส่วนใหญ่น่าจะ ดาวแคระน้ำตาล) บางตัวสรุปไม่ได้ และบางตัวไม่พบสัญญาณ การได้ ควาซาร์ ยืนยันเป็นชุดคือพาดหัว; บัญชีเต็มว่าการคัดเลือกจับอะไรและพลาดอะไรจะอยู่ในงานถัดไป



แผนภาพ สี–สี: Euclid แยก ควาซาร์ ไกลจาก ดาวแคระน้ำตาล ใกล้อย่างไร แต่ละแกนแสดงความต่างของความสว่างวัตถุใน ฟิลเตอร์ Euclid สองช่วง จึงจับ “สี” ของแสงมากกว่าความสว่าง เส้นแดงตามตำแหน่งที่คาดว่า ควาซาร์เรดชิฟต์ สูงจะอยู่ (label ตั้งแต่ เรดชิฟต์ 7.0 ถึง 8.5); เส้นฟ้าอ่อนตาม ดาวแคระน้ำตาล เย็น — ตัวปลอมหลัก — label จากชนิด M0 ถึง T0 Quasar ใหม่ 31 ดวง (ดาวแดง) เรียงตาม track ควาซาร์; วัตถุปนเปื้อน ยืนยันแล้ว (เทา) กับ candidate ที่สรุปไม่ได้หรือไม่พบ (ม่วง) อยู่ห่างออกมา ตรงที่สอง track วิ่งใกล้กัน สีเพียงอย่างเดียวตัดสินไม่ได้ — นี่คือเหตุผลที่ ควาซาร์ ทุกดวงยังต้องมี spectroscopic confirmation

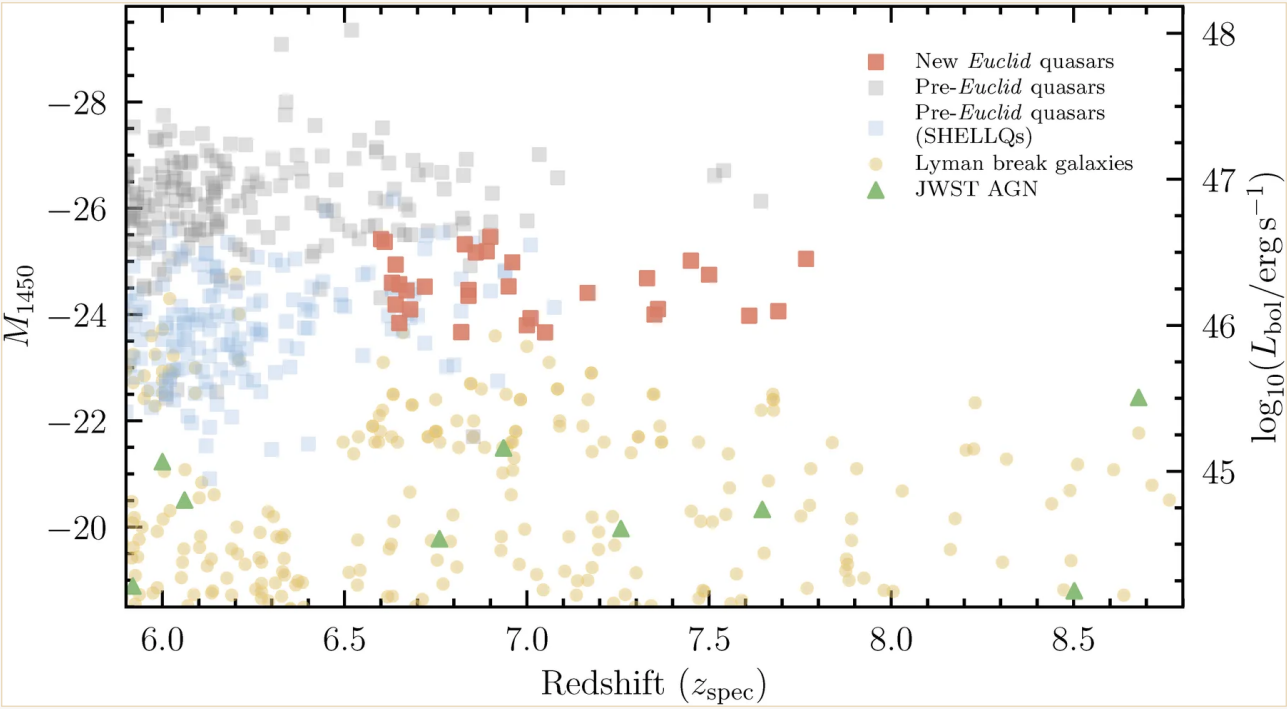
D. Yang et al. / Euclid Collaboration / Astronomy & Astrophysics CC BY 4.0

สถิติที่ควรรักษาสัดส่วน

หนึ่งใน 31 ดวง ชื่อ catalog EUCL J1729+6410 อยู่ที่ เรดชิฟต์ ประมาณ 7.77 และตอนนี้เป็น ควาซาร์ ไกลที่สุดที่รู้จัก นี่เป็นสถิติจริง และควรบอกตรง ๆ ว่าก้าวใหญ่แค่ไหน ตลอดสองทศวรรษของการค้นหาเฉพาะทาง frontier ถูกดันมาถึงราว เรดชิฟต์ 7.5 โดยเจ้าของสถิติก่อนหน้าอยู่ราว 7.64 การขยับไป 7.77 เป็นความก้าวหน้าจริงแต่เพิ่มทีละน้อย — งานคำนวณว่าเพิ่ม เรดชิฟต์ ราว 0.13 หรือเวลาจักรวาลประมาณสิบห้าล้านปี เป็นการขยับ ไม่ใช่กระโดด

ตัวเลขที่มีผลมากกว่าคืออีกตัว: ทำให้ กลุ่มตัวอย่าง เหนือ เรดชิฟต์ 7 มากกว่าสองเท่าในการรันช่วงต้นครั้งเดียว เจ้าของสถิติเป็น

วัตถุหนึ่งดวง และวัตถุหนึ่งดวงคือ จุดข้อมูล แต่ประชากรที่โตเป็นสองเท่าและยังเพิ่ม คือสิ่งที่ให้คุณทำสถิติ — วัดว่าหลุมดำเหล่านี้พบบ่อยแค่ไหน สว่างแค่ไหน กระจุกตัวอย่างไร — และสถิติคือที่ที่วิทยาศาสตร์ของเอกภพยุคแรกอาศัยอยู่ Quasar ใหม่ส่วนใหญ่ยังค่อนข้างจางกว่าที่เคยพบก่อน Euclid ราวหนึ่งถึงสอง โชติมาตร ปลายจางเข้าถึงยากกว่าและมีค่าสำหรับการศึกษา reionization มากกว่า: ควาซาร์ จางสร้างฟอง ionized รอบตัวเล็กกว่า แสงจึง กลุ่มตัวอย่าง ก๊าซที่ยังเป็นกลางได้มากขึ้น



ตำแหน่งของ ควาซาร์ ใหม่: ความสว่างเทียบกับระยะจักรวาล แกนนอนคือ เรดชิฟต์ — ยิ่งขวายิ่งอยู่ต้นประวัติศาสตร์จักรวาล แกนตั้งคือ ความสว่าง ความสว่างอัลตราไวโอเลตแท้จริง ของแต่ละ ควาซาร์ ใช้ชื่อ M1450 บนกราฟ; convention เก่าของ โชติมาตร ดาราศาสตร์กลับทิศ จึงยิ่งสูงยิ่งสว่าง (scale ขวาบอกสิ่งเดียวกันเป็น กำลังส่องสว่าง รวมหรือ *โบโลเมตริก*) อ่านแบบนี้ กราฟคือ การสำรวจประชากร Quasar สว่างที่รู้จักก่อนหน้า (เทา) กระจุกที่ เรดชิฟต์ ต้ำกว่า; survey ที่ลึกกว่าอย่าง SHELLQs (ฟ้าอ่อน) ไปถึงวัตถุจางกว่าแต่ไม่ย้อนเวลาไปมากนัก Quasar Euclid ใหม่ 31 ดวง (แดง) ขยายประชากรสว่างไปถึง เรดชิฟต์ สูงสุด — ดวงขวาสุดคือเจ้าของสถิติ 7.77 — ขณะอยู่จางกว่า ควาซาร์ สว่างคลาสสิกราว 1–2 โชติมาตร ด้านล่างคือแดนที่ survey ลึกแต่แคบเท่านั้นไปถึง: ทะเลของ Lyman-break galaxy (เหลือง) และหลุมดำ accreting จาง ๆ ไม่กี่ตัวที่ JWST พบ (สามเหลี่ยมเขียว) ผลของ Euclid ปรากฏเป็นกลุ่มเฉพาะ — ควาซาร์ ค่อนข้างสว่าง ยุคต้นมาก ครอบคลุมพื้นที่กว้าง — เชื่อม กลุ่มตัวอย่าง สว่างเดิมไปยังประชากรจางที่ตอนนี้เครื่องมือซีเป้าเท่านั้นเข้าถึง

D. Yang et al. / Euclid Collaboration / Astronomy & Astrophysics CC BY 4.0

อะไรยังไม่แน่นอน

มี caveat สามข้อเดินทางมากับผลนี้ และงานระบุเองทุกข้อ

อย่างแรก นี่เป็นผลช่วงต้น ไม่ใช่การวัดสุดท้าย ผู้เขียนตั้งใจเลื่อนการวิเคราะห์สถิติเต็มของ selection function และประชากร ควาซาร์ ไปยังงานที่จะตามมา ข้อจำกัด กำลังส่องสว่าง function ที่นี่เป็น first look ไม่ใช่คำสุดท้าย

อย่างที่สอง วัตถุจางทุกตัวที่เรียกว่า “ควาซาร์” ยังไม่รับประกันว่าจะเป็น ควาซาร์ จริง ที่ปลายจาง บางวัตถุที่ระบุเป็น ควาซาร์ อาจเป็นกาแล็กซียุคต้นแบบ compact แทน โดยเฉพาะถ้าไม่มี Lyman-alpha line ที่ broaden ชัด ทีมตรวจเบื้องต้นว่าวัตถุสอดคล้องกับ point source มากกว่ากาแล็กซี extended แต่เรียกผลนี้เองว่า preliminary: near-infrared spectroscopy ลึกจาก JWST และ facility คล้ายกันจะตัดสินธรรมชาติจริงของวัตถุจางที่สุด

อย่างที่สาม ตัววัตถุจางและอยู่ใกล้ขีดที่ spectroscopy จากพื้นโลกจะ characterise ได้ การวัดมวลหลุมดำ สภาพแวดล้อม และบทบาทในเรื่อง reionization จะต้องใช้ JWST, ALMA และ NOEMA Euclid เก่งมากในการ *หา* วัตถุเหล่านี้; การศึกษารายละเอียดส่วนใหญ่ส่งไม้ต่อให้เครื่องมืออื่น

ทำไมจึงสำคัญ

คุณค่าของงานนี้คือประชากรศาสตร์ ตลอดทศวรรษแรก ๆ เอกภพหนึ่งพันล้านปีแรกให้ ควาซาร์ แก่นักดาราศาสตร์เพียงหยิบมือให้ใช้เหตุผล Euclid ในส่วนแรกของ survey เพิ่มมากพอเปลี่ยนจาก “รายชื่อ” เป็น “ตัวอย่าง” — และตาม forecast ก่อนปล่อยมันอยู่ในเส้นทางที่จะเพิ่มต่อ

เรื่องนี้สำคัญเพราะคำถามเปิดตรงนี้เป็นคำถามระดับประชากร หลุมดำโตใหญ่เร็วขนาดนั้นได้อย่างไร? ก๊าซระหว่างกาแล็กซี patchy และเป็นกลางแค่ไหนในเวลาต่าง ๆ? คำถามเหล่านี้ไม่ได้ตอบด้วยวัตถุ spectacular เพียงดวง แต่ตอบด้วยการนับ เปรียบเทียบ และทำแผนที่หลายดวง สิ่งที่ Euclid แสดงคือความสามารถสร้าง การสำรวจประชากร นี้ — รวมปลายจาง ซึ่งเชื่อมกับประชากรหลุมดำ accreting ชวนสงสัยที่ JWST กำลังพบในยุคเดียวกัน งานนี้ไม่ได้ไขว่าหลุมดำรุ่นแรกก่อตัวอย่างไร และไม่ได้วัด reionization ด้วยตัวเอง มันส่งวัตถุดิบจำนวนมากที่การวัดเหล่านั้นต้องใช้ และตั้ง frontier ชัดสำหรับ การติดตามผลที่กำลังทำอยู่

สรุป

ใช้ประมาณ 3,000 ตารางองศาแรกของ Euclid Wide Survey, Euclid Collaboration ค้นพบ ควาซาร์ ใหม่ 31 ดวงที่ เรดชิฟต์ 6.6–7.8 โดย 12 ดวงอยู่ที่ เรดชิฟต์ 7 หรือสูงกว่า — ทำให้ประชากรที่รู้จักที่นั้นมากกว่าสองเท่า — รวมหนึ่งดวงที่ เรดชิฟต์ 7.77 ซึ่งตอนนี้เป็น ควาซาร์ ไกลที่สุดที่บันทึกไว้ ความสำคัญอยู่ที่พลัง survey ที่พิสูจน์แล้วว่าสามารถหาวัตถุหายากและส่วนใหญ่จางเหล่านี้เป็นจำนวนมาก ไม่ใช่สถิติ เรดชิฟต์ ที่ขยับทีละน้อย ผลเป็น data release ระยะแรก: การวิเคราะห์สถิติเต็ม การยืนยัน spectroscopy จำนวนมาก และ characterization รายวัตถุยังรออยู่

ประเมินแบบไม่เกินจริง

งานวิจัยแสดงอะไร: Euclid Wide Survey ใน ~1.5 ปีแรกบน ~3,000 ตารางองศา หา ควาซาร์เรดชิฟต์ สูงได้ในจำนวนที่ survey ก่อนหน้าไม่เคยทำได้ — ยืนยัน 31 ดวงระหว่าง เรดชิฟต์ 6.6–7.8, 12 ดวงที่ เรดชิฟต์ 7 ขึ้นไป ทำให้จำนวนที่รู้จักตรงนั้นราวสองเท่า และดวงไกลที่สุดอยู่ที่ ~7.77

อะไรที่เป็นจริงแต่ไม่ใช่ประเด็นหลัก: สถิติ เรดชิฟต์ จริง แต่ frontier ขยับเพียงราว 0.13 — จากสถิติก่อนหน้าประมาณ 7.64 เป็น 7.77 หรือเวลาจักรวาลราวสิบห้าล้านปี พาดหัวที่อายุยืนกว่าคือ กลุ่มตัวอย่าง ที่เพิ่มเป็นสองเท่า ยังโต และจางผิดปกติ ไม่ใช่เจ้าของสถิติดวงเดียว

งานวิจัยไม่ได้แสดงอะไร: ไม่ได้ตอบว่าหลุมดำมวลยิ่งยวดรุ่นแรกก่อตัวอย่างไร หรือวัด reionization วัตถุเหล่านี้คือเครื่องมือสำหรับคำถามนั้น ไม่ใช่คำตอบ และยังไม่ใช่ การสำรวจประชากร ประชากรสุดท้าย — การวิเคราะห์สถิติเต็มถูกเลื่อนไปงานถัดไปอย่างชัดเจน

ข้อจำกัดหลักสำหรับผู้อ่านทั่วไป: spectroscopic การติดตามผล ยังไม่ครบ โดยเฉพาะท้องฟ้าฝั่งใต้; ผล กำลังส่องสว่าง

function preliminary; และวัตถุจางสุดบางตัวที่เรียก ควาซาร์ อาจกลายเป็นกาแล็กซียุคต้นจนกว่าจะมี spectroscopy ระดับ JWST ยืนยัน

ผู้อ่านทั่วไปควรมั่นใจแค่ไหน? สูงว่า Euclid เปลี่ยนสิ่งที่เราสามารถหาได้ใน เรดชิฟต์ เหล่านี้ และสูงต่อการยืนยันแบบ ผ่านการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ ของวัตถุที่สว่างกว่า ต่ำลงตาม framing ของผู้เขียนเองต่อจำนวนแม่นยำของประชากรปลายจาง และธรรมชาติของ candidate จางที่สุด — นี่คือผลแรก ไม่ใช่ข้อยุติ

แหล่งข้อมูล

D. Yang, J. F. Hennawi, F. Guarneri et al. (Euclid Collaboration), Astronomy & Astrophysics 711, A104 (2026), DOI 10.1051/0004-6361/202658883
https://doi.org/10.1051/0004-6361/202658883