

基礎演習

第2回 天文学入門 138億年の宇宙の歴史

メディア情報コース

平居 悠（ひらい ゆたか）

到達目標

- データ解析の基本的なスキルを身につける。
- 適切に文献を引用し、自分の意見を記述したレポートを作成できる。
- 調べてわかったことをわかりやすく他者にわかりやすく伝えることができる。

前回

- 第1回 授業の概要、自己紹介 (4/13)
- 第2回 天文学入門 138億年の宇宙の歴史 (4/20)
- 第3回 図書館ツアー、データベース検索 (4/27)
- 第4回 データ解析基礎 (1) プログラミング言語python入門 (5/11)
- 第5回 データ解析基礎 (2) 基本的統計量 (5/18)
- 第6回 データ解析実習 (1) 図の作成 (5/25)
- 第7回 データ解析実習 (2) データの解釈 (6/1)
- 第8回 レポートの作成 (1) 文章の読み方と要約、レポートの構成と表現 (6/8)
- 第9回 レポートの作成 (2) 著作権 (6/15)
- 第10回 プレゼンテーションの方法 (6/22)
- 第11回 発表準備 (1) 発表資料の作成 (6/29)
- 第12回 発表準備 (2) 発表練習 (7/6)
- 第13回 発表会 (7/13)

前回の内容

自己紹介
基礎演習で学ぶこと
キャンパスツアー

高校と大学の学びの違い

	高校	大学
学びのスタイル	教科書に沿って勉強	自分で課題を見つける
時間割	決まった時間割	自分だけの時間割
先生	教員免許を持った先生	各分野の専門家

アカデミック・スキル

読む力

批判的に文献を読む

書く力

論理的に文章をまとめる

発信する力

他者にわかりやすく発表する

基礎演習で学ぶこと

図書館の使い方

グループワークの進め方

意見の述べ方

レポートの書き方

今回

- 第1回 授業の概要、自己紹介 (4/13)
- 第2回 天文学入門 138億年の宇宙の歴史 (4/20)
- 第3回 図書館ツアー、データベース検索 (4/27)
- 第4回 データ解析基礎 (1) プログラミング言語python入門 (5/11)
- 第5回 データ解析基礎 (2) 基本的統計量 (5/18)
- 第6回 データ解析実習 (1) 図の作成 (5/25)
- 第7回 データ解析実習 (2) データの解釈 (6/1)
- 第8回 レポートの作成 (1) 文章の読み方と要約、レポートの構成と表現 (6/8)
- 第9回 レポートの作成 (2) 著作権 (6/15)
- 第10回 プレゼンテーションの方法 (6/22)
- 第11回 発表準備 (1) 発表資料の作成 (6/29)
- 第12回 発表準備 (2) 発表練習 (7/6)
- 第13回 発表会 (7/13)

今回の目標

恒星の進化や銀河系の構造について説明できるようになる。

今回の内容

天文学研究の歴史

恒星の性質と進化

銀河系と宇宙の構造

身近な天体現象

私たちが見ることのできる宇宙の現象をグループで4つ挙げてみましょう。

**酒田市副市長
安川智之氏**

**東北大学大学院理学研
究科天文学専攻修士課
程修了**



今回の内容

天文学研究の歴史

恒星の性質と進化

銀河系と宇宙の構造

古代の宇宙像—天動説

地球が宇宙の中心



クラウディオス・ プトレマイオス

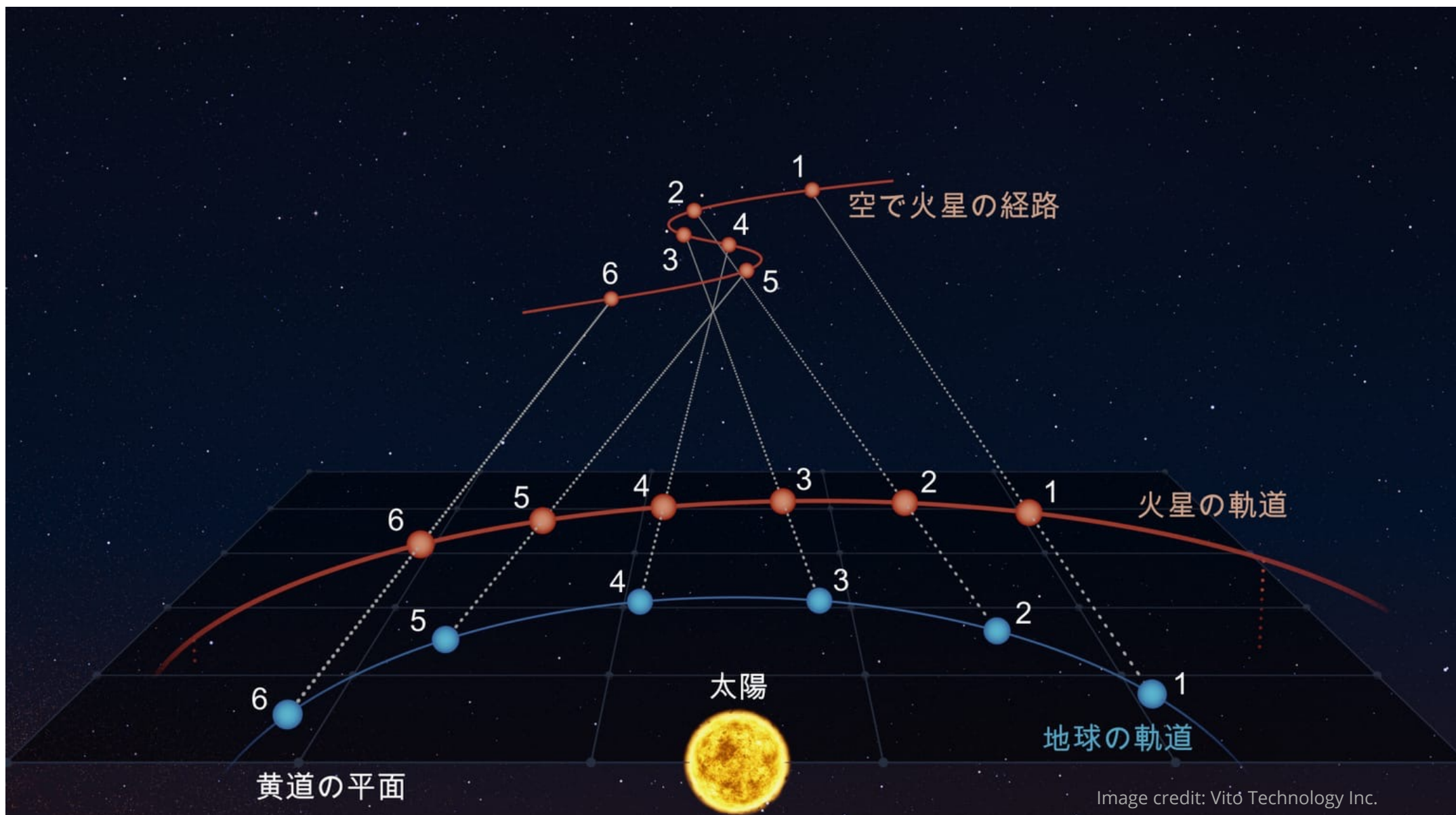
(83～168年頃)

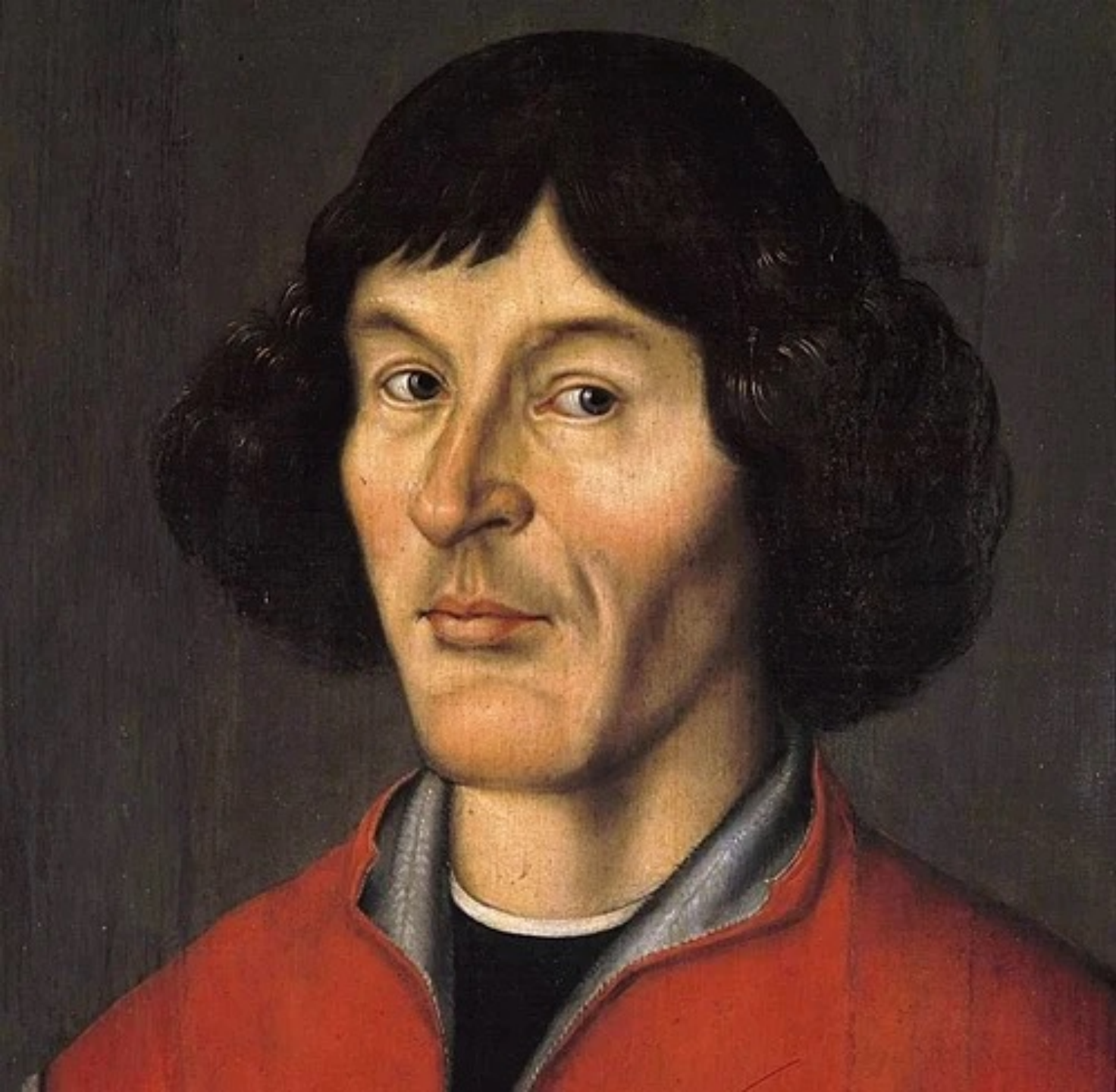
アリストテレスやヒッパ
ルコスらが展開していた
天動説宇宙観を著書

『アルマゲスト』
にまとめた



天動説の困難—惑星の逆行運動





ニコラウス・コペルニクス

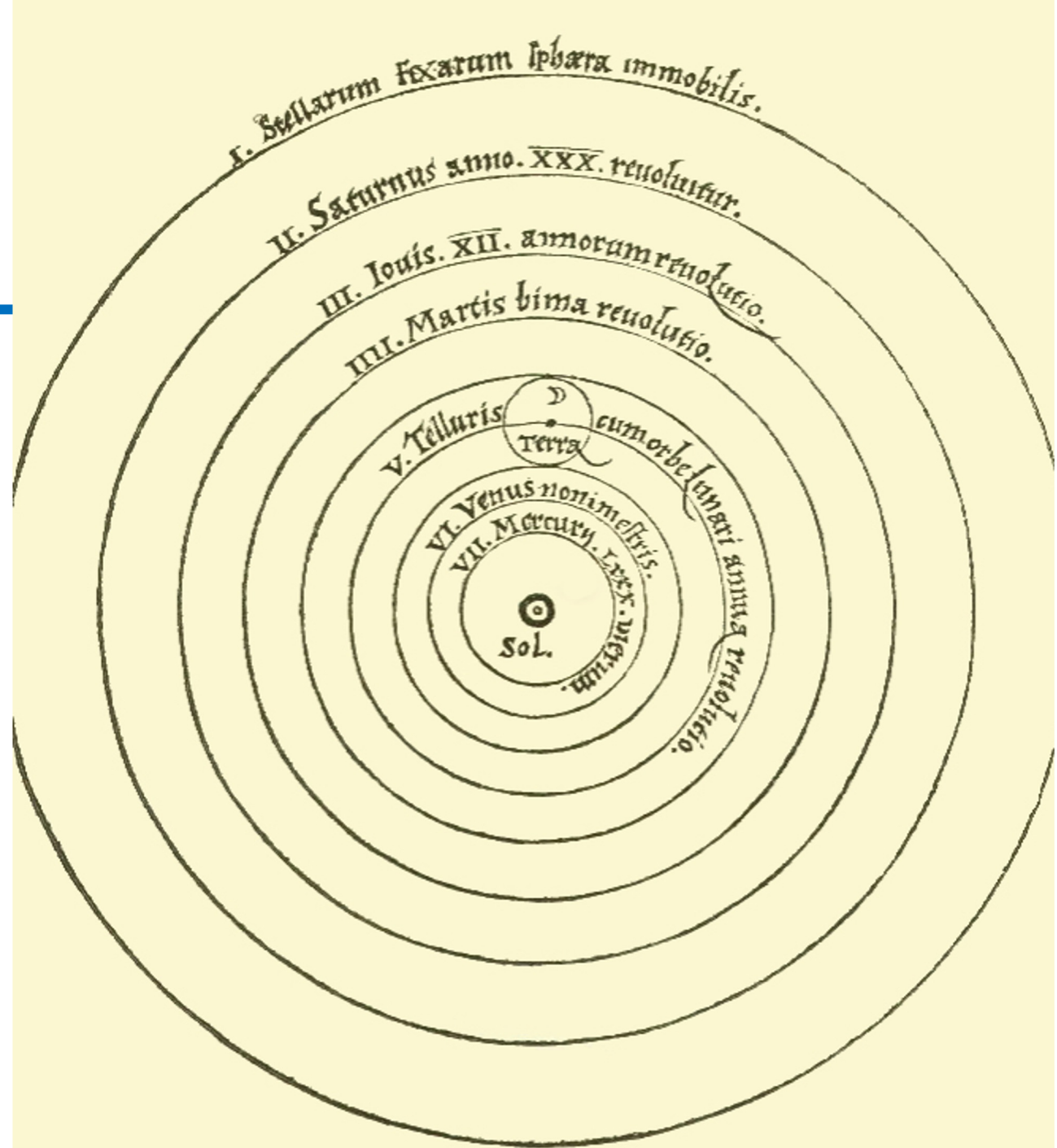
(1473～1543年)

『天球の回転について』

惑星の複雑な動きは宇宙の中心を太陽にすることで説明可能

地動説

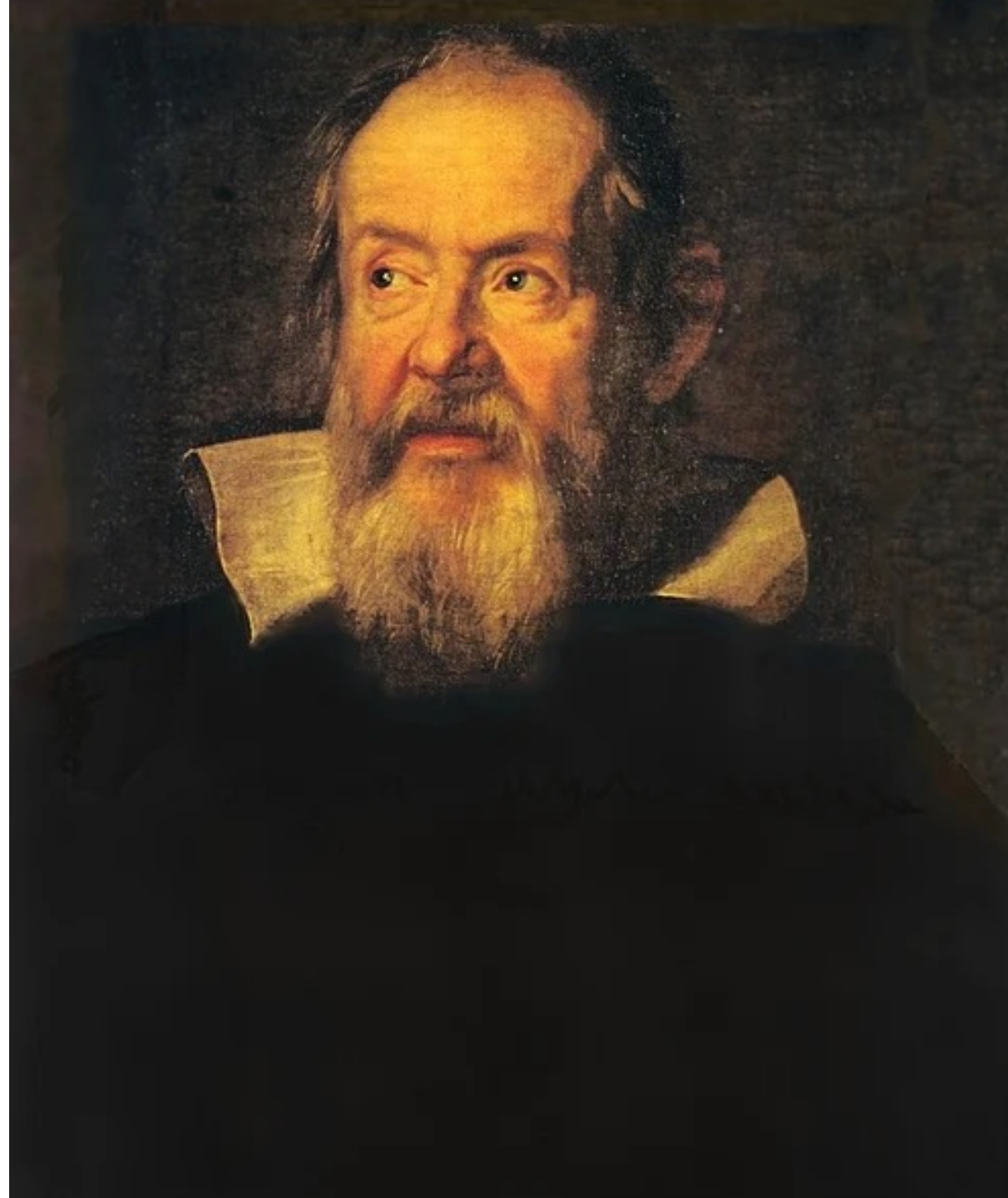
太陽が宇宙
の中心



ガリレオ・ガリレイ

(1564～1642年)

望遠鏡で天の川、月、
木星などを観測
地動説を支持





<p>7</p> <p>* * ○ *</p>	<p>17</p> <p>* * ○</p>
<p>8</p> <p>○ * * *</p>	<p>18</p> <p>* ○ *</p>





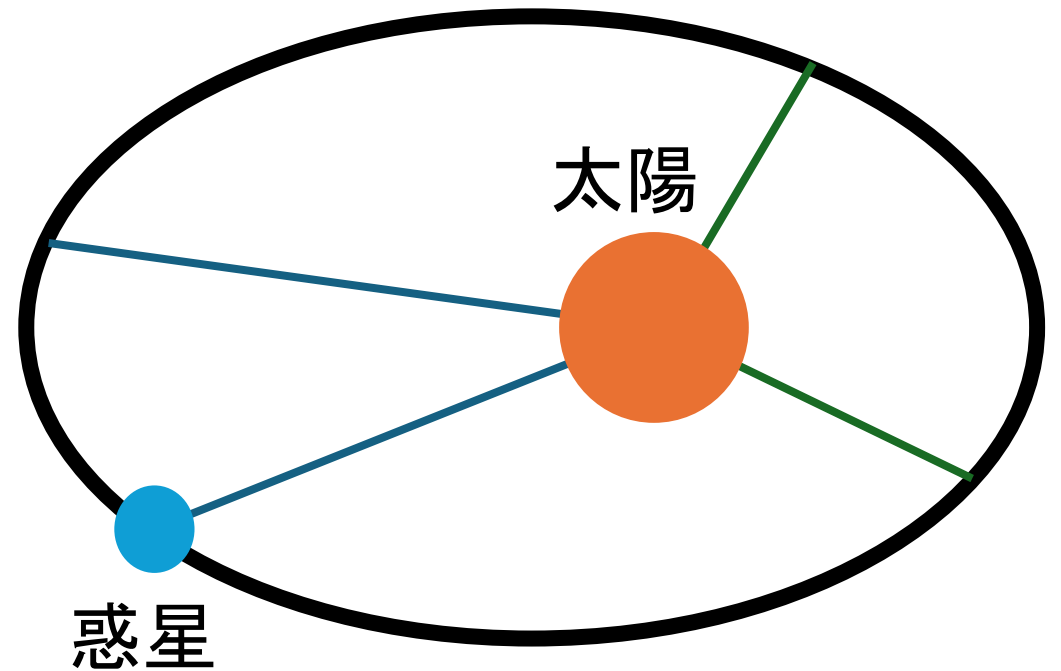
ヨハネス・ケプラー

(1571～1630年)

ティコ・ブラーエの観測資料を解析し、惑星の運動法則を発見

ケプラーの法則

1. 惑星の運動は太陽を1焦点とする楕円
2. 太陽と惑星とを結ぶ動径の掃く面積速度は一定
3. 惑星の公転周期の2乗は太陽からの平均距離の3乗に比例





ウィリアム・ハーシェル (1738～1822年)

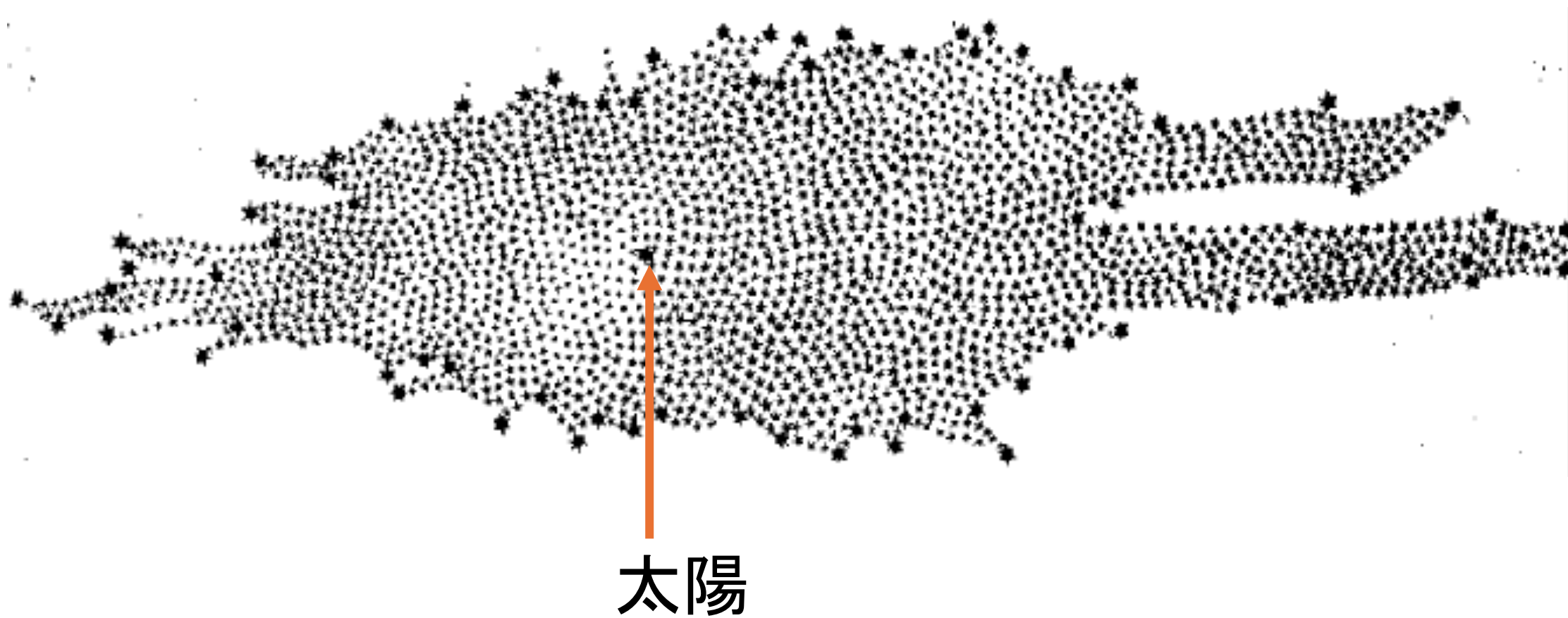
天王星の発見

土星の衛星の発見

天の川の構造の研究

など

ハーシエルの天の川

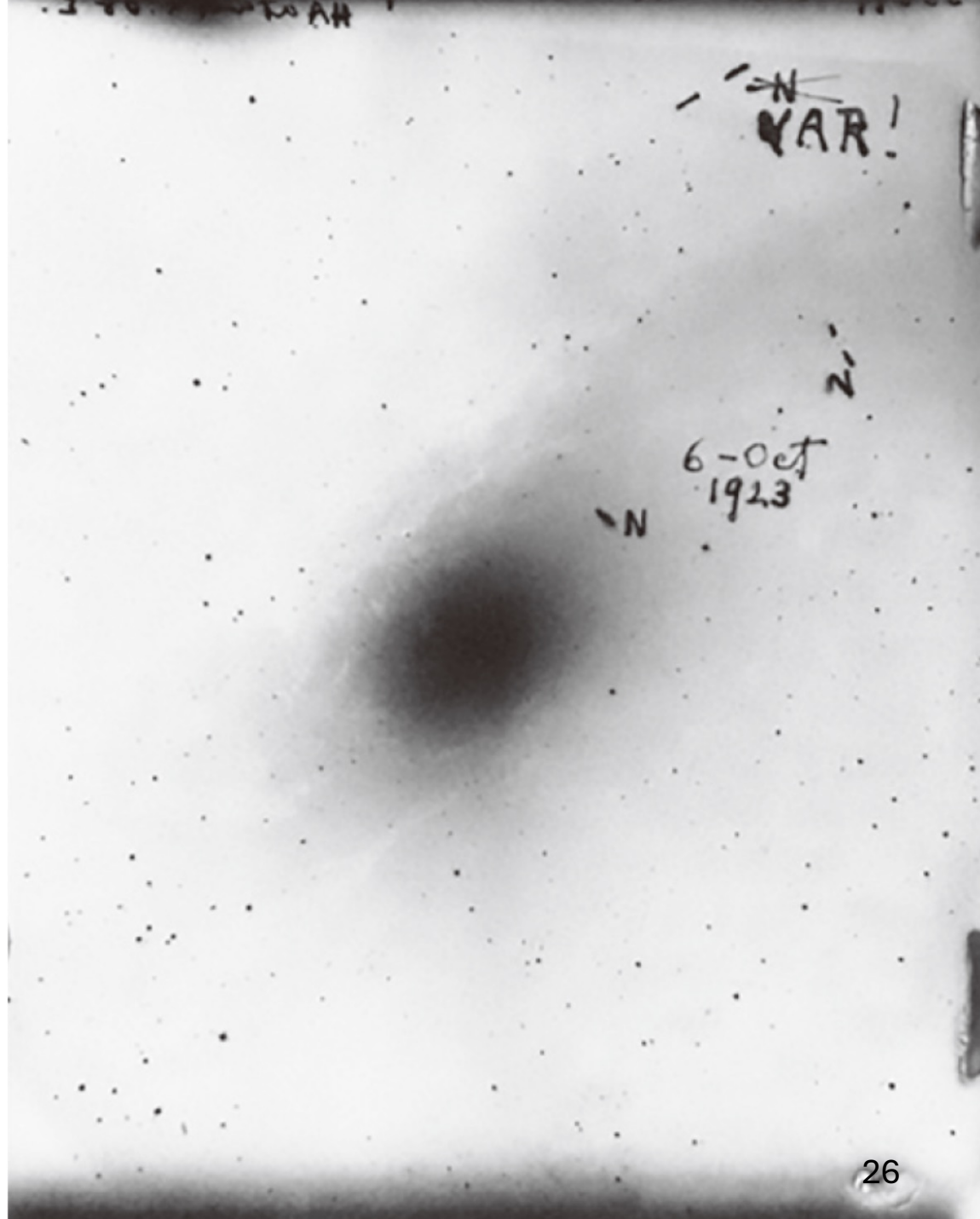
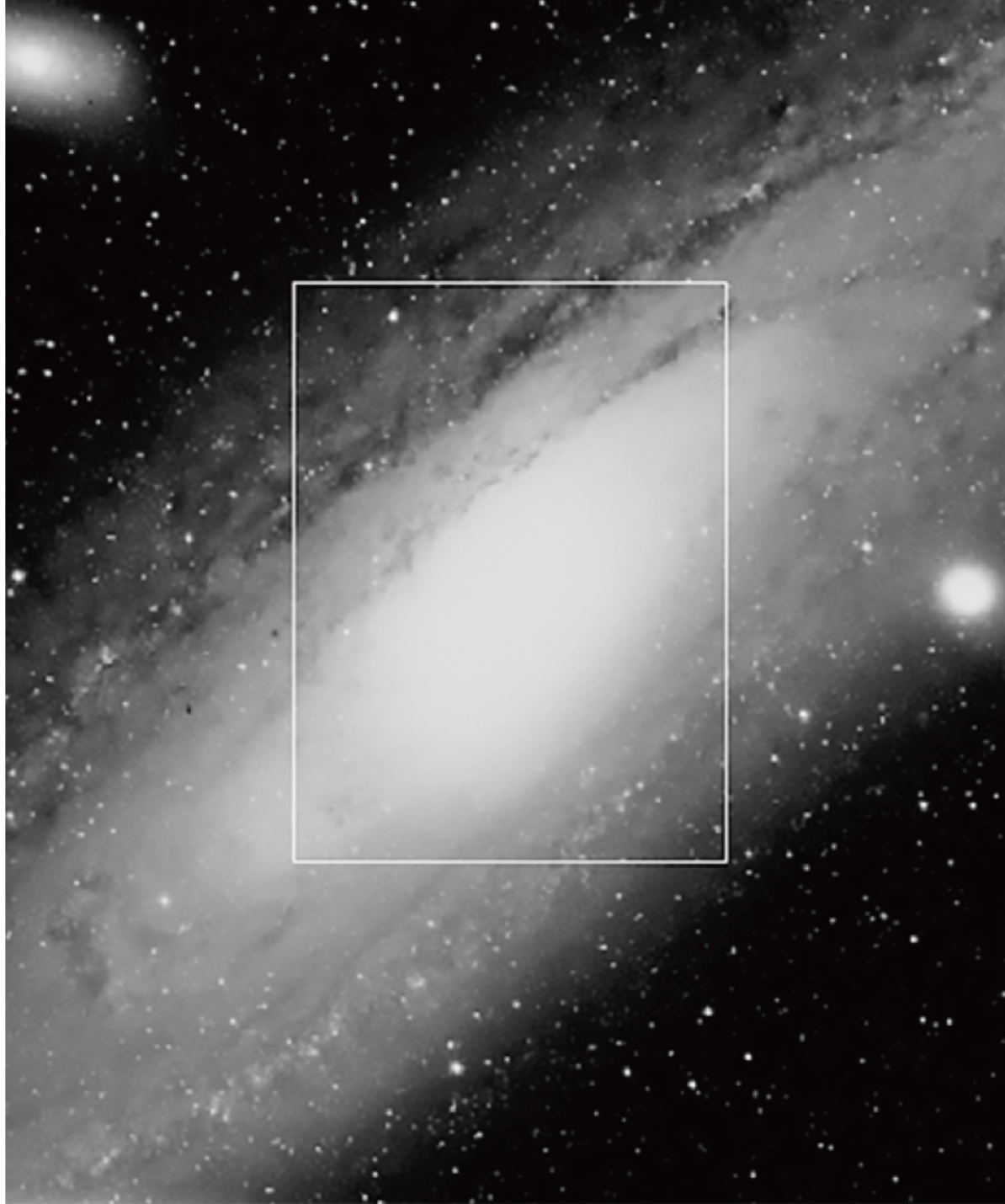




エドウィン・ハッブル

(1889～1953年)

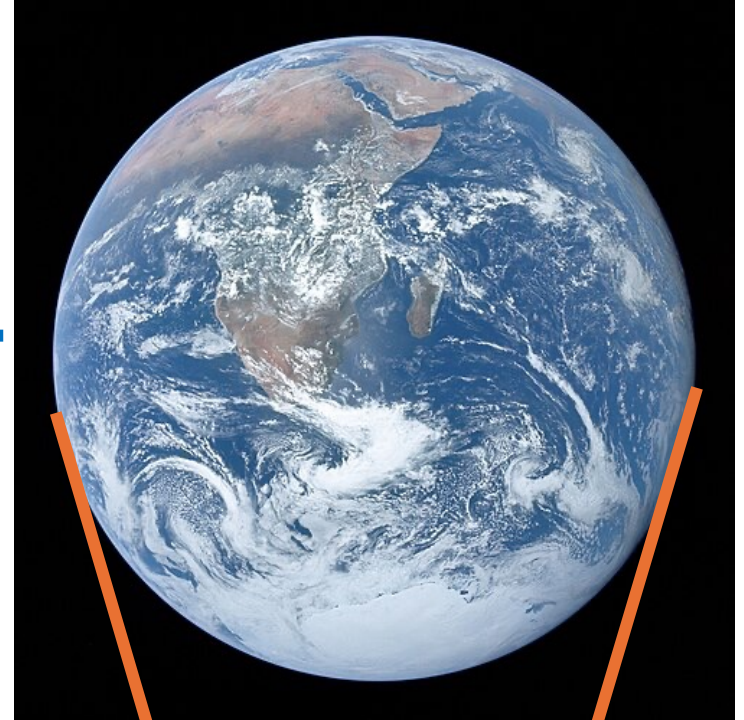
宇宙膨張の証拠の発見
銀河の形態分類



宇宙の大きさを実感し
てみよう！

月までの距離

地球をサッカーボールくらいに縮小すると、月までの距離は？





太陽

水星

金星

東北電機鉄工
大浜

本間美術館

日和山公園

酒田市

宮野浦

ドコモショップ酒田みずほ店

亀ヶ崎

東酒田

酒田市美術館

土門拳写真美術館

スバル東北(株)酒田店

イオン酒田南店



太陽
火星

木星

土星

天王星

海王星

月山

仙台市

酒田市

庄内町

三川町

鶴岡市

真室川町

金山町

鮭川村

新庄市

最上町

戸沢村

大蔵村

舟形町

山形県

大石田町

尾花沢市

宮城県

加美町

大崎市

美里町

涌谷町

村山市

西川町

河北町

東根市

寒河江市

天童市

朝日町

山辺町

山形市

大衡村

大和町

富谷市

大郷町

松島町

利府町

塩竈市

多賀城市

村上市

一関市

東北本線

左沢線

山形新幹線

新幹線

一番近い恒星までの距離は？

プロキシマ・ケンタウリ

4.2光年 = 40兆 km

地球をサッカーボール大と
しても100万 km!



今回の内容

天文学研究の歴史

恒星の性質と進化

銀河系と宇宙の構造

星の分類

- 恒星** : 内部で核融合反応を起こし、自ら光り輝く星 (例 : 太陽、ベテルギウス)。
- 惑星** : 恒星の周りを回る星。内部で核融合反応は起こさない (例 : 地球、火星)。
- 衛星** : 惑星の周りを回る星 (例 : 月、ガニメデ)。

恒星の分類

重い・
明るい

<https://gendai.media/articles/-/85372?page=3>

O, B



A



F



G



K



M



L, T, Y



代表的な星

スピカ
リゲル

ベガ
シリウス
デネブ

ポラリス
カノープス
プロキオン

太陽
ケンタウルス α
カペラ

ポルックス
アルクトゥルス
アルデバラン

アンタレス
ベデルギウス

ウミヘビ座
インディアン座 ϵ

寿命

1000万年～
1億年

4億年～
12億年

30億年

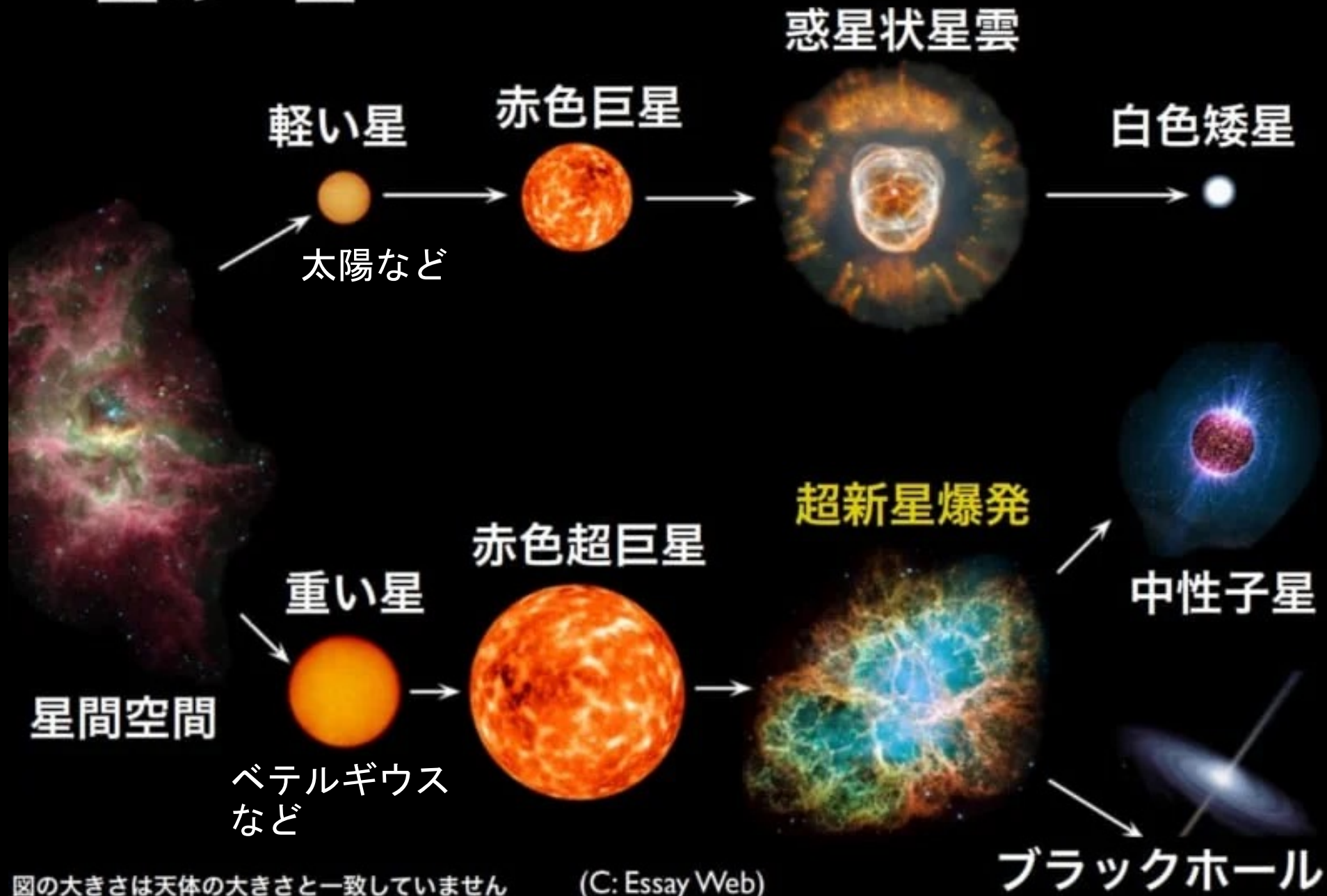
150億年

200億年～
1000億年

1000億～
10兆年

10兆年～
ほぼ無限

星の一生



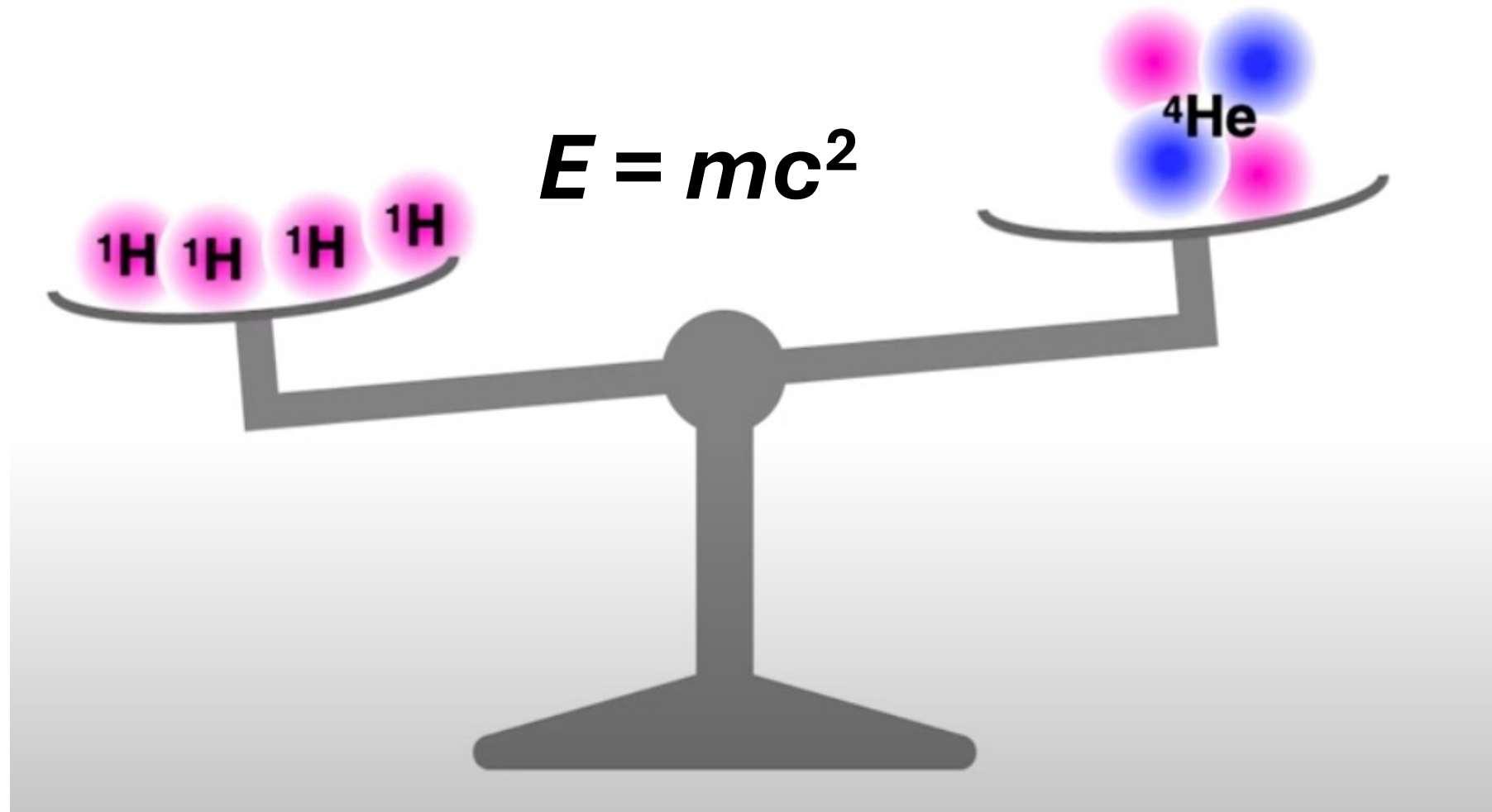
図の大きさは天体の大きさと一致していません

(C: Essay Web)

星はどうして輝くの？

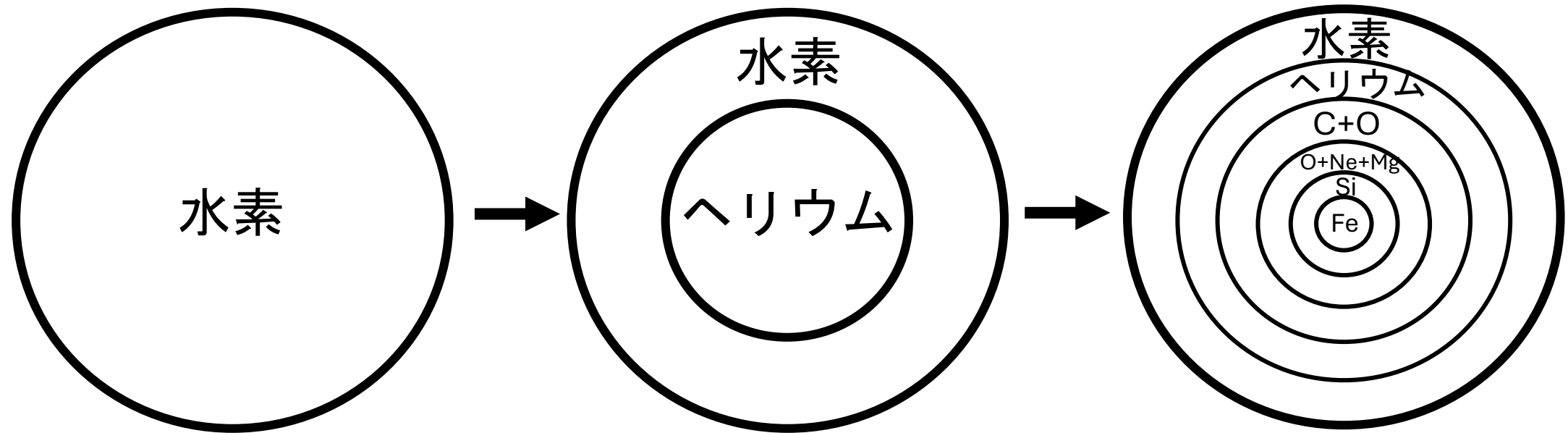
核融合反応

減った分の質量はエネルギーとして放出



星の元素合成

大質量星のたまねぎ構造

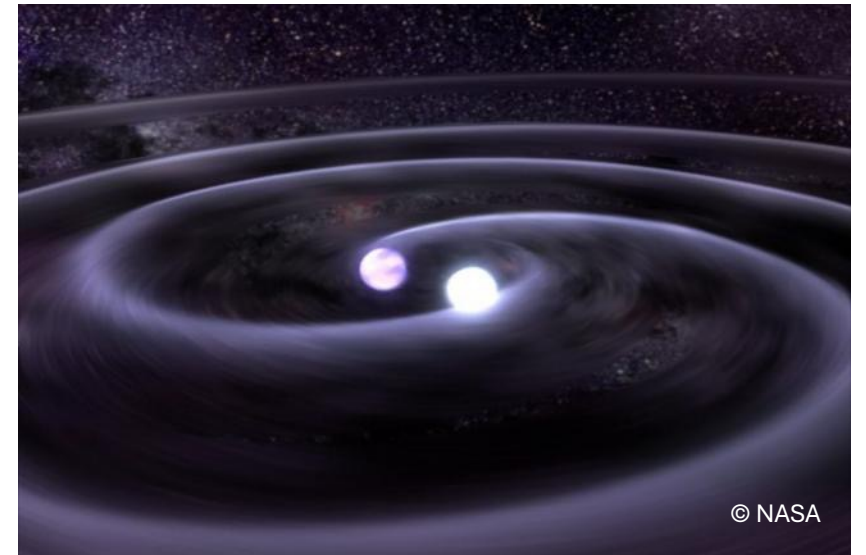


元素の起源

酸素、マグネシウム、ケイ素など
重い星の超新星爆発で放出（約1000万年）

鉄

重い星の超新星爆発
+ 軽い星の連星の超新星爆発
（Ia型超新星爆発、1億年以上）



元素の起源—私たちは星の子

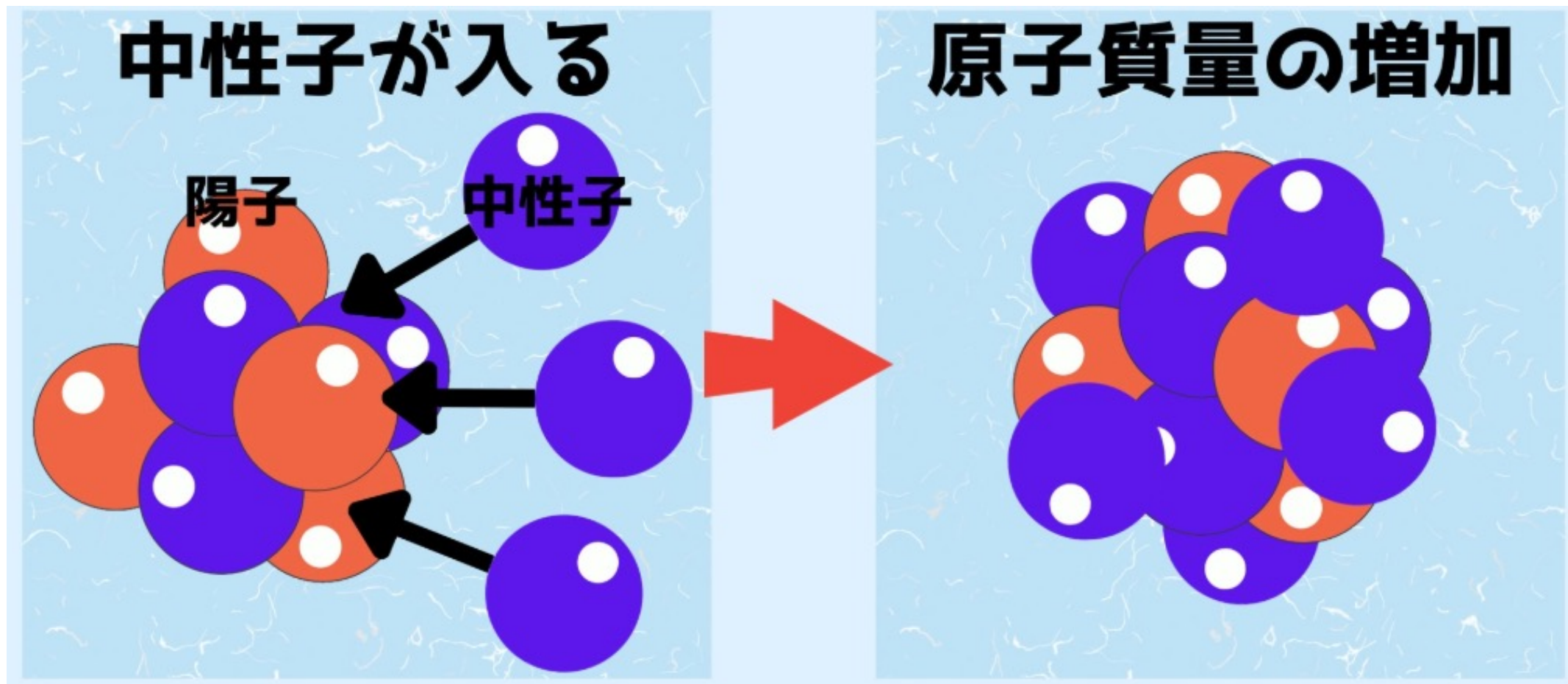


[口絵3] 元素の周期表 (a)

元素の一つひとつは原子番号と元素記号（元素名は (b) を参照）で表される。それぞれの元素がどのような天体でつくられたかを色分けして示してある。

金、プラチナ、レアアースの起源

中性子捕獲過程



中性子捕獲過程

	sプロセス	rプロセス
元素合成時間	100~1000年	1ミリ秒
起源天体	赤色巨星	連星中性子星合体、特殊な超新星
合成される元素	バリウム、鉛など	金、プラチナなど

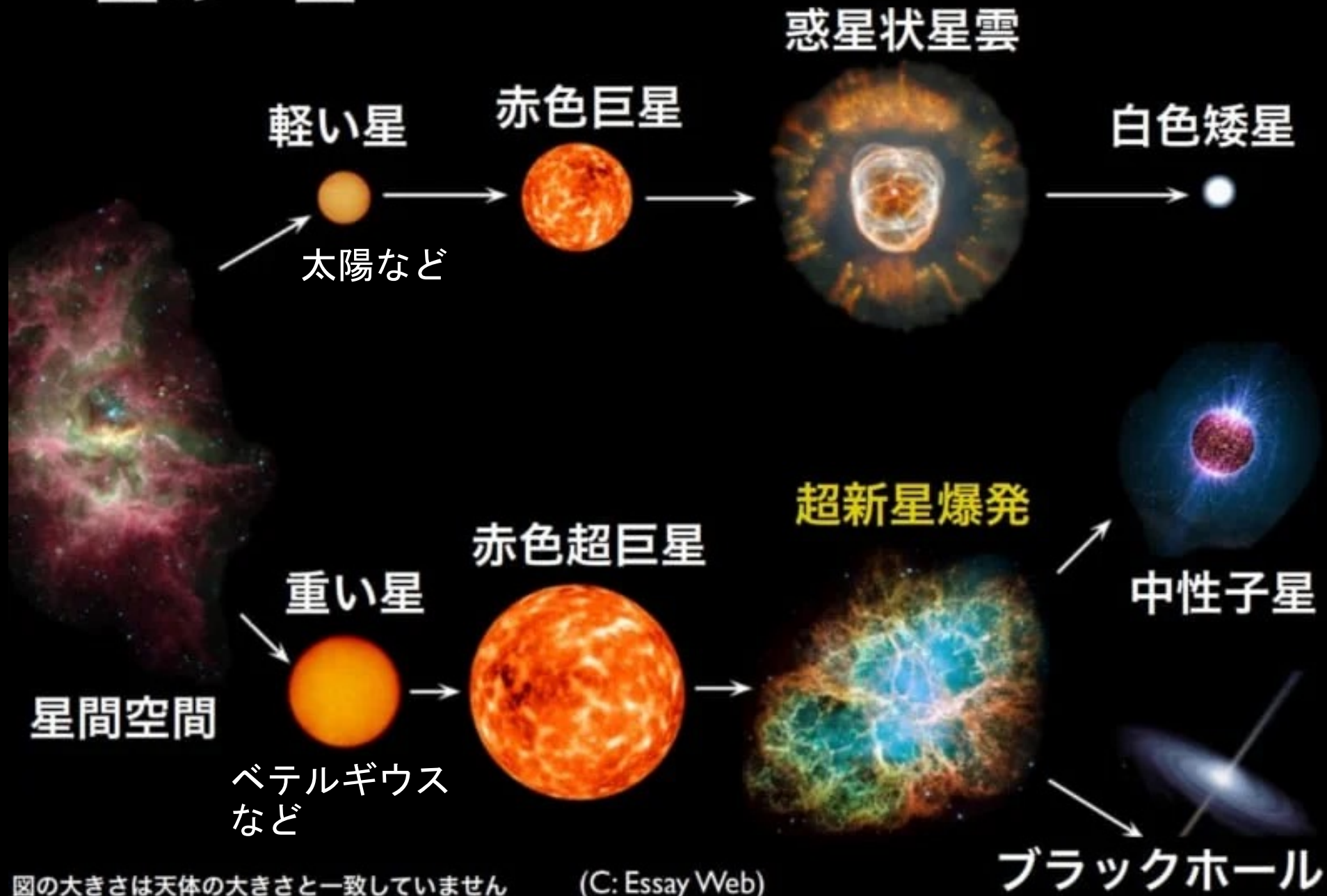
宇宙を聴く 連星中性子星合体による重力波



©LIGO

<https://www.ligo.caltech.edu/WA/video/ligo20171016v3>

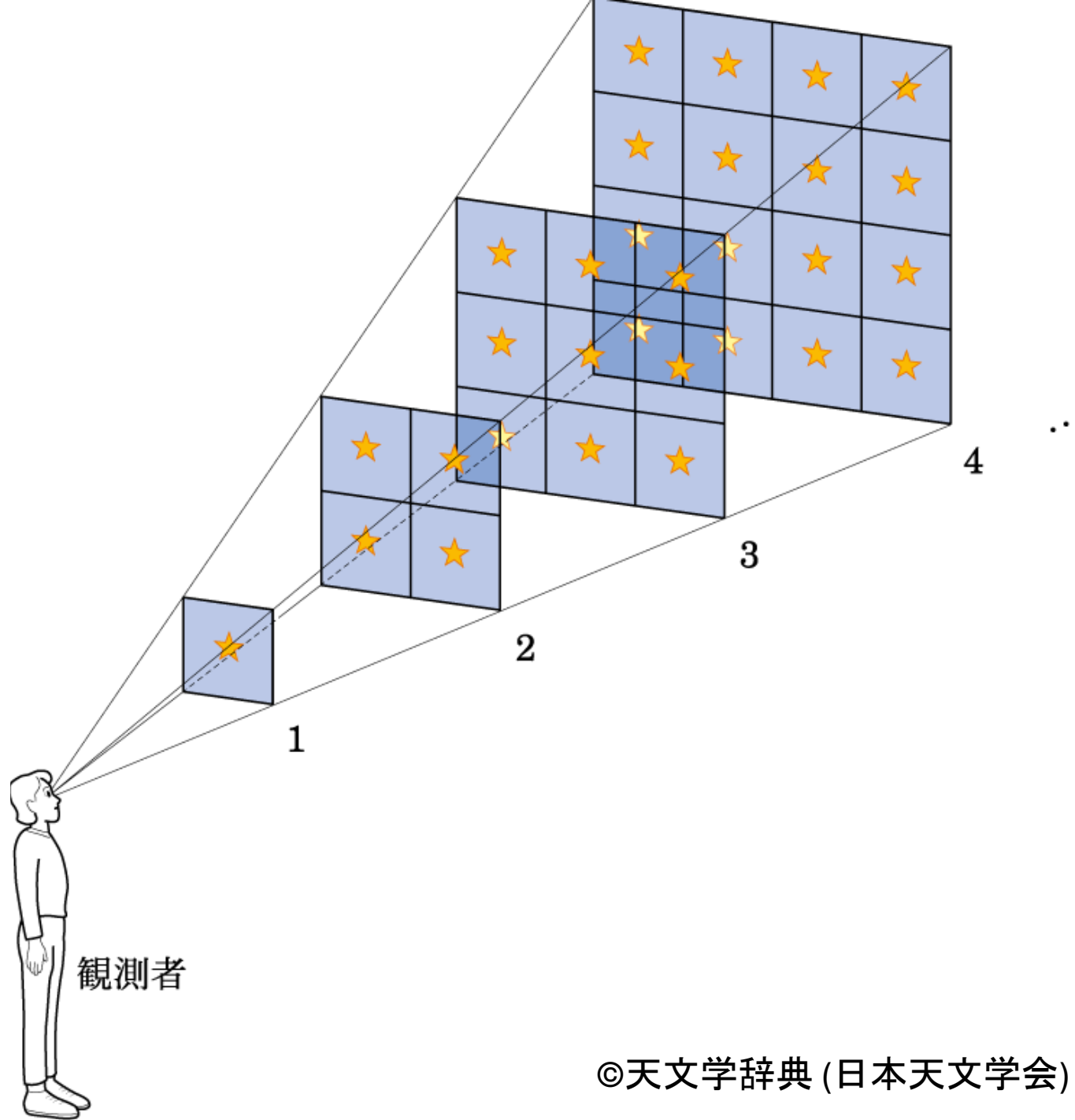
星の一生



図の大きさは天体の大きさと一致していません

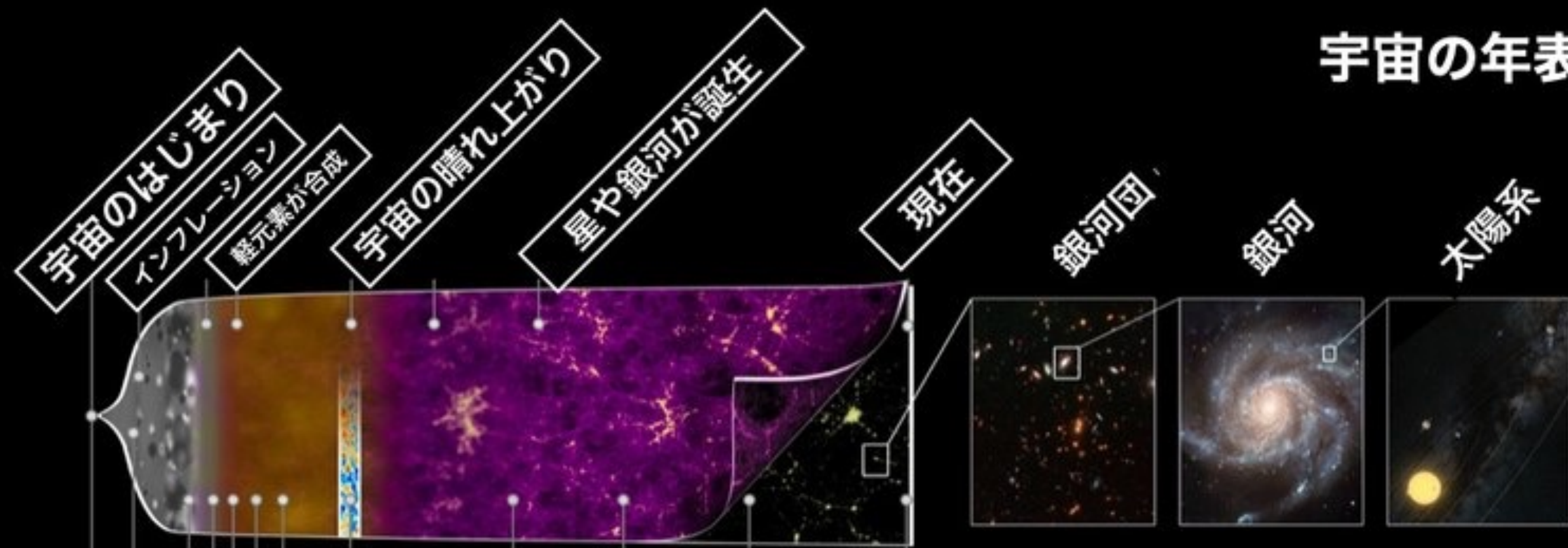
(C: Essay Web)

夜空はなぜ暗いのか？



宇宙には始まりがある

宇宙の年表



今回の内容

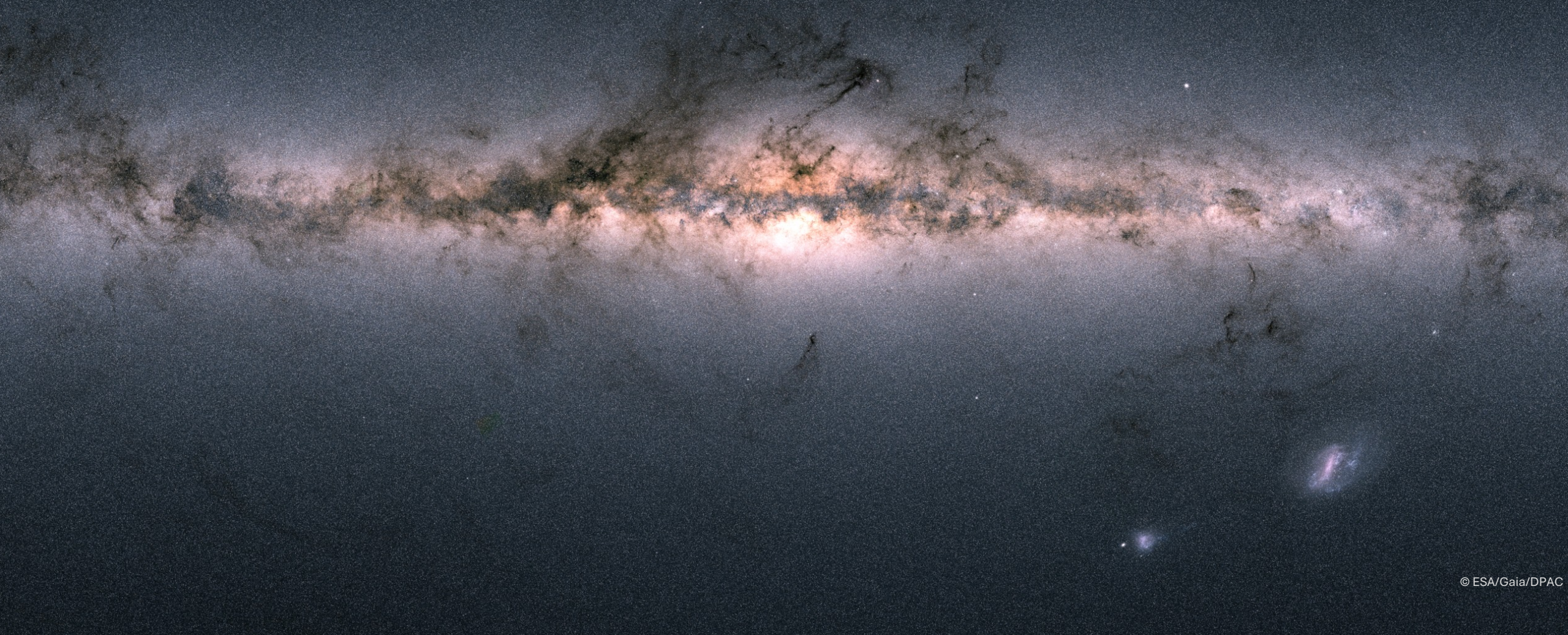
天文学研究の歴史

恒星の性質と進化

銀河系と宇宙の構造



銀河系 = 天の川銀河



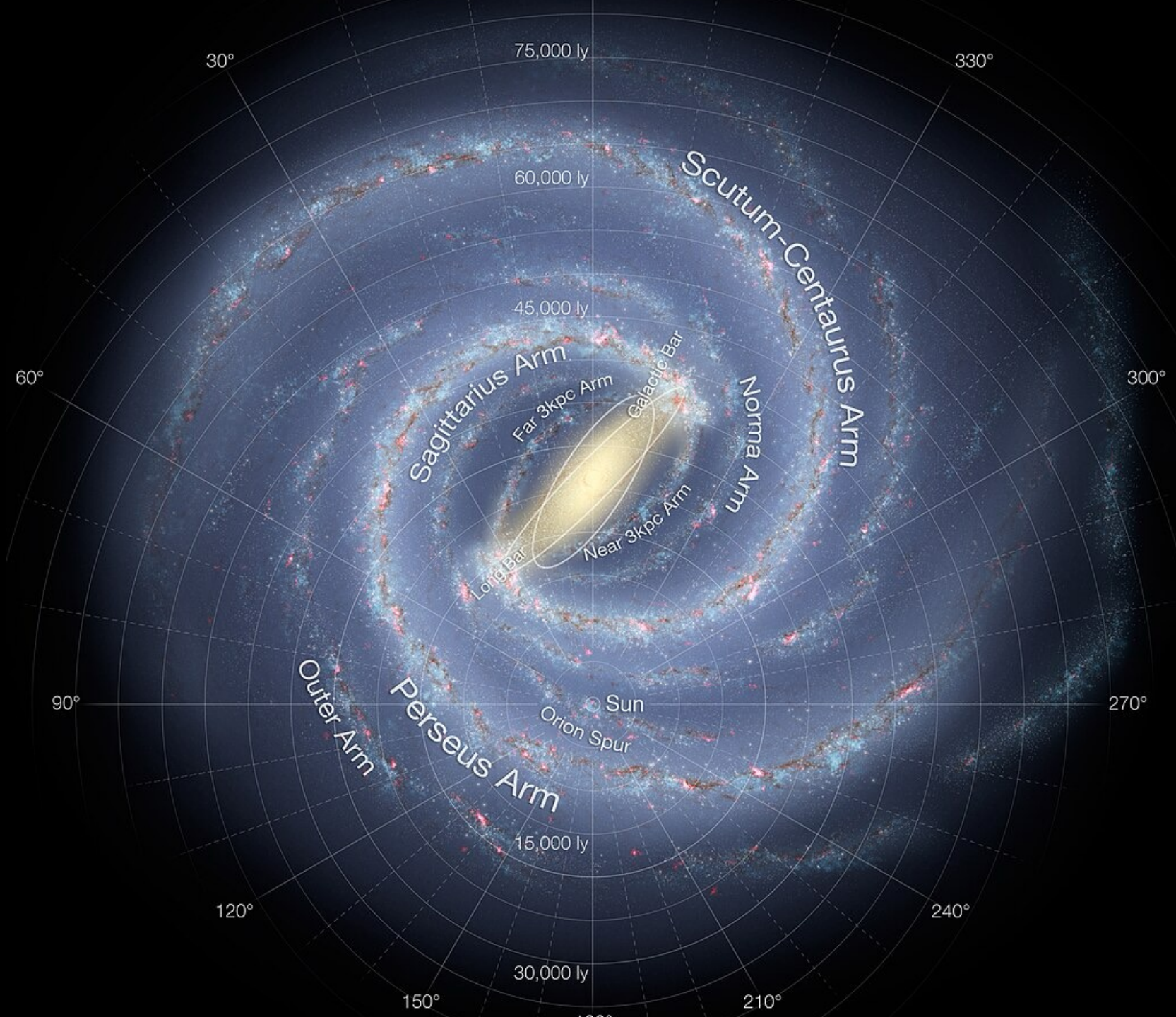
銀河系の構造



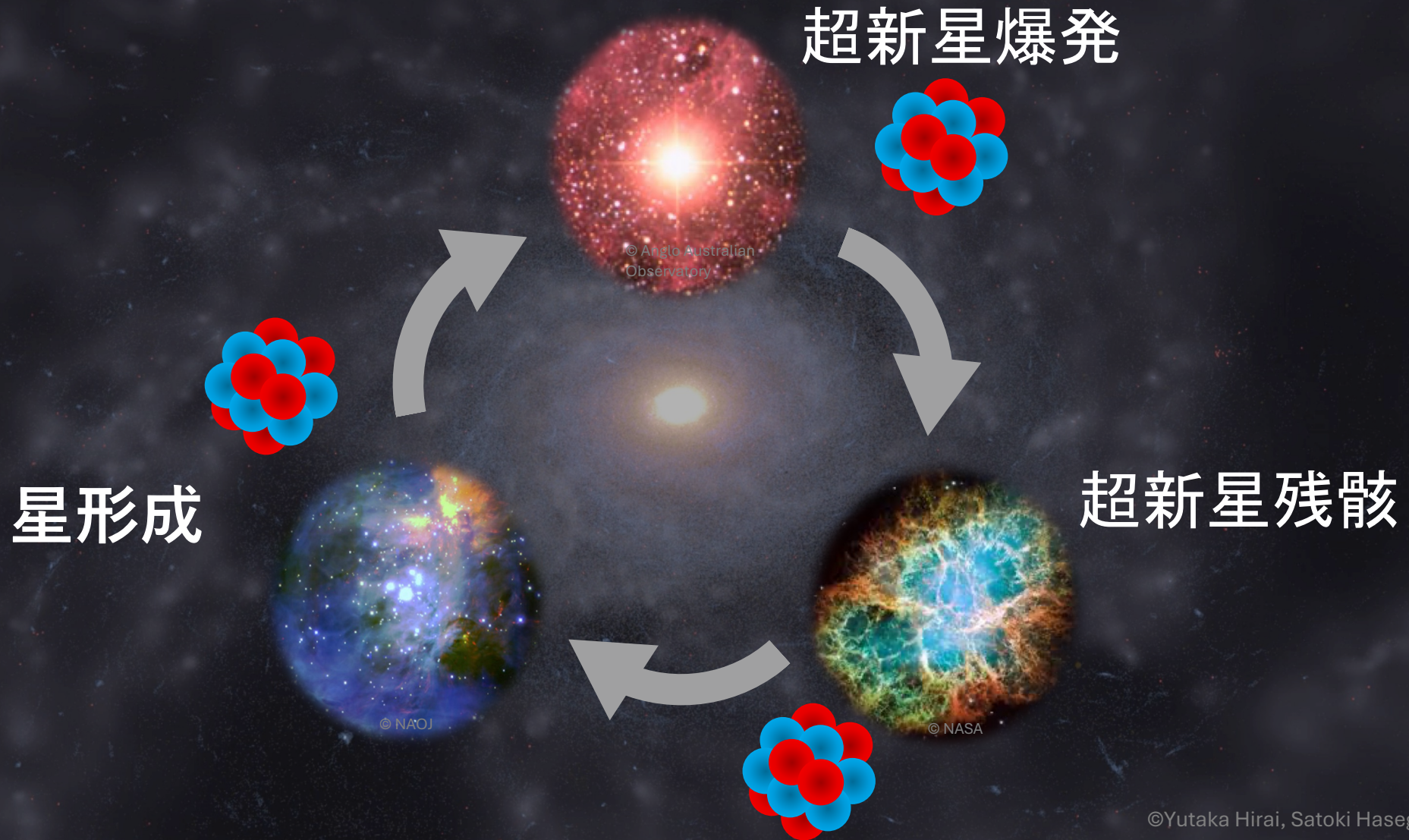
円盤

バルジ

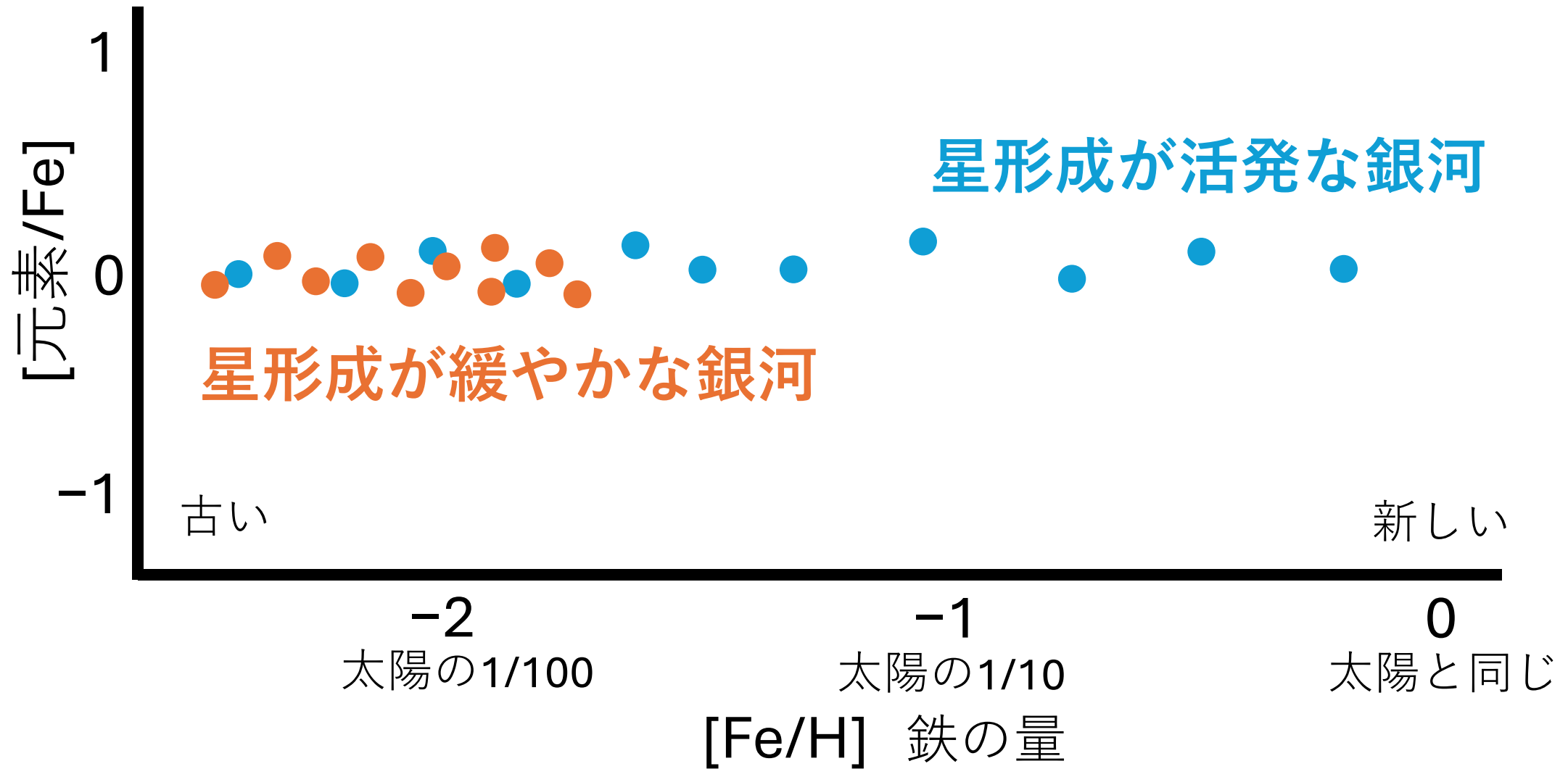
ハロー



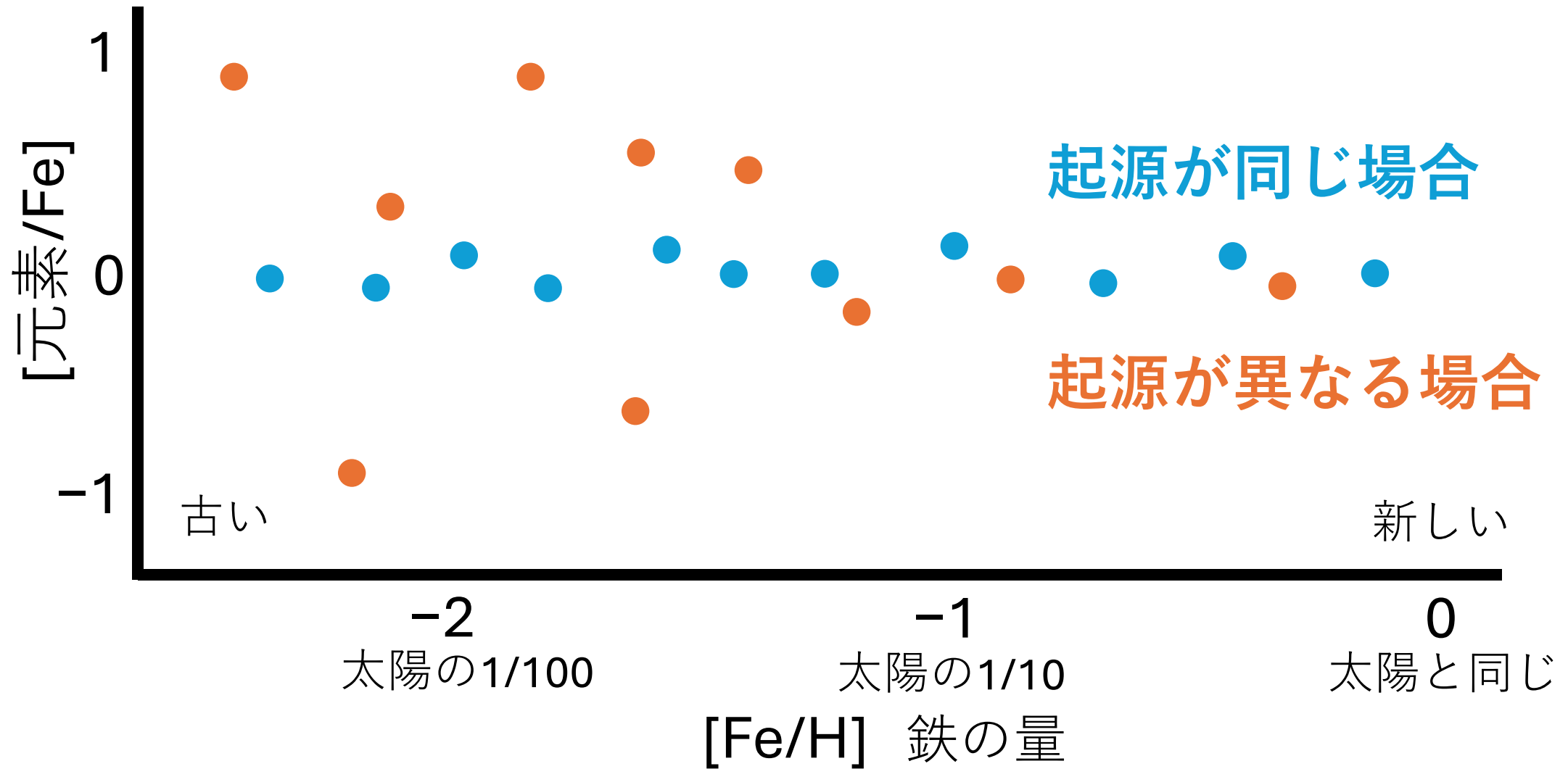
宇宙の物質循環



星の元素組成

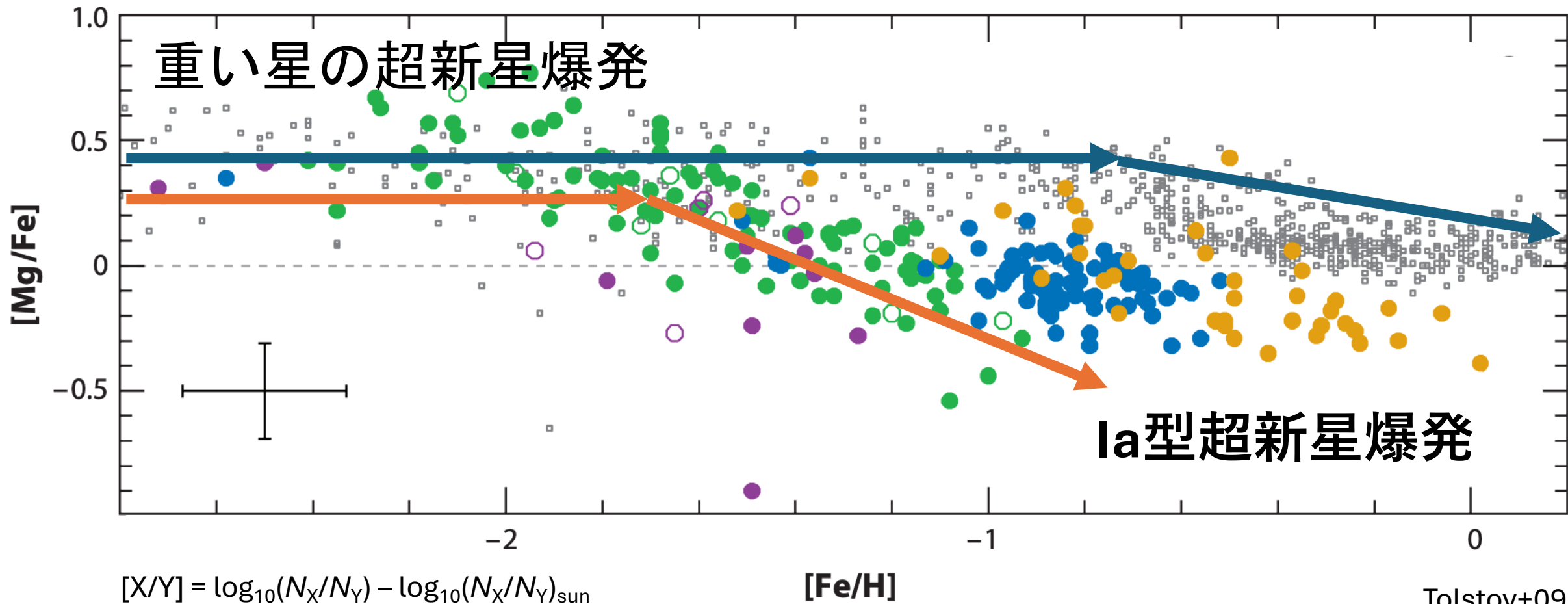


星の元素組成



星の元素組成（観測値）

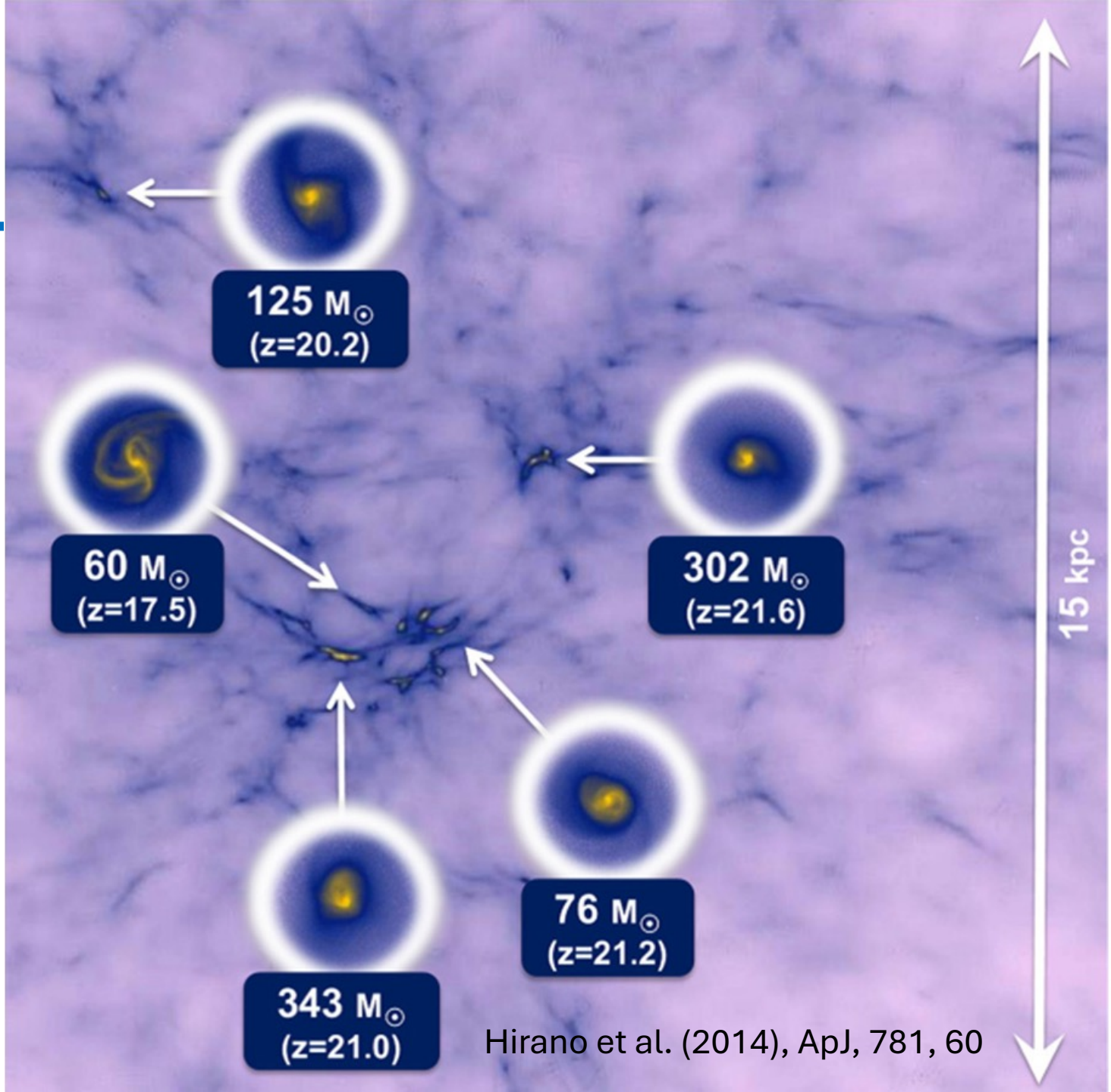
● Fornax ○● Sculptor ○● Sagittarius ○● Carina □ MW



宇宙で最初の星

宇宙誕生約2億年後
に誕生

太陽の数十から
数百倍の質量を
持つ



銀河の形成

重力で集まったダーク
マターの塊（ハロー）
内で形成



銀河の合体

銀河は合体・集合
を繰り返しながら
成長



銀河円盤の 形成

冷たいガスの
降着で銀河円
盤が形成



我々の住む局所銀河群

~100個の銀河

銀河系

The Milky Way

The Andromeda Galaxy, M31
アンドロメダ銀河

The Triangulum Galaxy, M33

M33

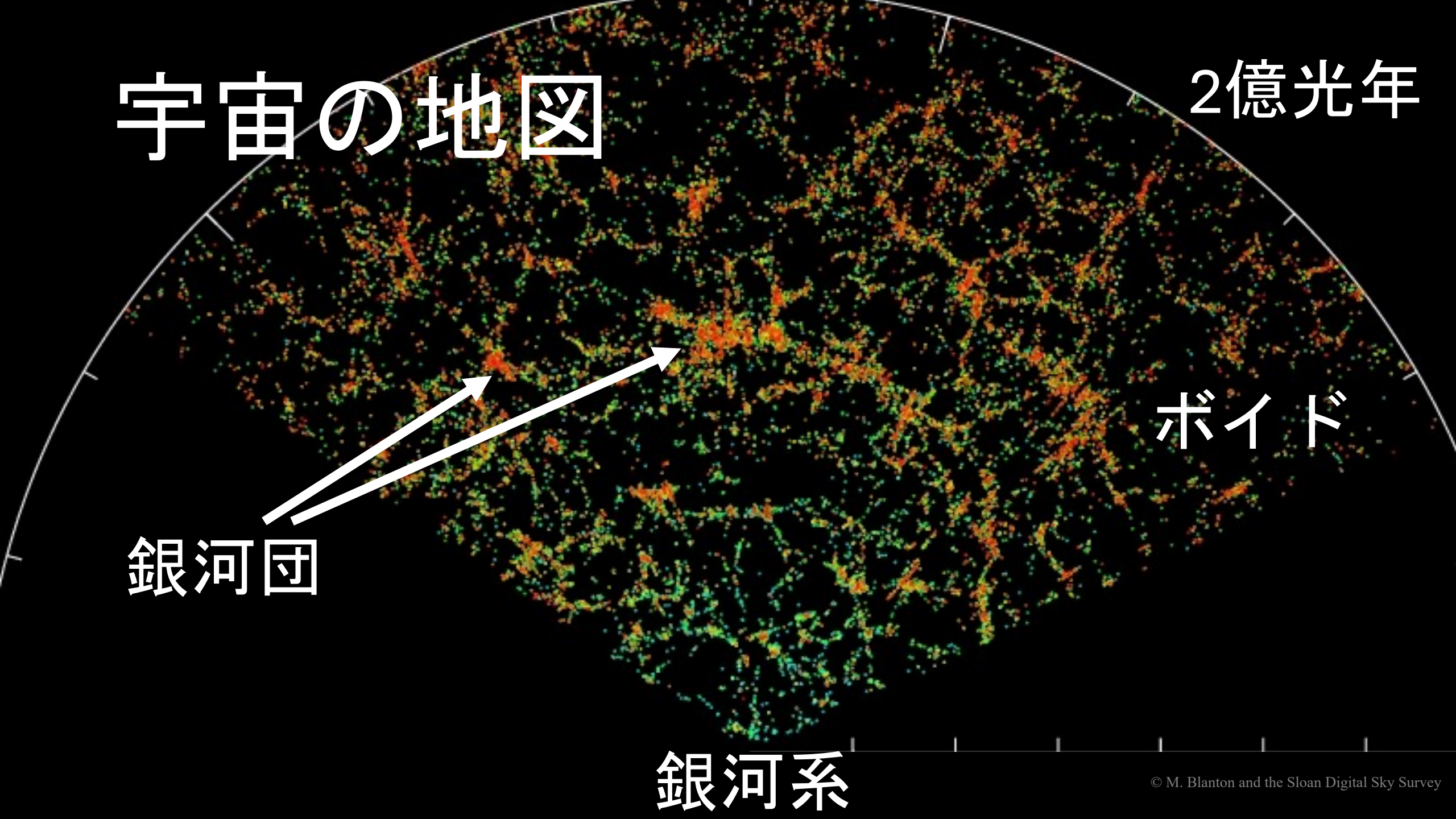
宇宙の地図

2億光年

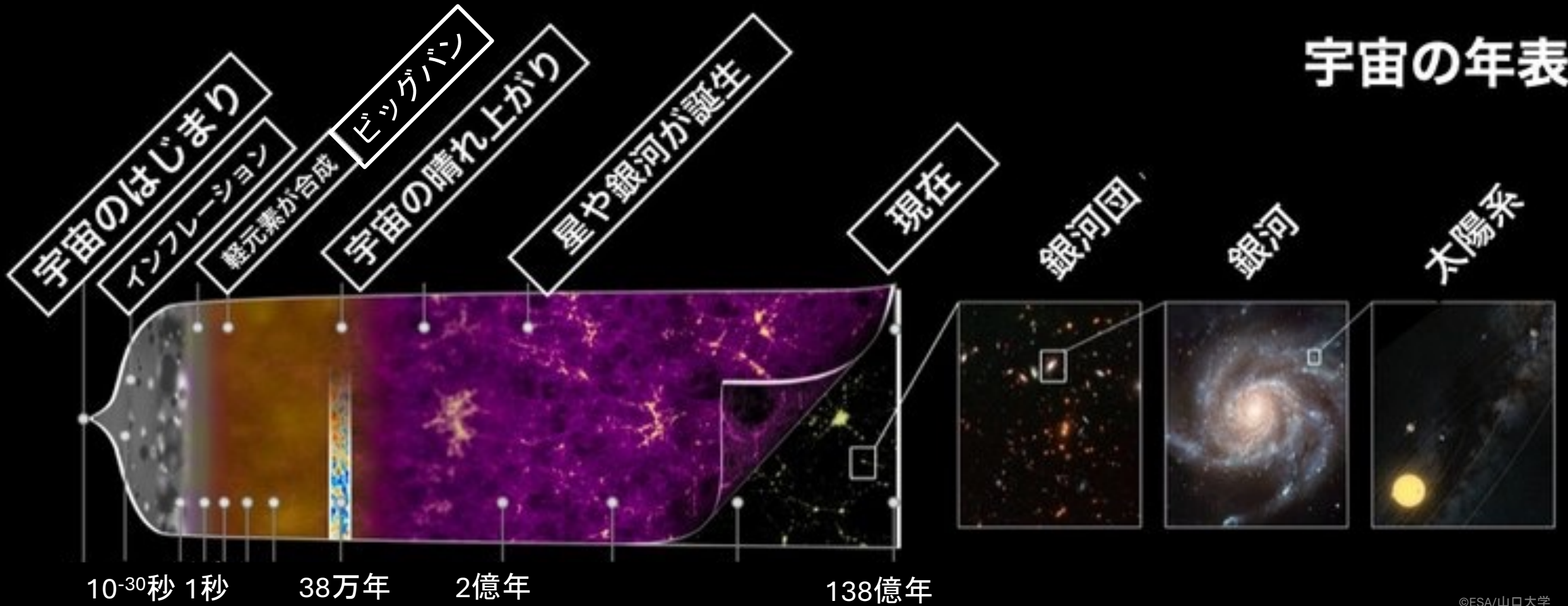
ボイド

銀河団

銀河系



宇宙の年表



今回の目標

恒星の進化や銀河系の構造について説明できるようになる。

今回学んだこと

天文学研究の歴史

恒星の性質と進化

銀河系と宇宙の構造

次回

第3回 図書館ツアー、データベース検索

課題：『知の編集力ハンドブック』 p. 3-13を読む。