



錯体化学会第 69 回討論会 市民公開講座

「国際周期表年」

元素と科学と私たちの未来

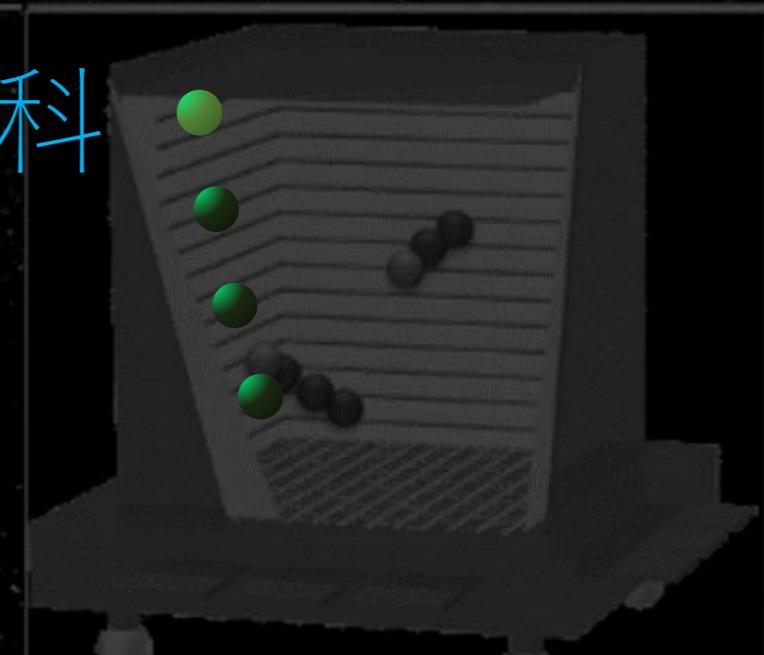


# 宇宙と元素

スーパーノバ・ブラックホール・ダークマター

神戸大学 大学院理学研究科  
身内賢太郎

科研費  
KAKENHI



はじめに

- 身内賢太郎 (みうちけんたろう)
- 研究対象
  - ナゾ物質：ダークマター



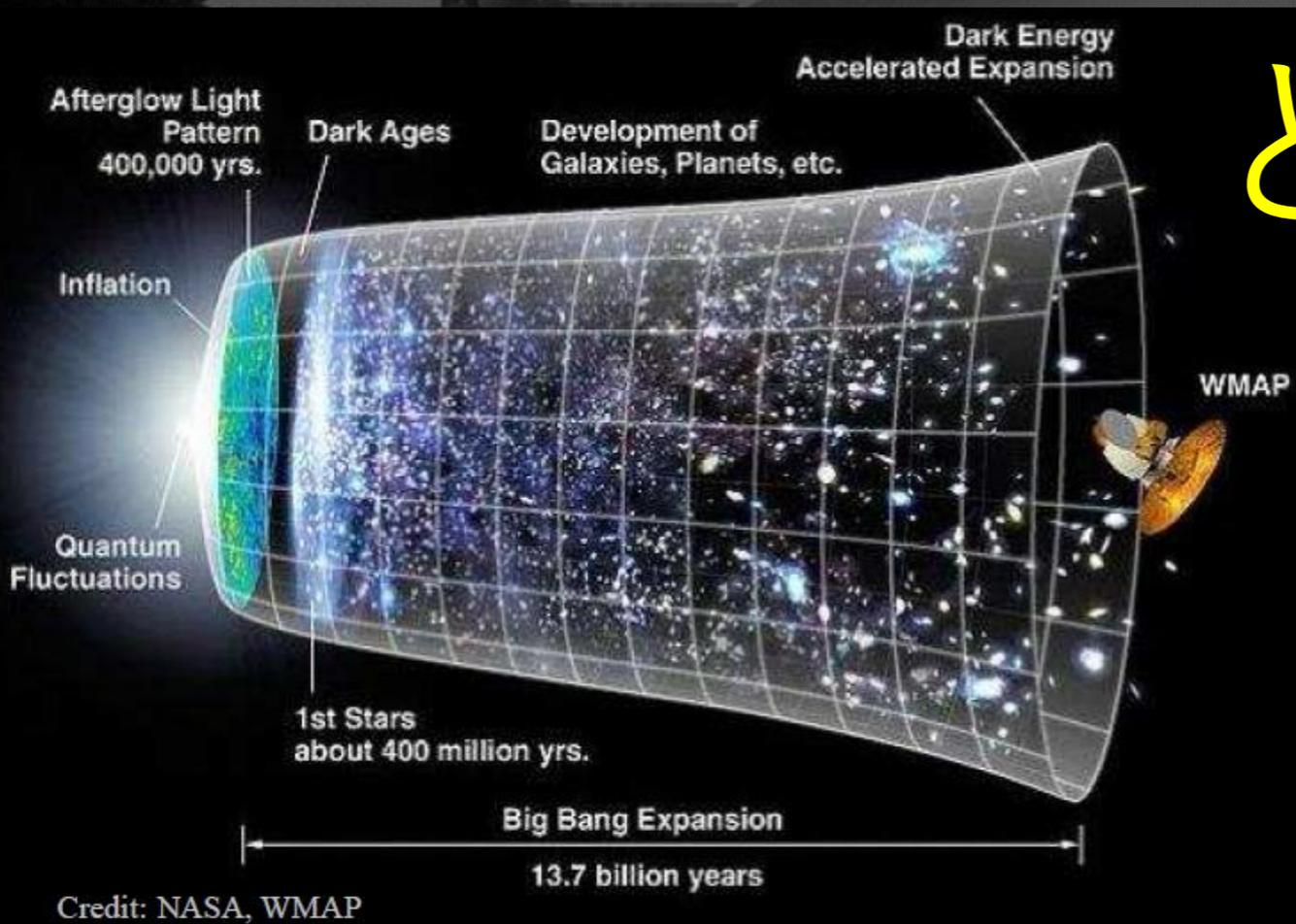
文部科学省 科学研究費助成事業 新学術領域研究(研究領域提案型) 領域番号 6105 Grant-in-Aid for Scientific Research on Innovative Areas

地下から解き明かす宇宙の歴史と物質の進化

Unraveling the History of the Universe and Matter Evolution with Underground Physics

- お題：「きらきらしたはなし」

# 宇宙



と

# 元素

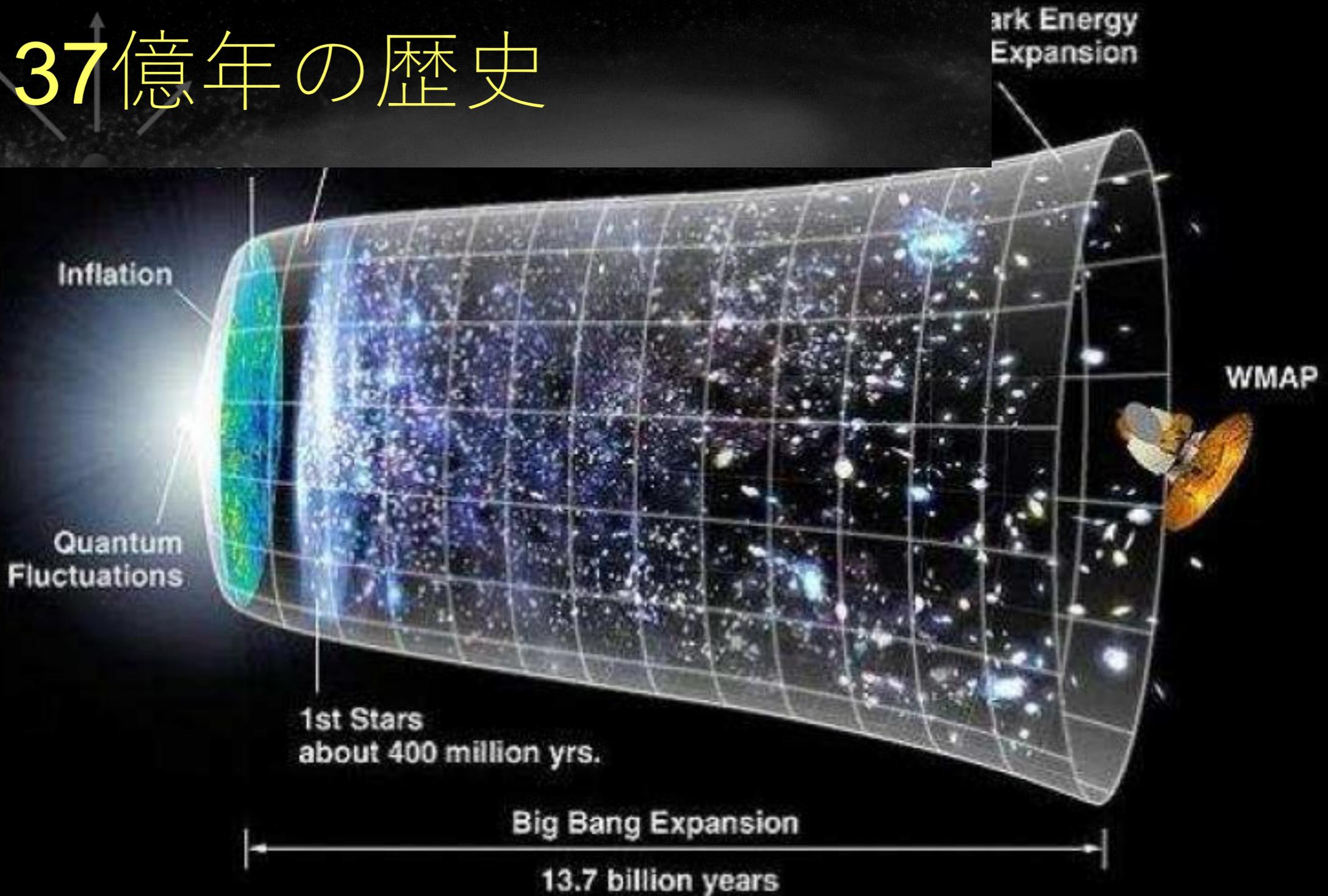
The periodic table is color-coded to show the origin of elements:

- Blue:** Big Bang fusion (H, He)
- Green:** Dying low-mass stars (Li, Be, B, C, N, O, Si, S, Fe, Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, As, Se, Br, Kr, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Tc, Ru, Rh, Pd, Ag, Cd, In, Sn, Sb, Te, I, Xe, Cs, Ba, Hf, Ta, W, Re, Os, Ir, Pt, Au, Hg, Tl, Pb, Bi, Po, At, Rn, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Ac, Th, Pa, U, Np, Pu, Am, Cm, Bk, Cf, Es, Fm, Md, No, Lr)
- Yellow:** Exploding massive stars (Na, Mg, K, Ca, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, As, Se, Br, Kr, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Tc, Ru, Rh, Pd, Ag, Cd, In, Sn, Sb, Te, I, Xe, Cs, Ba, Hf, Ta, W, Re, Os, Ir, Pt, Au, Hg, Tl, Pb, Bi, Po, At, Rn, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Ac, Th, Pa, U, Np, Pu, Am, Cm, Bk, Cf, Es, Fm, Md, No, Lr)
- Red:** Cosmic ray fission (Fr, Ra)
- Purple:** Merging neutron stars (Fr, Ra)
- Grey:** Exploding white dwarfs (Be, B, C, N, O, F, Ne, Al, Si, P, S, Cl, Ar, K, Ca, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, As, Se, Br, Kr, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Tc, Ru, Rh, Pd, Ag, Cd, In, Sn, Sb, Te, I, Xe, Cs, Ba, Hf, Ta, W, Re, Os, Ir, Pt, Au, Hg, Tl, Pb, Bi, Po, At, Rn, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Ac, Th, Pa, U, Np, Pu, Am, Cm, Bk, Cf, Es, Fm, Md, No, Lr)
- White:** Human synthesis, No stable isotopes (Fr, Ra, Ac, Th, Pa, U, Np, Pu, Am, Cm, Bk, Cf, Es, Fm, Md, No, Lr)

<https://simple.wikipedia.org/wiki/Nucleosynthesis>

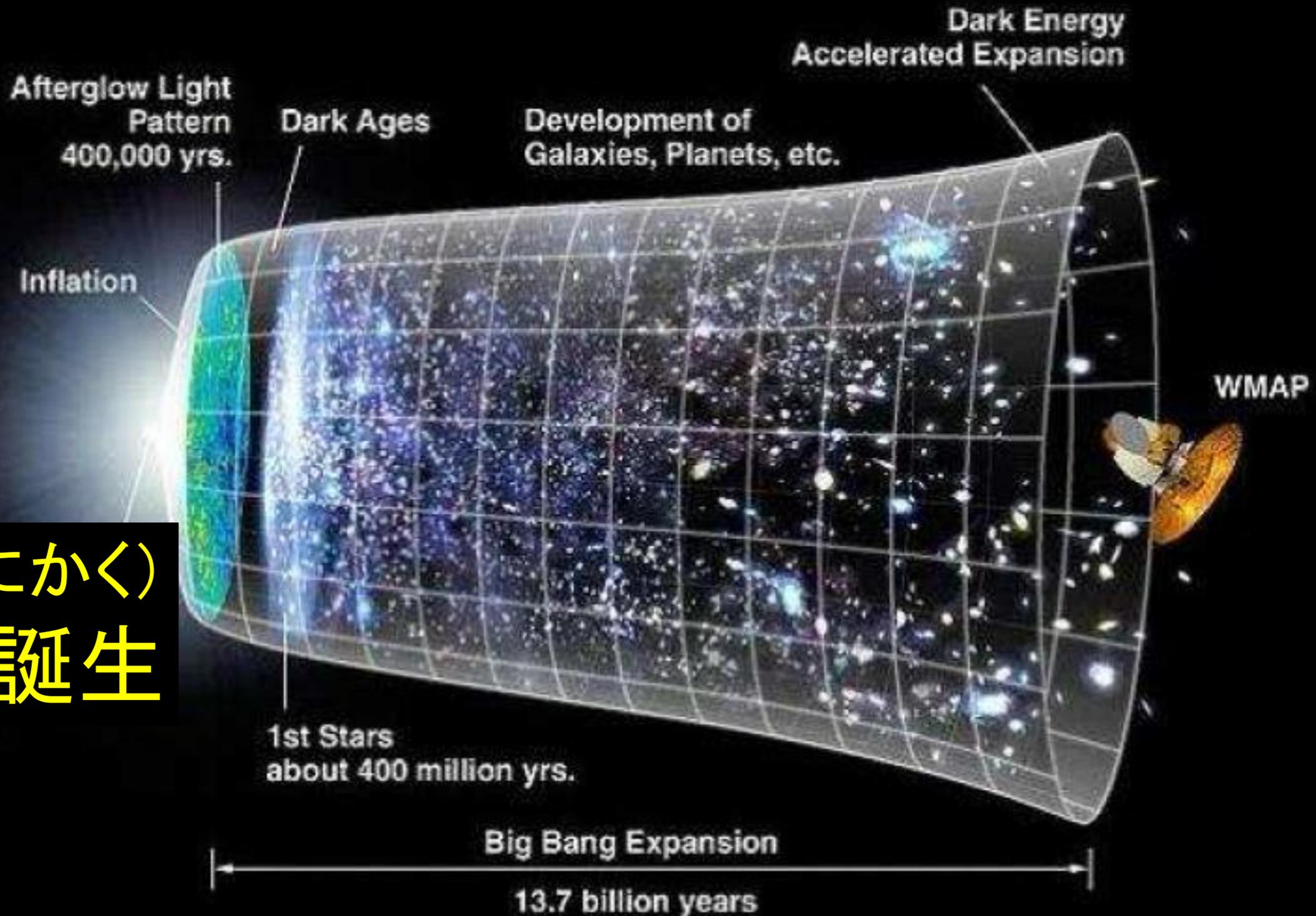
メッセージ：大切なものは大体宇宙で作られた

# 宇宙137億年の歴史



Credit: NASA, WMAP

IYPT 2019



(とにかく)  
誕生

Credit: NASA, WMAP

IYPT 2019



Dark Energy  
Accelerated Expansion

Afterglow Light  
Pattern

Dark Ages

Development of  
galaxies, Planets, etc.

# ビッグバン

Inflation

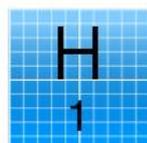
インフレーション

正確には

# ビッグバン原子核合成

誕生

IAP

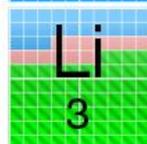
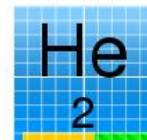


Big Bang fusion

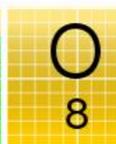
Supernova

Exploding stars

Human synthesis  
of stable isotopes



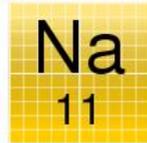
水素・ヘリウム・リチウム  
が作られた。



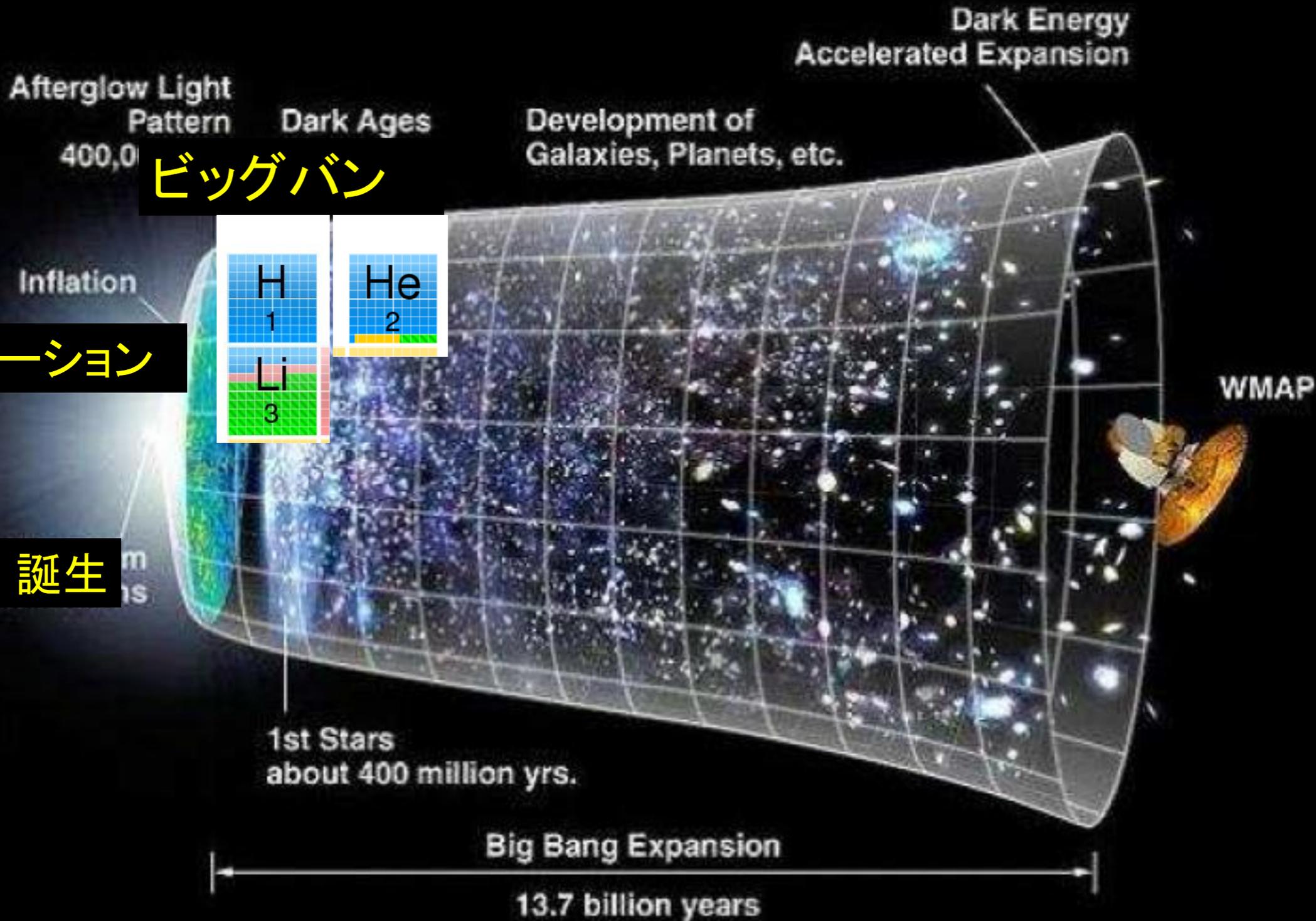
Cosmic ray fission

neutron stars

white dwarfs



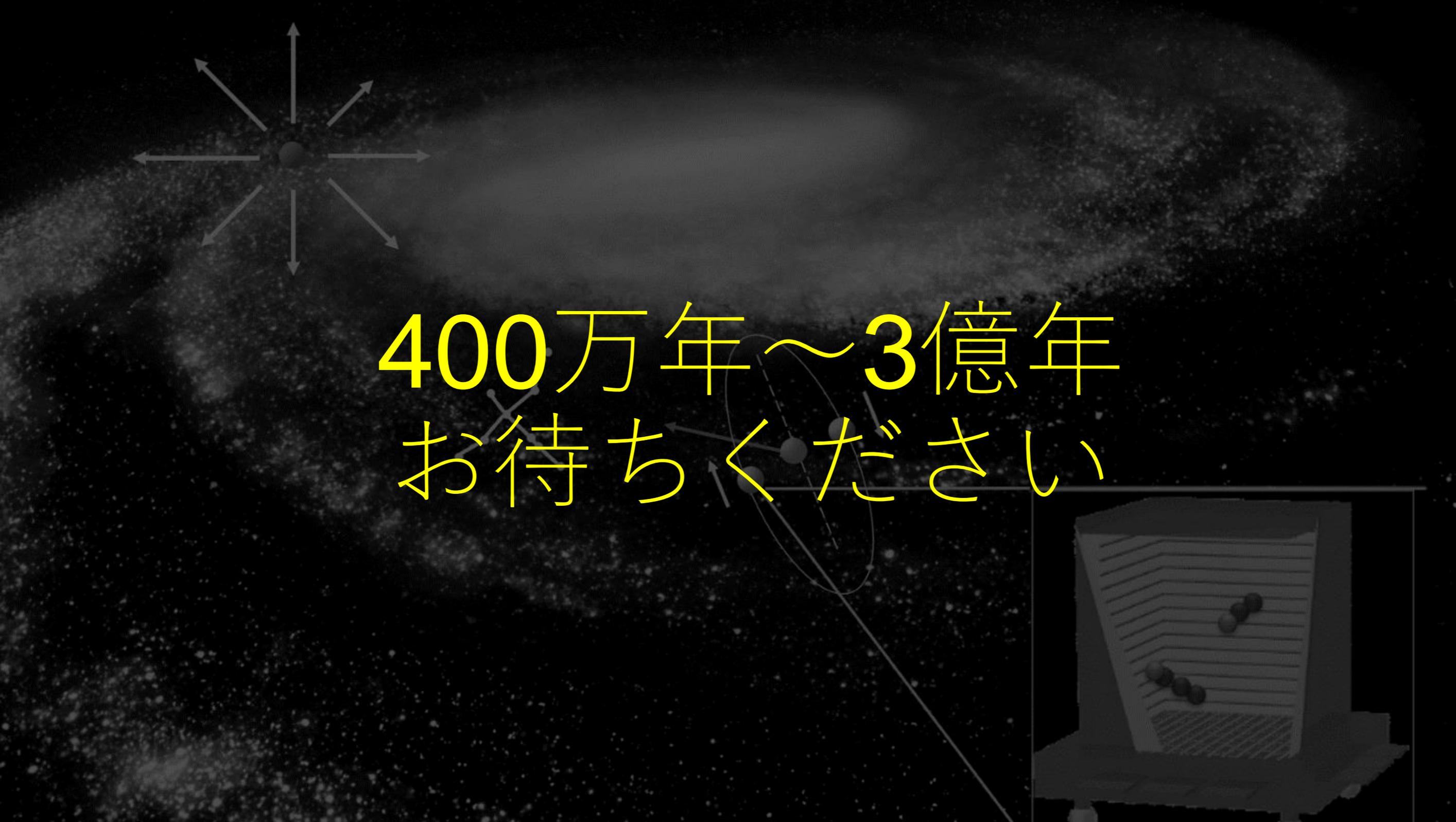
身内



ビッグバン

インフレーション

誕生



400万年～3億年  
お待ちください

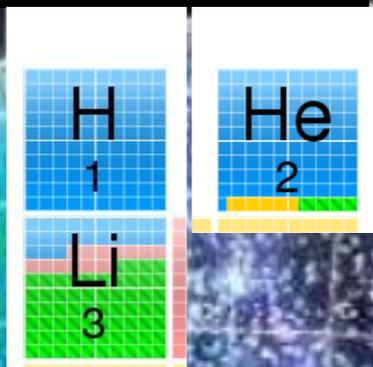
Afterglow Light Pattern Dark Ages

400,000

ビッグバン

Inflation

インフレーション



誕生

H

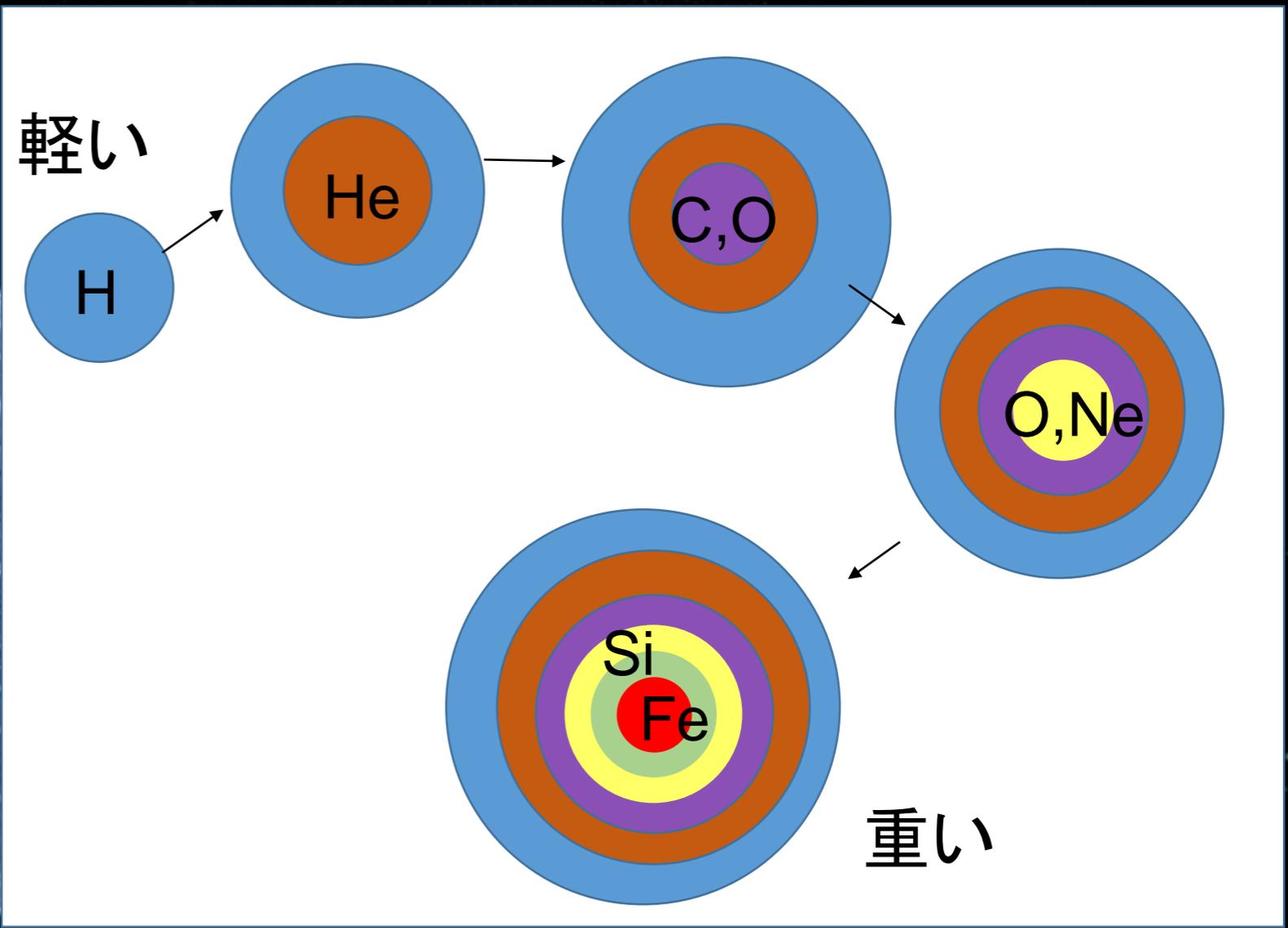
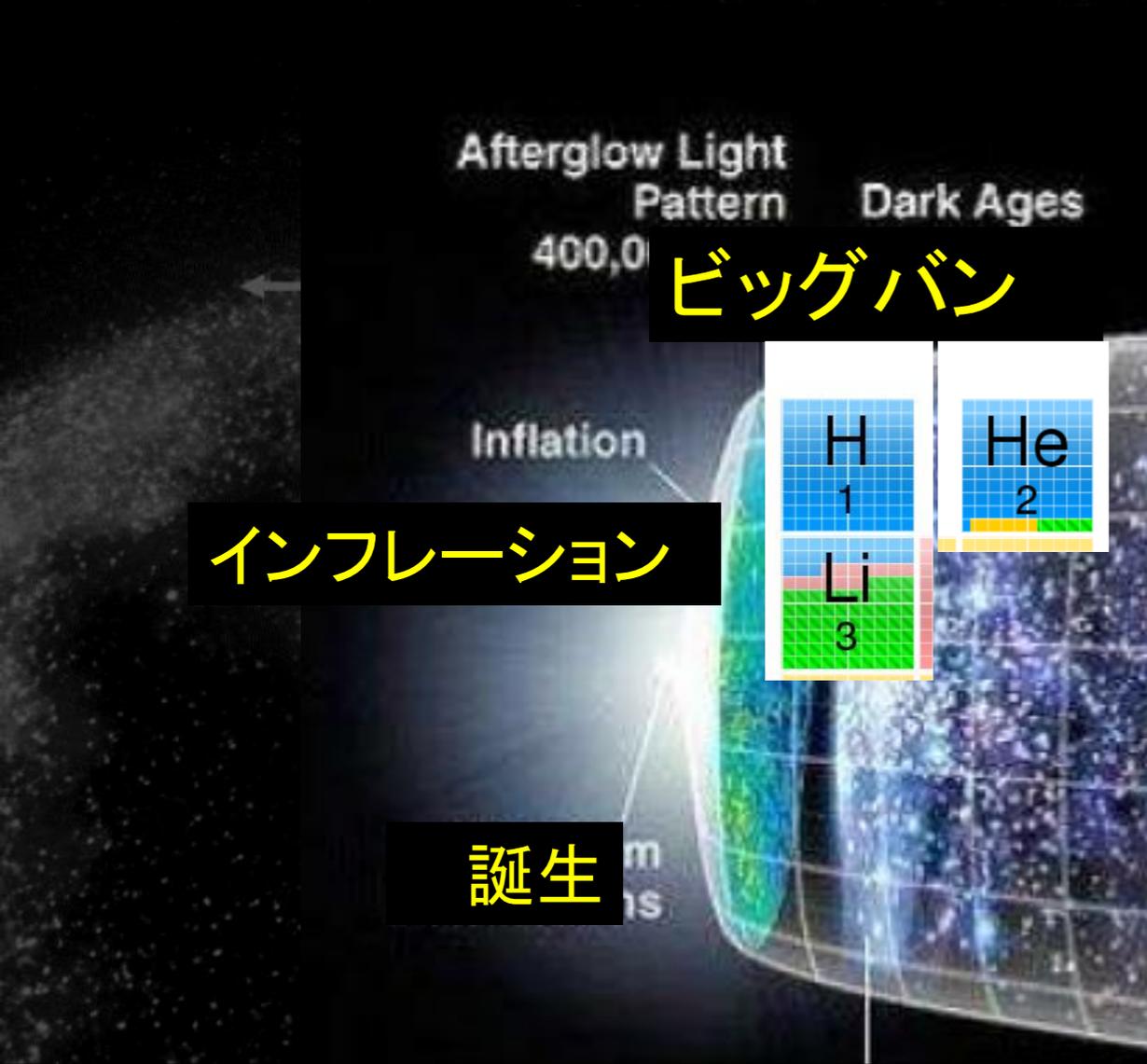
宇宙のごみ(H)が集まって初期星生成

結構地味に 星誕生

13.7 billion years

Credit: NASA, WMAP

IYPT 2019



**じっくりことごと(1000万年~100億年)  
星成長・元素生成**

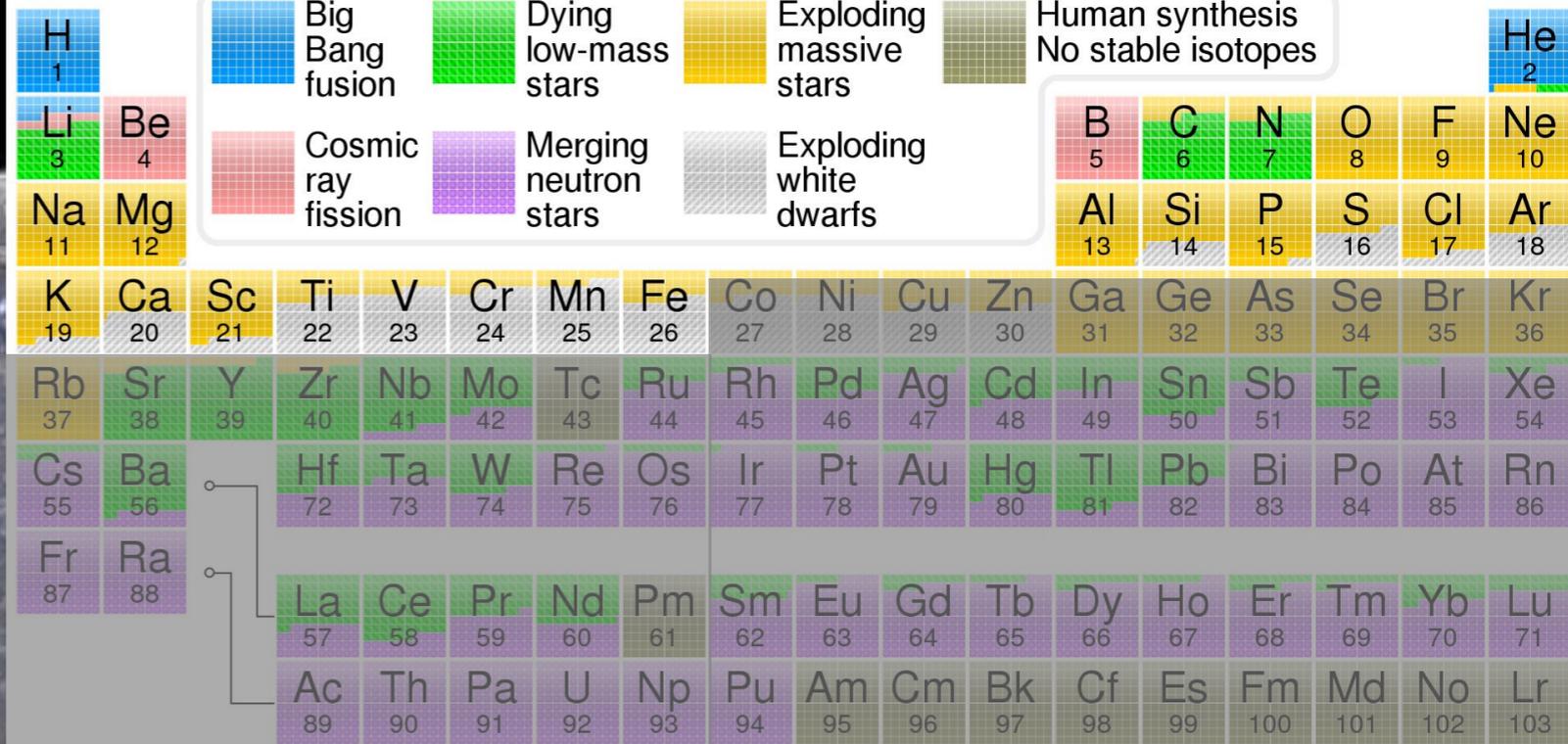
Afterglow Light Pattern Dark Ages  
400,000

ビッグバン

Inflation

インフレーション

誕生



だいぶできてきた

じっくりことごと(1000万年~100億年)  
星成長・元素生成

Dark Energy Accelerated Expansion

Afterglow Light Pattern Dark Ages 400,000

Development of Galaxies, Planets, etc.

ビッグバン

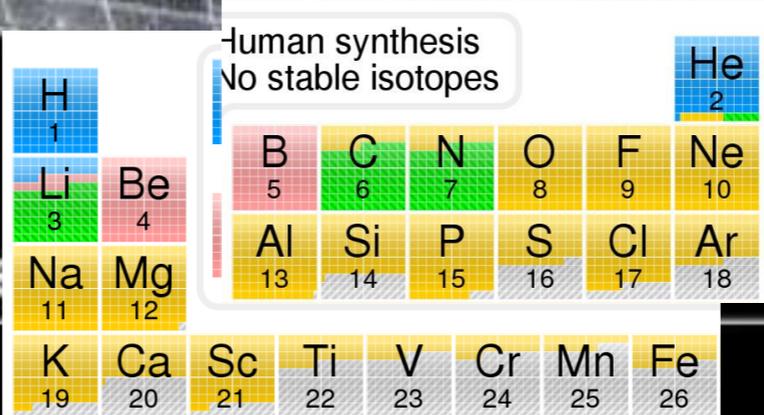
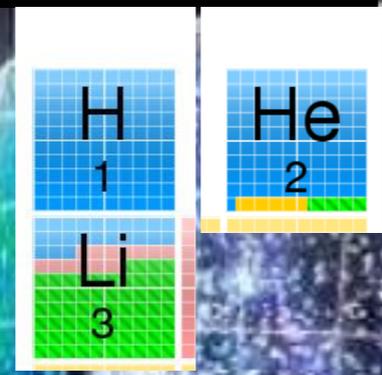
Inflation

インフレーション

誕生

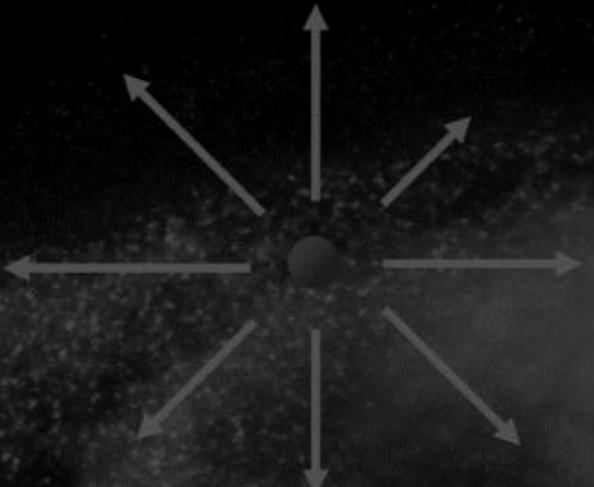
星誕生

星の中では鉄までしかできない。。。まだ味気ない。「錬金」必要

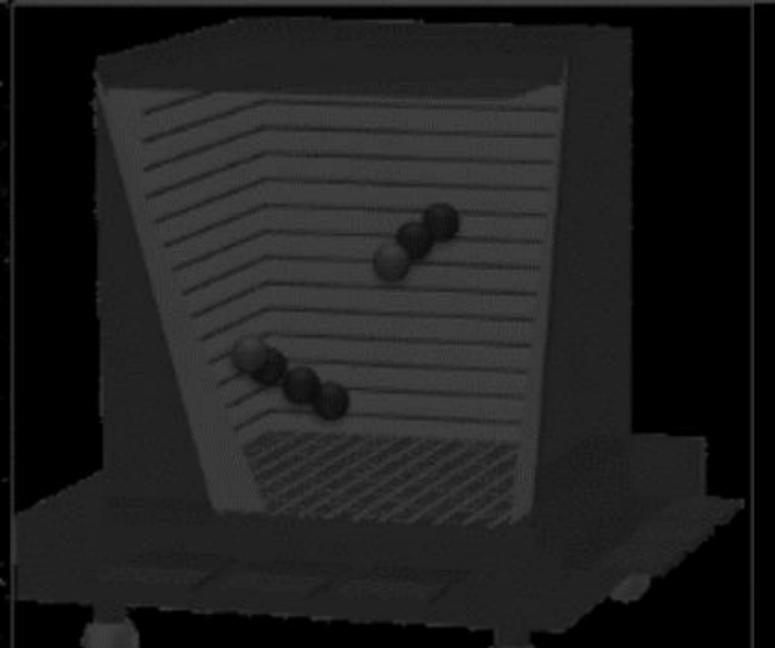


Credit: NASA, WMAP

IYPT 2019

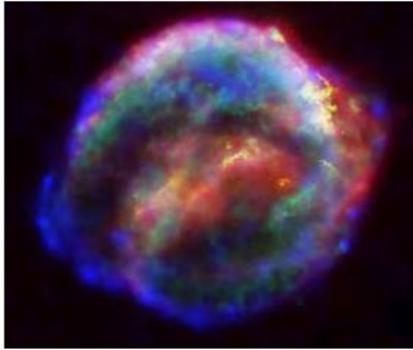


あじけない宇宙へのスパイス：  
超新星爆発





200万年ほど前に、地球の近...  
natgeo.nikkeibp.co.jp



超新星 - Wikipedia  
ja.wikipedia.org



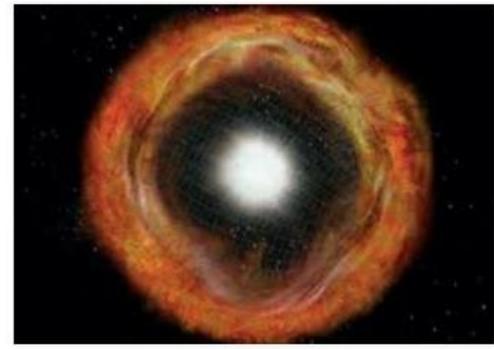
新説「超新星爆発がヒトの直立二足歩行を進...  
newsweekjapan.jp



阪大が米核兵器研究所と共同で「超新星爆発」...  
gizmodo.jp



超新星爆発 | 宇宙ワクワク大...  
kids.isas.jaxa.jp



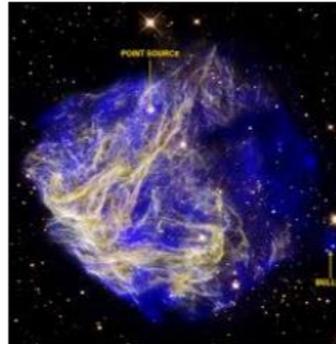
200万年前の超新星爆発が人類に影響を与...  
karapaia.com



最も明るい超新星爆発、実は「ブラックホ...  
soraie.info



シリウスは超新星爆発するのか？最も明るい...  
gibe-on.info



超新星爆発で放たれた「美し...  
astroarts.co.jp



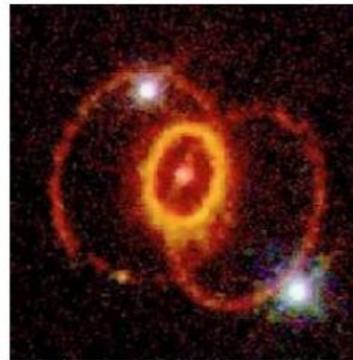
60点の超新星爆発のイラ...  
gettyimages.co.jp



太陽の5700億倍、観測史上最も明るい「超新...  
afpbb.com



超新星爆発を実験室内で再現 | ナショ...  
natgeo.nikkeibp.co.jp



# • 超新星爆発のその後

- (とても重いと) ブラックホール
- (ちょっと軽いと) 中性子星



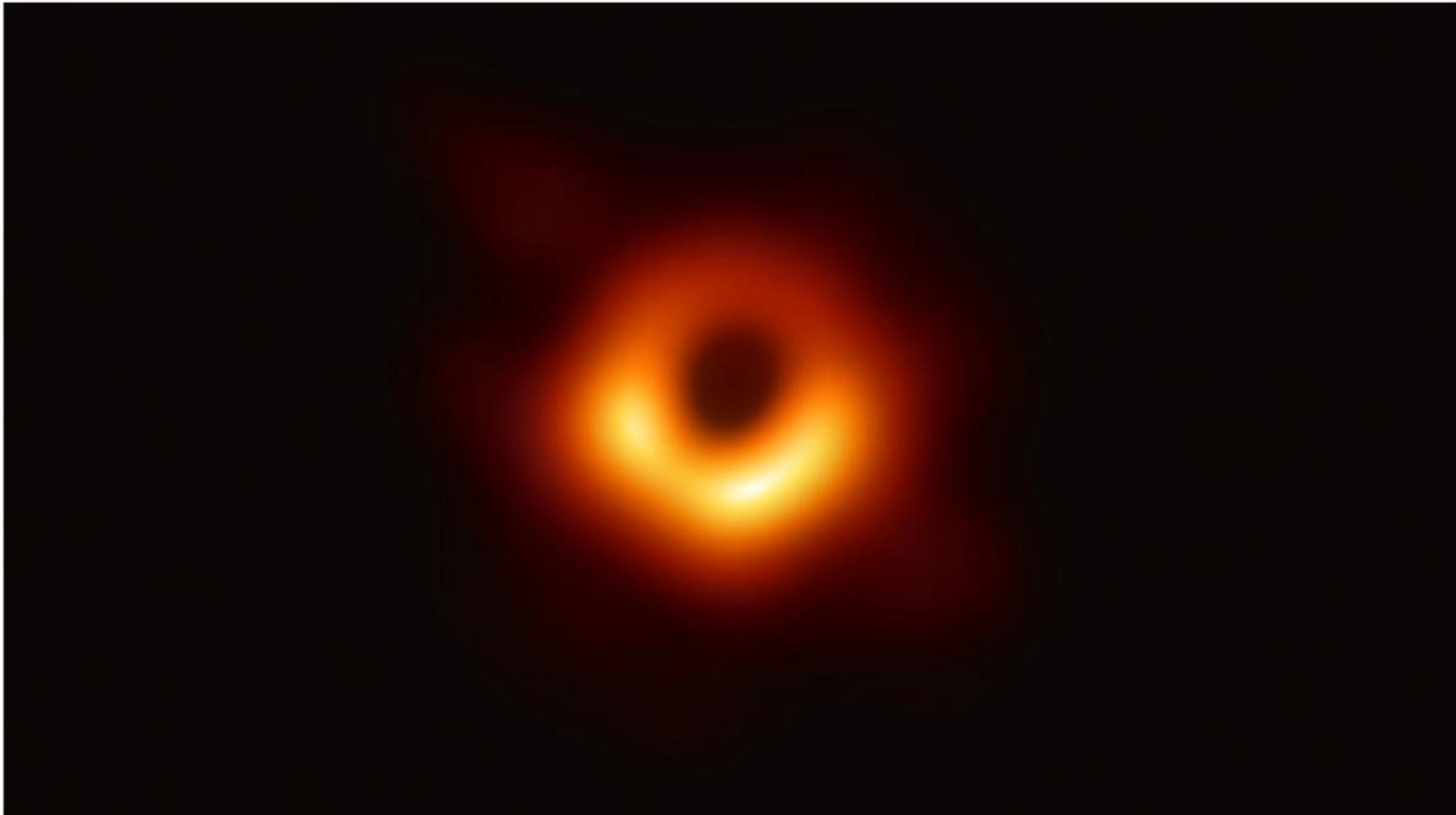
いずれも中心に中性子星が残っている

- ブラックホールと言え、
  - 2019年4月に初めての撮影

国立天文台 NAOJ ニュース 国立天文台とは 研究活動 アクセス・見学 天文情報 ギャラリー 対象別

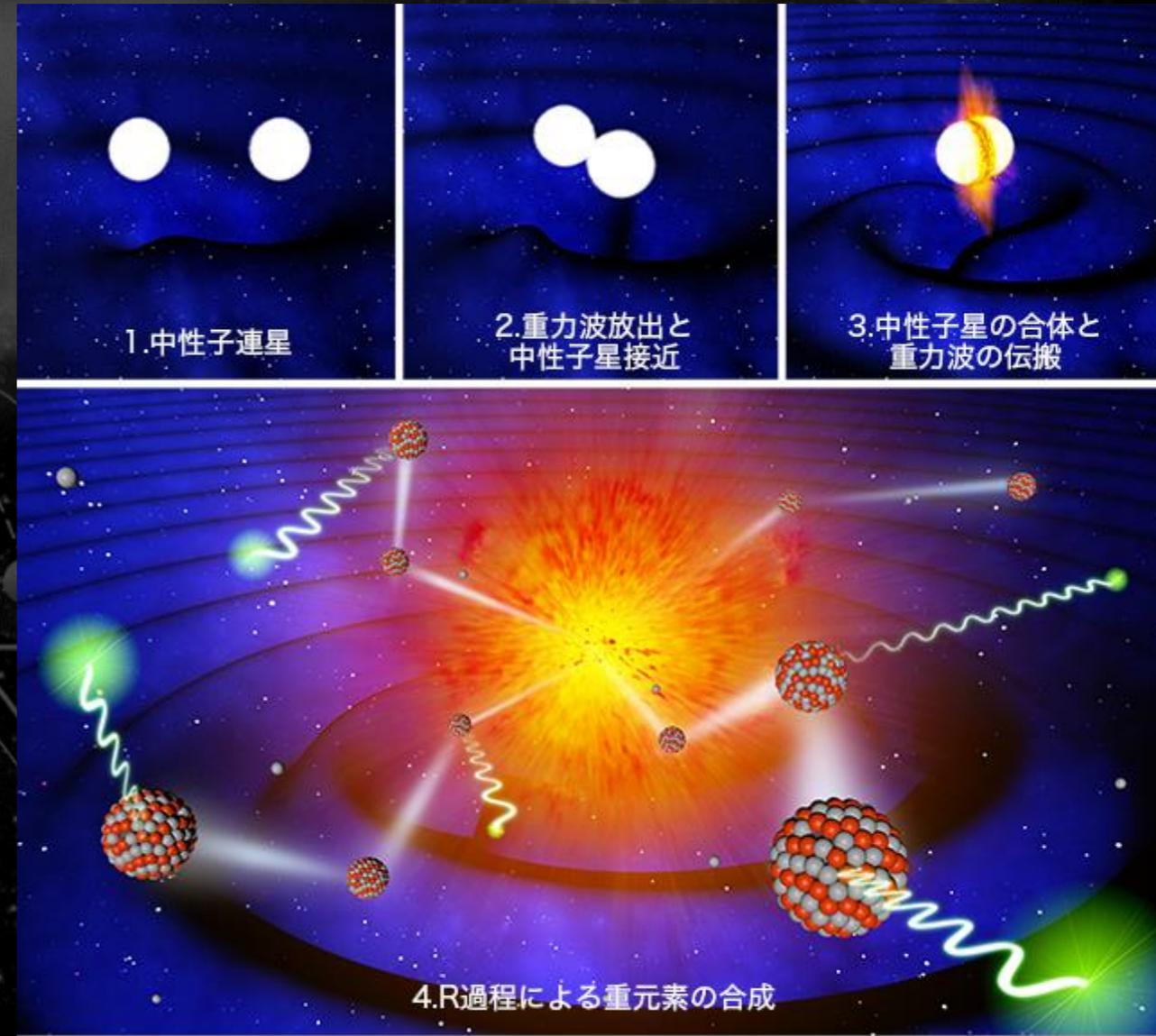
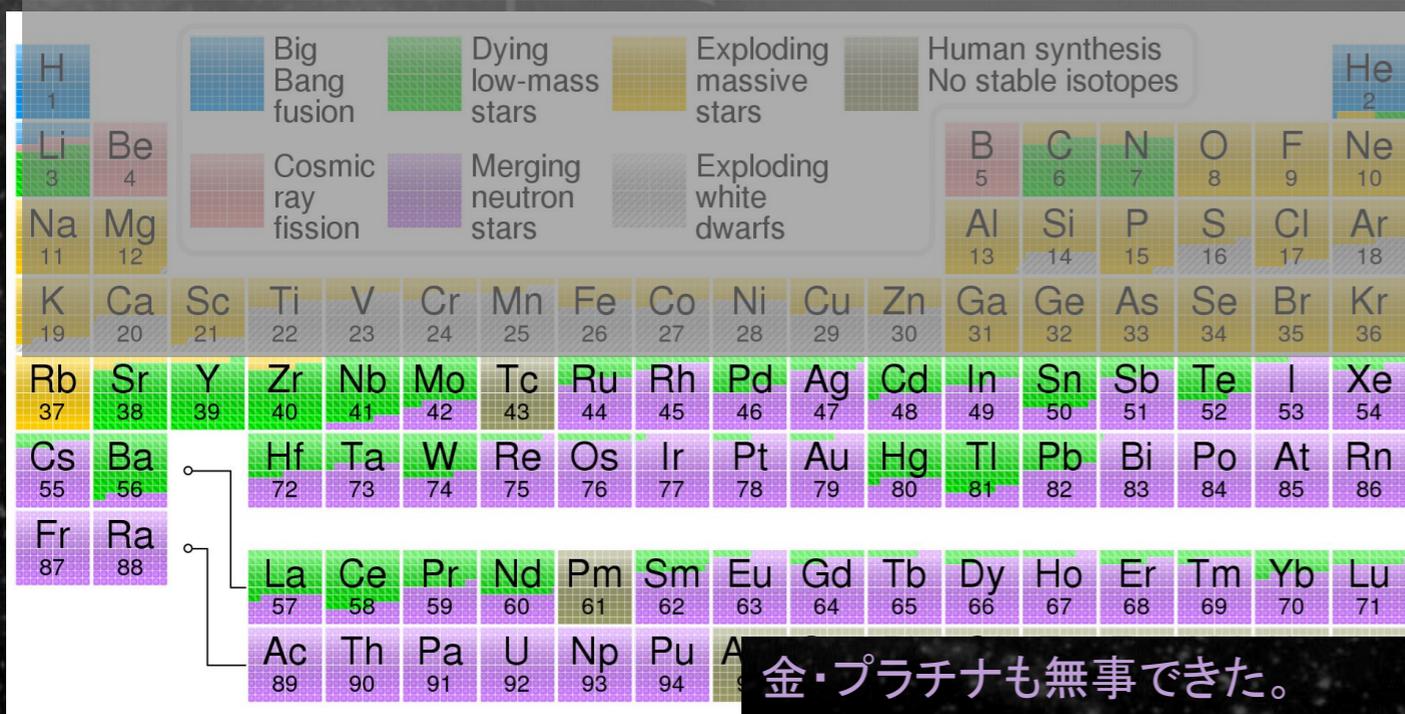
<https://www.nao.ac.jp/news/sp/20190410-eh/article.html>

### 史上初、ブラックホールの撮影に成功 — 地球サイズの電波望遠鏡で、楕円銀河M87に潜む巨大ブラックホールに迫る



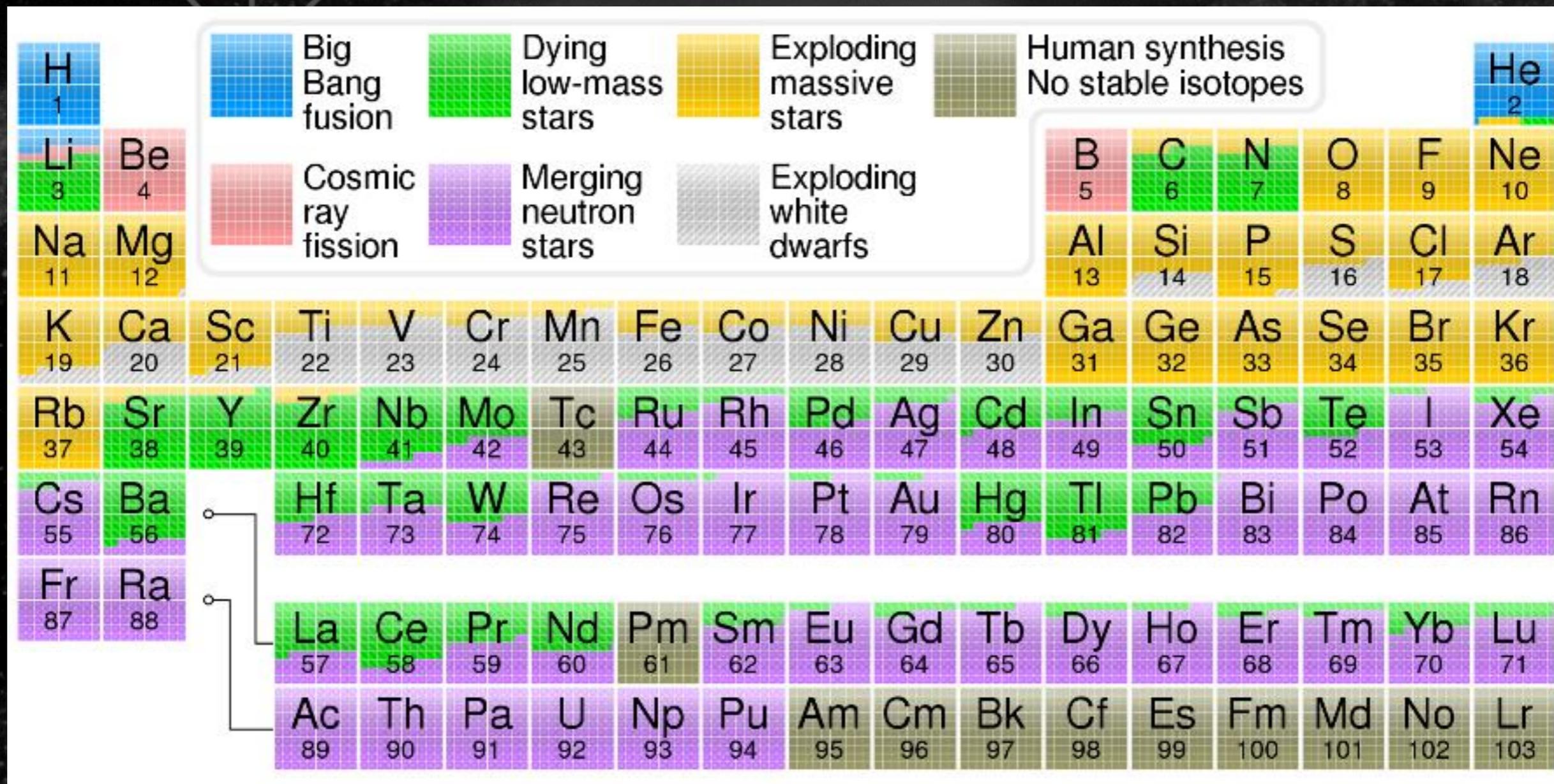
# 宇宙の「錬金」：中性子星の合体

- 重力波の検出によって確かめられた
- 2017年8月17日初観測



<https://www.nao.ac.jp/news/science/2014/20140701-neutronstar.html>

•めでたしめでたし、、、？





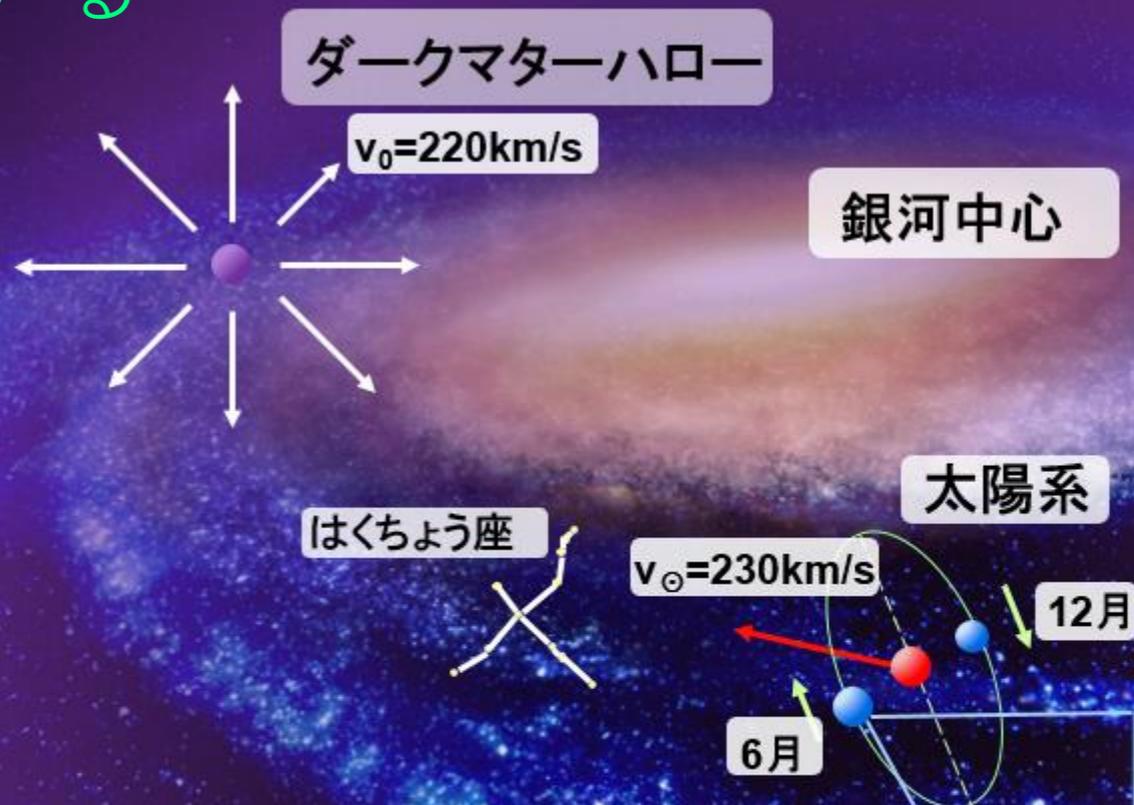
# ダークマター（暗黒物質）

- 宇宙のどこにでもいる
- 特に銀河に多い

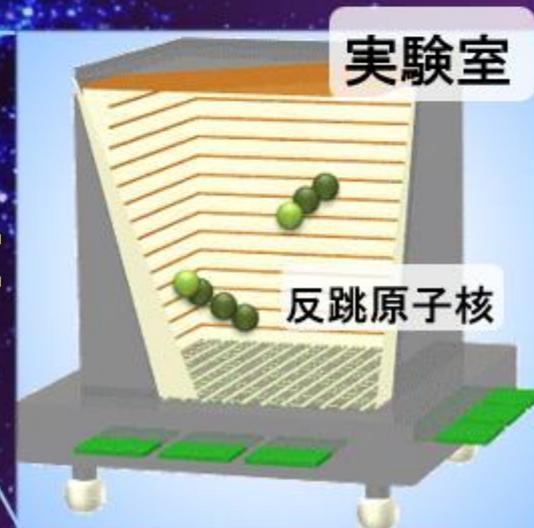
WANTED

Naの入った気体  
(常温)

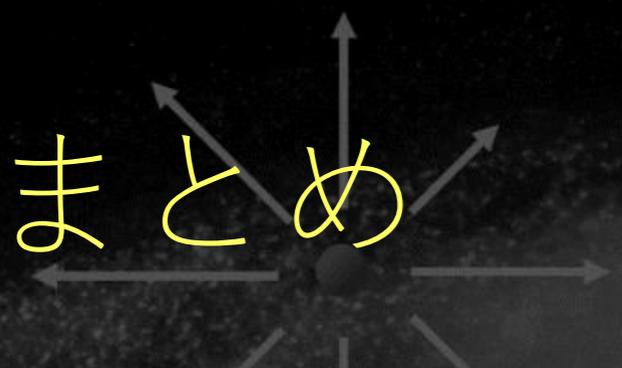
化学屋さん助けて！



身内のやろうとしていること：  
蹴とばされた原子核を見る



# まとめ



- 大切なものは大体宇宙で作られた
    - 水素・ヘリウム：ビッグバン
    - 鉄より軽いもの：星のなか
    - 錬金術は：中性子星合体
  - その5倍くらい大切なダークマターの正体をしりたいたい
- 