

Nobelprisen i fysikk 2006

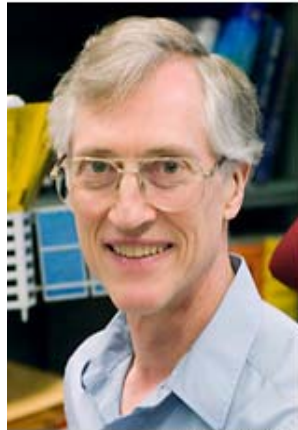


Photo: NASA

John C. Mather

🏆 1/2 of the prize

USA

NASA Goddard Space
Flight Center
Greenbelt, MD, USA

b. 1946



Photo: R. Kaltschmidt/LBNL

George F. Smoot

🏆 1/2 of the prize

USA

University of California
Berkeley, CA, USA

b. 1945

Hvordan kosmologi ble en presisjonsvitenskap

Kort foredrag holdt av
Per Erik Skogh Nilsen

FoU – lunsj
Avdeling for ingeniørfag, Høgskolen i Østfold

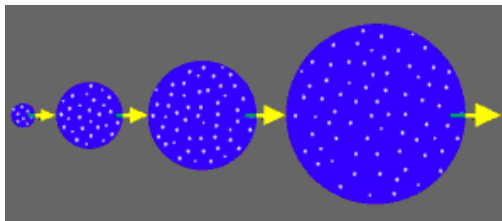
10.januar 2007

To teorier som har blitt hevdet

✚ The Steady State model

Fred Hoyle (1948)

- Universet har alltid vært slik det er i dag
- Massetettheten har alltid vært den samme
 - Hvis universet ekspanderer må da ny masse skapes med en rate på ca. ett hydrogenatom per m^3 per milliard år.



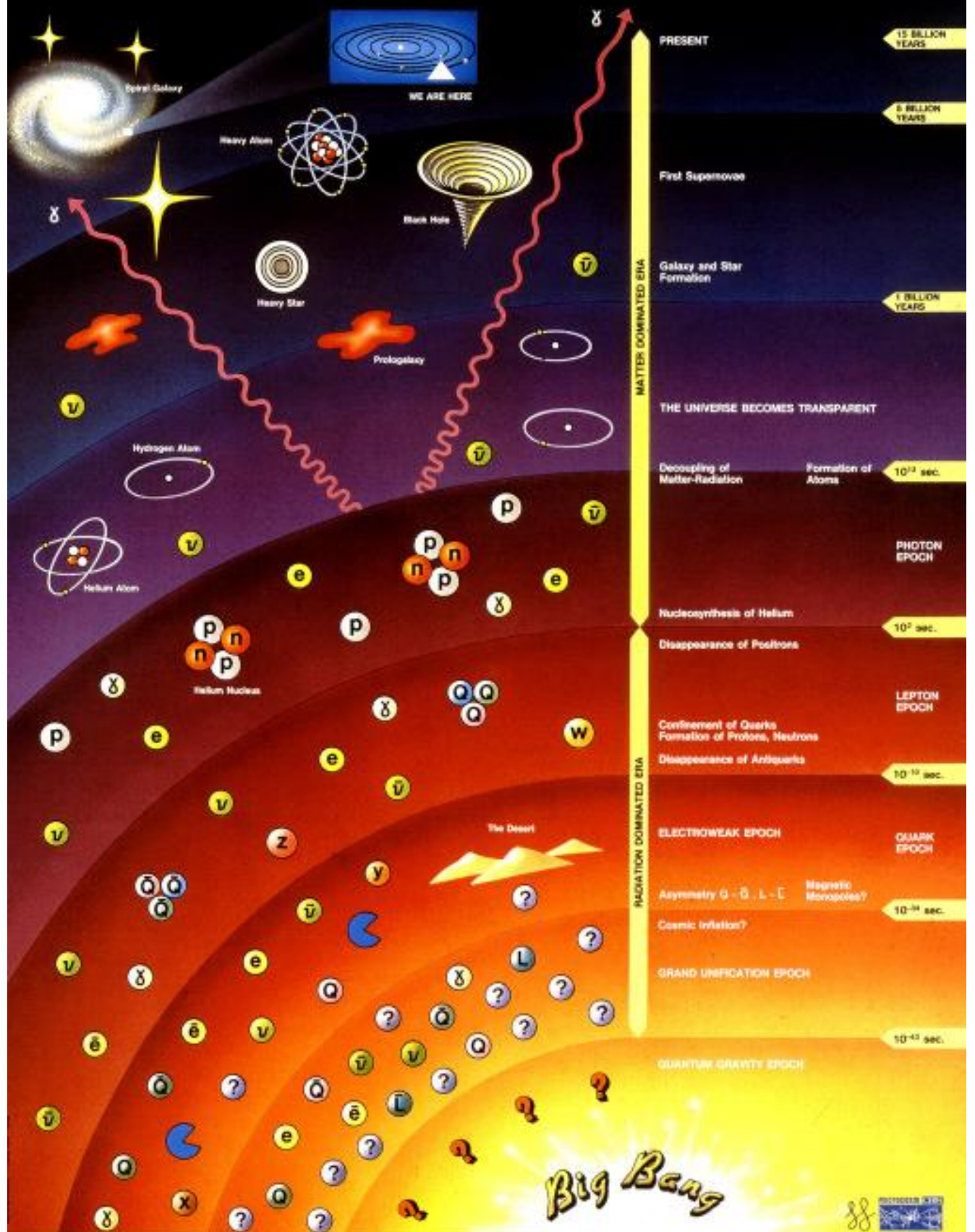
✚ The Big Bang

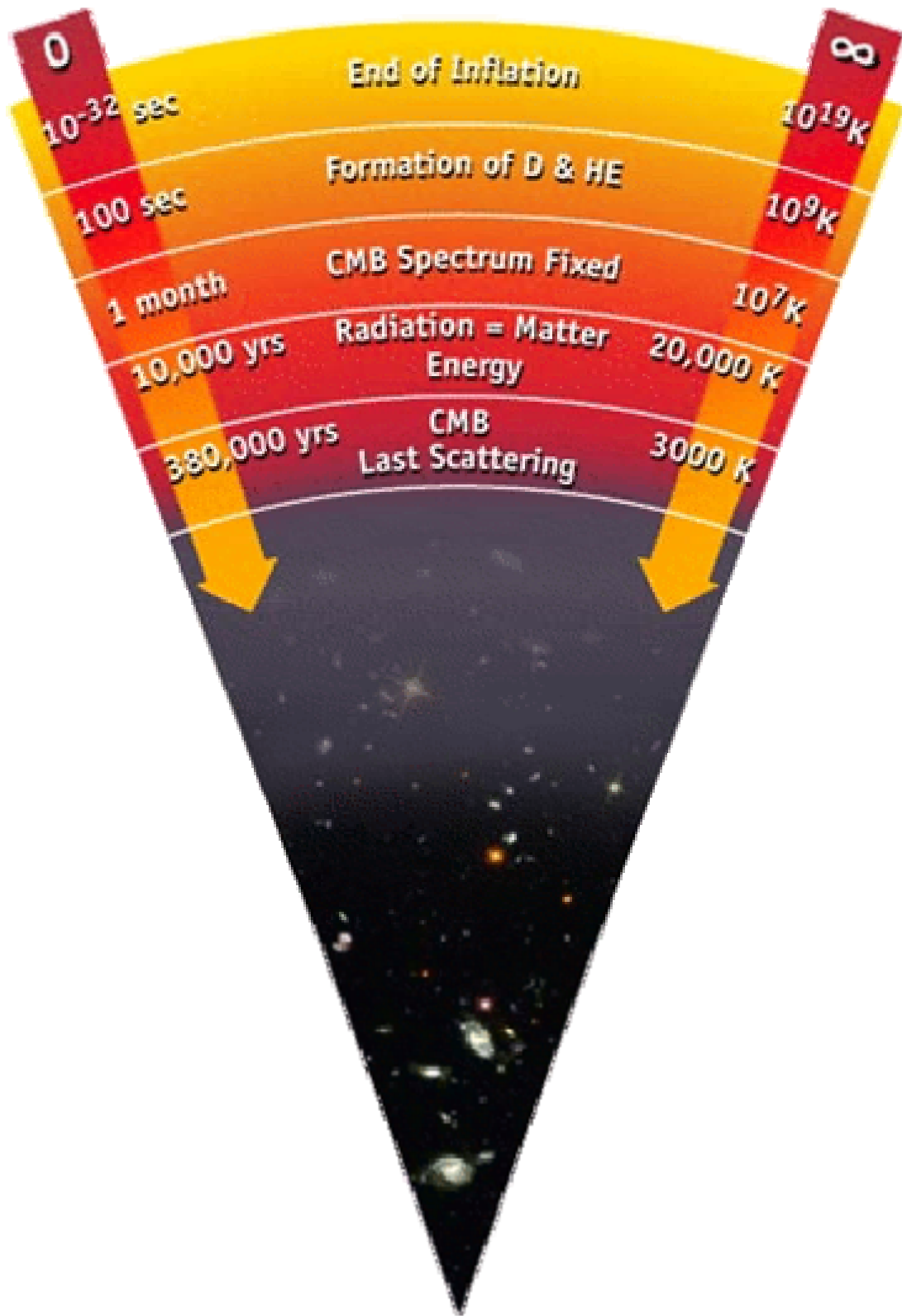
George Gamow (1948)

- Hvis universet utvider seg i dag, må det ha vært mindre tidligere.
- Når en gass utvider seg, avtar temperaturen.
 - Veldig tidlig må derfor temperaturen ha vært veldig høy
- Konsekvenser fra teorien til Gamow.
 - I universet vil det være ca. 75% hydrogen og 25% helium.
 - Universet må overalt ha en bakgrunnstråling av elektromagnetiske bølger som tilsvarer en temperatur på 5 K.
 - Bakgrunnstrålingen skal være isotrop (ens i alle retninger)
 - Hvis man plotter intensiteten mot frekvensen av denne strålingen skal den ha en form sortlegemestråling (Planckspektrum)



History of the Universe



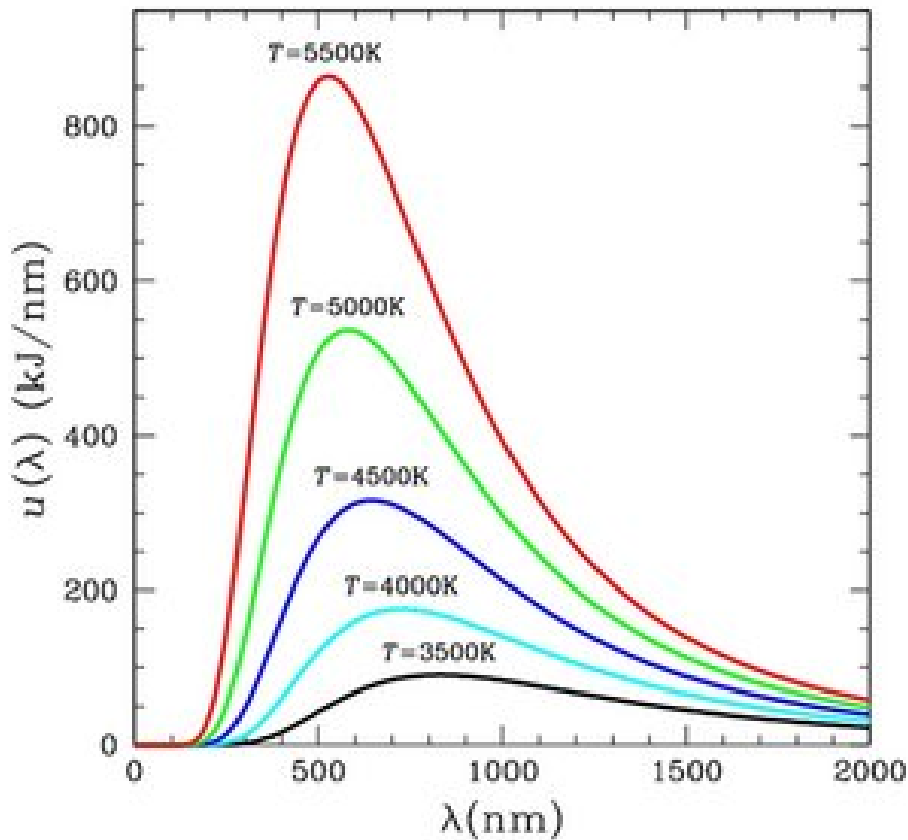


Teorien for bakgrunnstrålingen ble modifisert noe etter Gamow

Hva særpreger bakgrunnstrålingen

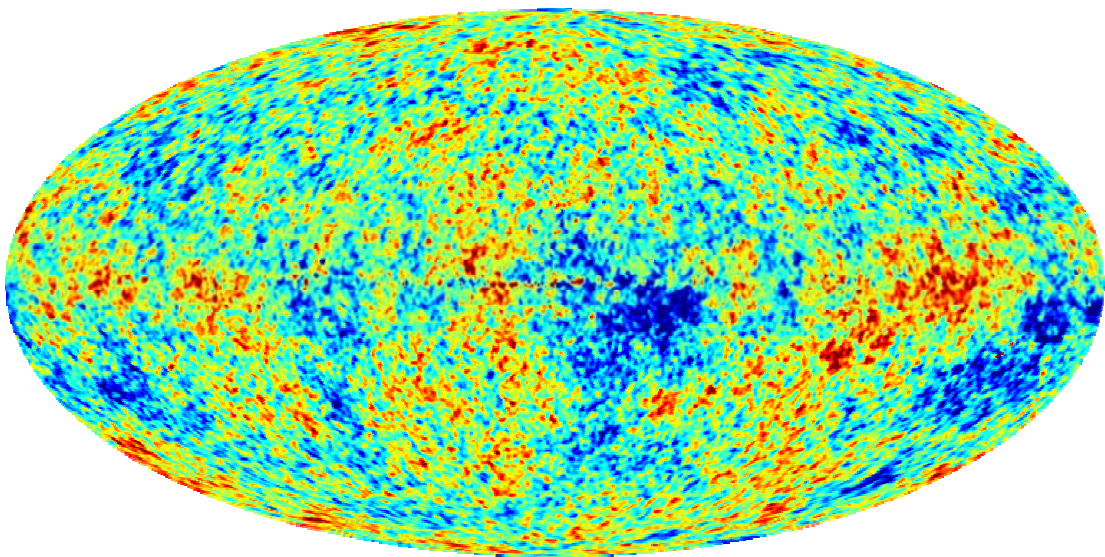
✚ Strålingen avhenger av frekvensen

- Likevekt mellom fotoner og elektroner gir en Planckkurve (se figur til høyre)
- Big Bang skal gi et Planck-spektrum med $T = 2-5 \text{ K}$
- Steady State kan ikke forklare slik stråling.



✚ Temperaturen vil variere noe ettersom hvor den er

- Temperaturen bestemmes primært av tettheten.
 - Små variasjoner i temperaturen tilsier små variasjoner i tettheten.
- Regioner med høy tetthet 300 000 år etter Big Bang er utgangspunktet for dannelse av galakser.
- En kart av bakgrunnstrålingen vil derfor vise fordelingen av masse i universet rett etter Big Bang



Så ble bakgrunnsstrålingen oppdaget



To radioingeniører ved Bell Laboratories, Arno Penzias og Robert Wilson undersøkte bakgrunnstøy fra den første amerikanske satelitten (*Echo 1*).

De fant et mystisk signal som var isotropt fordelt og tilsvarte en T på ca. 3,5 K.

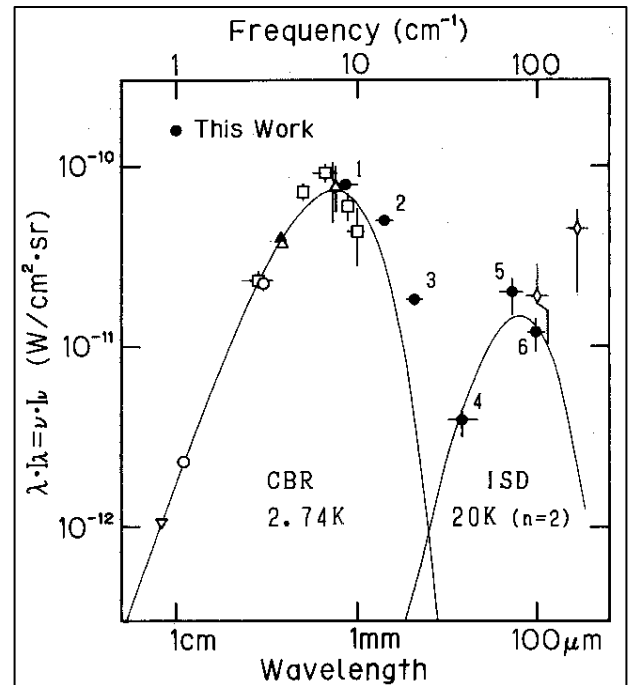
På Princeton holdt 3 vitenskapsmenn (Dicke, Peebles og Wilkinson) på med å planlegge en måling av denne strålingen, Penzias og Wilson forsto ingenting av det signalet de målte, men hørte om gruppa ved Princeton. De ringte da til Dicke som kunne forklare hva det var. I etterkant uttalte så Dicke seg til de andre **"Boys, we have been scooped"**

**I 1978 fikk Penzias og Wilson
Nobelprisen for denne oppdagelsen**

Målinger av bakgrunnstrålingen

Tilsynelatende avgjorde oppdagelsen til Penzias og Wilson debatten om hvordan universet startet, **men det forutsatte at strålingen fordelte seg som et Planck-spektrum. Hvis det kunne påvises at temperaturavhengigheten ikke var slik, ville Big Bang være skikkelig ute å kjøre.**

Forskningsgrupper fra hele verden satte seg for å måle spektret ved ulike bølgelengder. I en lang periode var resultatene i overensstemmelse med Planck-spekteret, men usikkerhetene var store.



Group	Year	λ (cm)	T_0
Penzias and Wilson	1965	7.35	3.5 ± 1.0
Howell et al.	1966	20.7	2.8 ± 0.6
Roll and Wilkinson	1967	3.2	3.0 ± 0.5
Welch et al.	1967	1.58	2.0 ± 0.8
Kislyakov et al.	1971	0.36	2.4 ± 0.7
Mandolesi et al.	1986	6.3	2.70 ± 0.07

I 1988 var derfor overraskelsen stor når Matsumoto et.al i et rakletteksperiment utførte det mest presise eksperimentet hittil og fant $T_0 = 3,175 \pm 0,027 K$ som er 17σ fra det forventete resultatet.

Et klart brudd med teorien for Big Bang

- 🚩 **Var Big Bang død?**
- 🚩 **Var det noe galt med eksperimentet?**
- 🚩 **Mer enn 100 artikler ble skrevet året etter som la fram mulige fysiske forklaringer.**

Veien videre

I midten av 70-åra begynte flere amerikanske forskningsgrupper å gjøre målinger på dette. De samarbeidet med NASA. De planla å sende opp satelitten COBE for å måle bakgrunnstrålingen. Satelitten skulle sendes opp med romferge. I januar 1986 eksploderer Challenger, og skrinlegger dermed videre planer om å sende COBE opp med romferge.



Nye planer ble lagt. COBE skal sendes opp med en Delta-rakett.

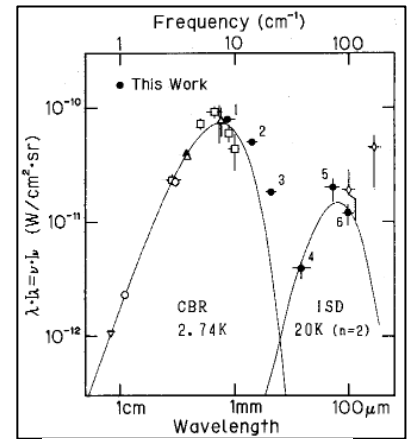
Store endringer ble gjort med mer enn 300 vitenskapsmenn, ingeniører og administratorer involvert.

COBE ble klar i juni 1989 og ble sendt opp 19 november samme år

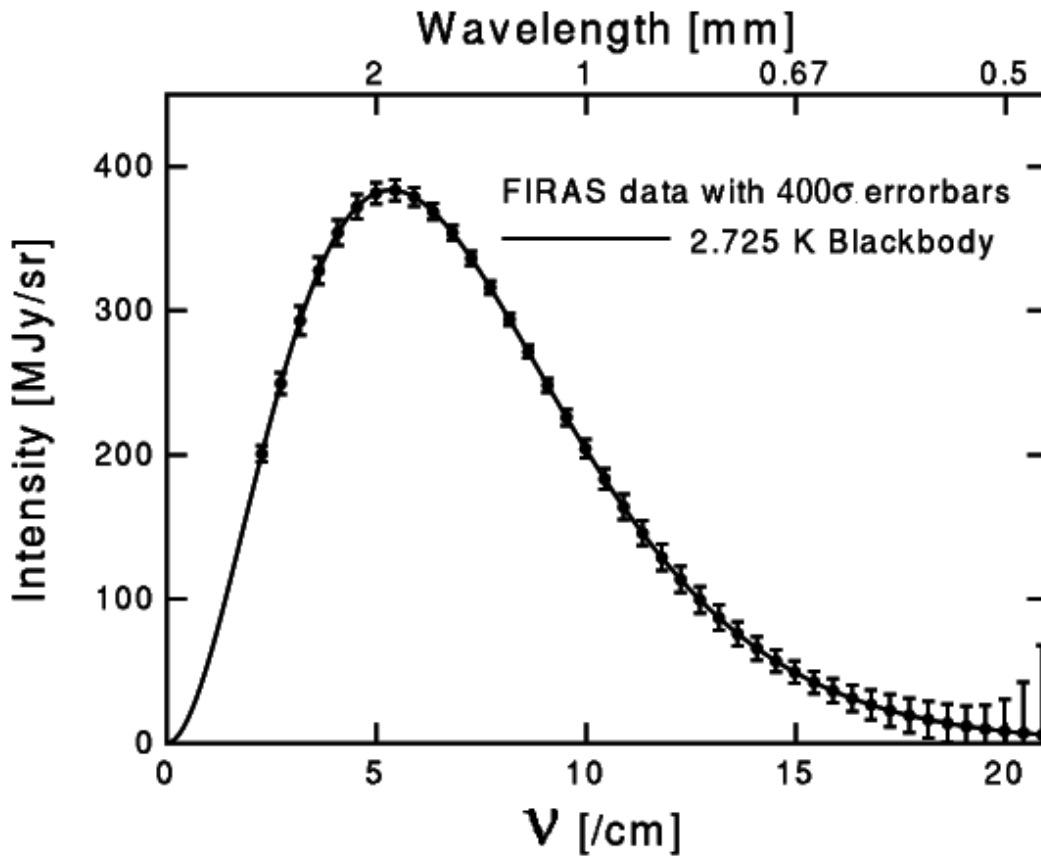


I januar 1990 hadde folkene bak COBE reservert taletid på årsmøtet til American Astronomical Society.
 Folk ante at noe var i gjære. I auditoriet var det smekkkfullt med over 2000 tilhørere.

John Mather kom fram på årsmøtet og sa
"Here is our spectrum"



Tidligere resultater

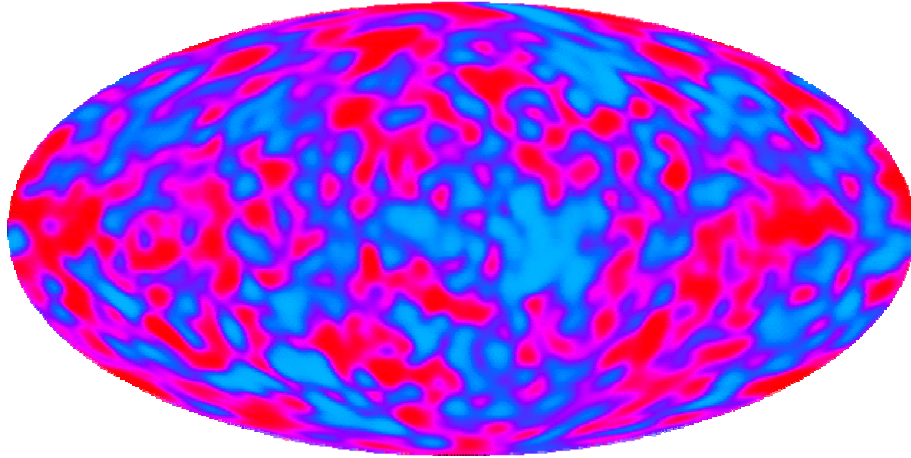


Det var da stille i salen noen sekunder, så reiste alle seg opp og ga stående applaus.

Dette var en sterk bekreftelse på Big Bang og samtidig den siste spikeren i kista for Steady State,

Mer detaljerte resultater ble presentert et par år senere.

I april 1992 presenterte Geoge Smoot målinger som helt klart viser fluktuasjoner i bakgrunnstrålingen.



På denne presentasjonen ble George Smoot spurt av en journalist om hva bildet betød, hvorpå han svarte

"If you are religious, it's like looking at God"

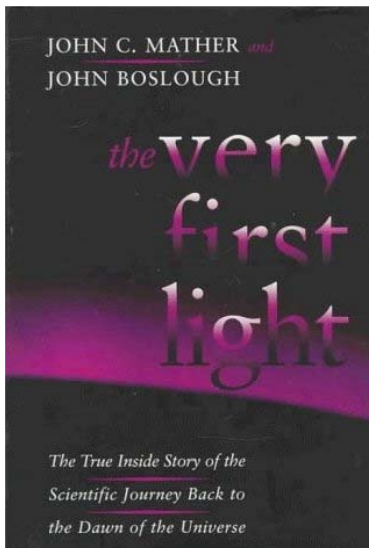
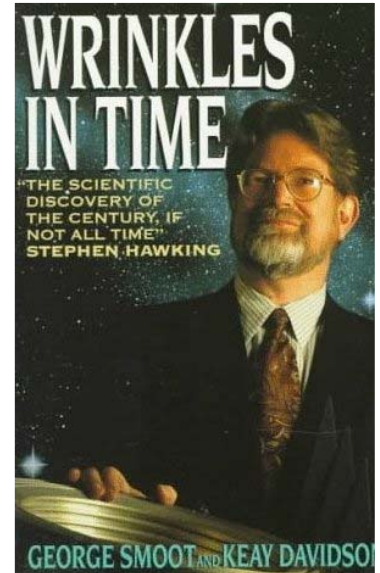
Resultatene var helt i overenstemmelse med hva teorien om Big Bang sa.

Stephen Hawking uttalte på samme tid at dette var
"The greatest discovery of the century, if not all time!"

Fra nå av var kosmologien en presisjonsvitenskap

Med dette ble George Smoot veldig mye omtalt, som oftest referert til som lederen av COBE.

- Forsider av New York Times, Washington Post, Los Angeles Times etc.
- Kåret til en av de 25 mest interessante navnene i 1992 av People Magazine.
- Uttalelse fra George Efstathiou (professor i Cambridge) ”Only the marriage of Princess Di generated equal media interest”
- Bokavtale verdt flere millioner dollar



Dette ble ikke godt mottatt av de andre i COBE, som følte at Smoot prøvde å ta hele æren, slik at det var han som kunne motta Nobelpris.

- Den andre sentrale lederen i COBE, John Mather, fortalte så sin versjon i boka ”The very first light”

Det har vært sterke spekulasjoner på at dette var årsken til at Nobelprisen ble tildelt først i 2006.



Nobelprisen i fysikk for 2006 ble tildelt
John Mather and George Smoot med ordene

*”for their discovery of the blackbody form and anisotropy of the
cosmic microwave radiation”*

De delte 10 millioner SEK likt mellom seg og opptrådte sammen etter
tildelingen samtidig som de uttalte at gammel uenighet nå er en del av
historien.

