

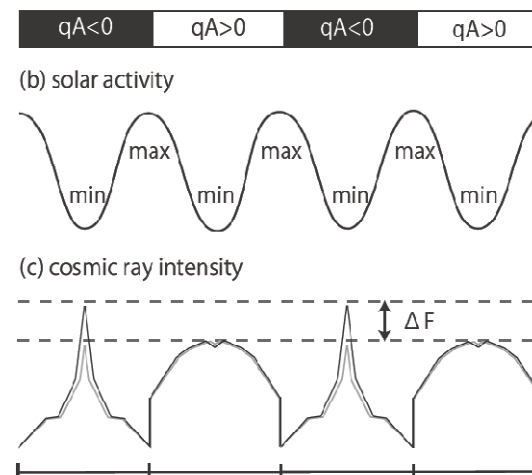
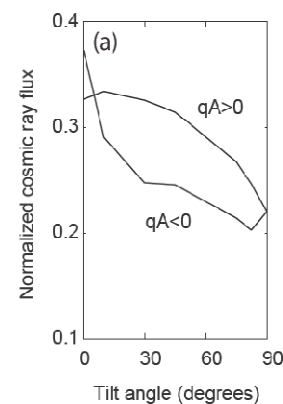
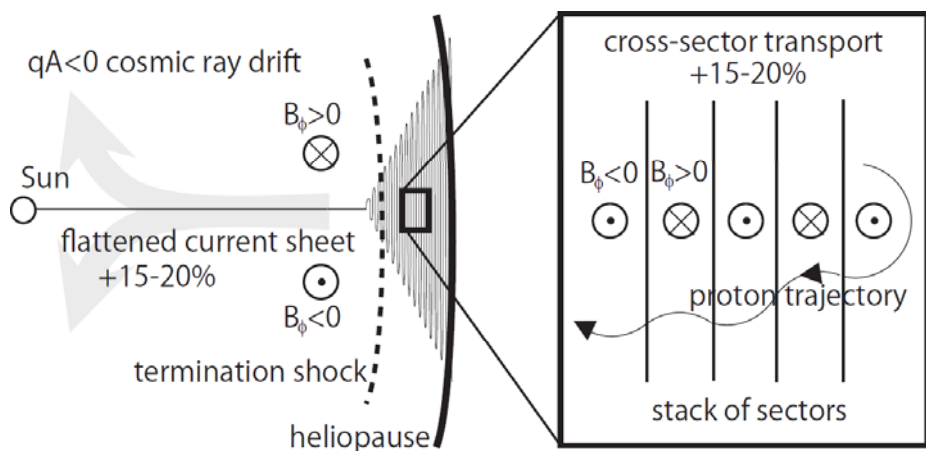
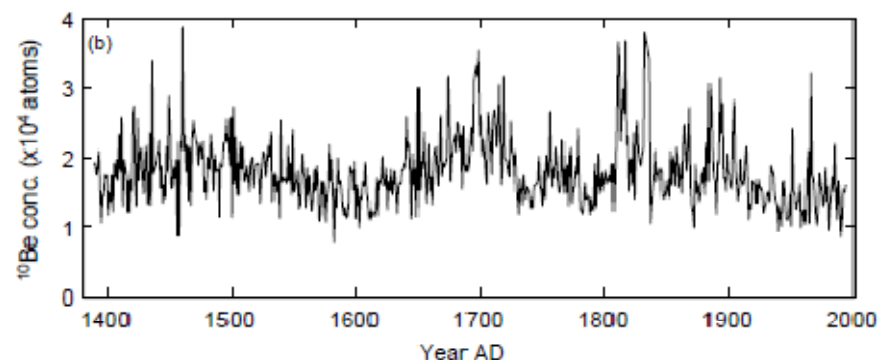
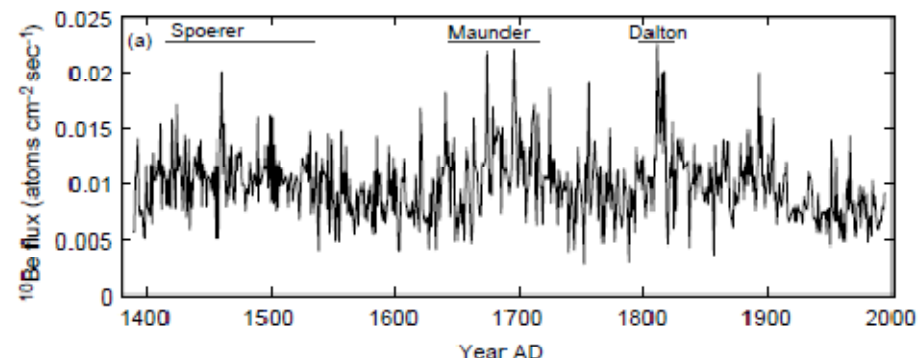
STE現象解析ワークショップ & 第212回生存圏シンポジウム

第2回極端宇宙天気研究会

2012月10日1日(月)～2日(火)
東工大百年記念館3階フェライト会議室

宣伝, 今朝アクセプト!

Kataoka, Miyahara, & Steinhilber,
Space Weather (2012, accepted),
“Anomalous ^{10}Be spikes during the
Maunder Minimum: Possible evidence for
extreme space weather in the heliosphere”



お疲れ様でした！総合討論

- 前回(第1回)、ブレスト
 - 門倉さん、鈴木健さん、中野さん、福田さん
- 今回(第2回)、ウェブサイトには資料公開
 - 基調講演: 理研塩田さん、JAXA佐藤先生、塩川さん、藤田先生
 - 寺田さん来られず(惑星研究はまさに極端宇宙天気そのものby D)
 - 東工大と京都の学生が多数参加
 - 科研費の作戦会議と一石二鳥...
- 極端宇宙天気、固定観念を持つのはよくないby E、予測こそ科学by K
 - 太陽地球系を、極端なケースにおいても物理的な方法で、予測する科学
 - マウンダー(太陽活動予測、)、キャリントン(GIC-SC 500A!?, 被ばく、ISS降下、)
 - そのほか、フレア予測、RB加速, LSTID, SAPS、噴火シグナル、、、
 - 宇宙天気セッションでも、こういう発表ときおり侵食しましょう。
- 次回への希望
 - 名古屋の年輪フレア呼びたいby 柴田
 - 学生の発表増やす? 場所は京都(代表: 海老原)?
 - 極端論文をsw誌に投稿し(亘、新聞も!)、発表共有する場にする?
- 宣伝、コメント?
 - 小川、高橋、丸橋、菊池(極端イベントを単なる延長で考えていいのか?)、藤原、

総合討論のメモ

- いろんな意味での極端がある。惑星に行かなくても地球は面白くチャレンジング(海老原)
- サブストームがわかってなくて極端な状況の予測が本当にできるか？磁気圏の性質はサブストームにすべて詰まっている(田中)
- 災害的な側面と他分野とのつながりはとても重要(藤田)
- 「極端宇宙天気」の定義は何でしょう。違和感がある。(小川)レアだったり平均から遠いもの(三好)
- 社会的責任を果たすべき。キャリントンが起きたら本当に何が起こるのか。我々は予測できるのか。どの時点でできるのか。そういう問題意識が重要(草野)
- 今後は学生にもっと参加してもらおうとして、参加者は学生を一人は連れて参加することを推奨、みたいにする？

極端宇宙天気2の趣旨説明

片岡龍峰

研究会のねらい

- 強くも弱くも10-100倍規模の問題に取り組む方法論や、理論限界値などを議論できるような研究会にしたい。
(強い方はキャリントン、弱い方はマウンダー)
- 少ないながらも極端事象の手がかりはある。シミュレーションを駆使して極端ジオスペースを根拠ある形で再現したい。地球環境や人類に対してどのようなインパクトがあるのか具体的に提示できたら素晴らしい。
- ジオスペース随所で観測された極端事象を(差し支えない範囲で)リスト化し、共有していきたい。Wantedリストを見た他領域の研究者が思いがけない領域で意外な繋がりを発見するかもしれない。

第一回のメモ

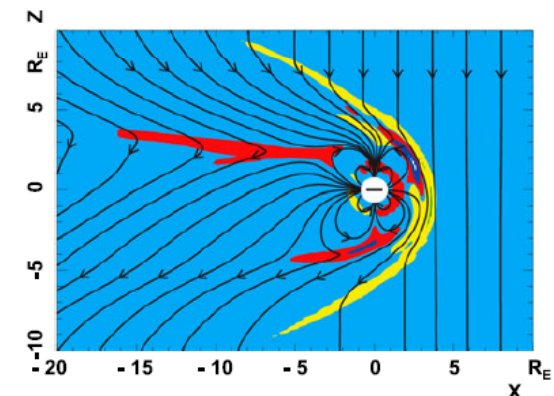
- 極端事象はべき乗則で起こる。
 - キャリントンも想定内。Ridley (2012)
- 暗黒星雲による弱電離磁気圏
 - 放射線帯やリングカレントを消失させるために必要な中性粒子の密度は？
 - 弱電離の太陽風が吹く可能性もある？
 - 磁気反転の磁気圏？

- あちこちにカスプ、低緯度でもオーロラ
- いまの磁気圏よりも複雑でIMF方向に鈍感

394

K.-H. Glassmeier, J. Vogt

Fig. 6 MHD simulation of a quadrupolar magnetosphere in the x - z -plane, i.e. the plane containing the Earth rotation axis. The interplanetary magnetic field (IMF) direction is perpendicular to the solar wind flow; the quadrupole is aligned with the flow. Black lines indicate magnetic field lines. Electric current flow is represented by filled colored contours; currents into the plane are indicated by red, currents out of the plane are indicated by yellow (after Vogt et al. 2004)



Magnetic Polarity Transitions and Biospheric Effects

Historical Perspective and Current Developments

Karl-Heinz Glassmeier · Joachim Vogt

Received: 11 February 2010 / Accepted: 6 May 2010 / Published online: 29 May 2010
© Springer Science+Business Media B.V. 2010

Abstract This review addresses possible biospheric effects of geomagnetic polarity transitions. During a transition the magnetic field at the surface of the Earth decreases to about 10% of its current value. If the geomagnetic field is a shield against energetic particles of solar or cosmic origin then biospheric effects can be expected. We review the early speculations on the problem and discuss in more detail its current status. We conclude that no clear picture of a geomagnetic link, a causal relation between secular magnetic field variations and the evolution of life on our planet can be drawn.

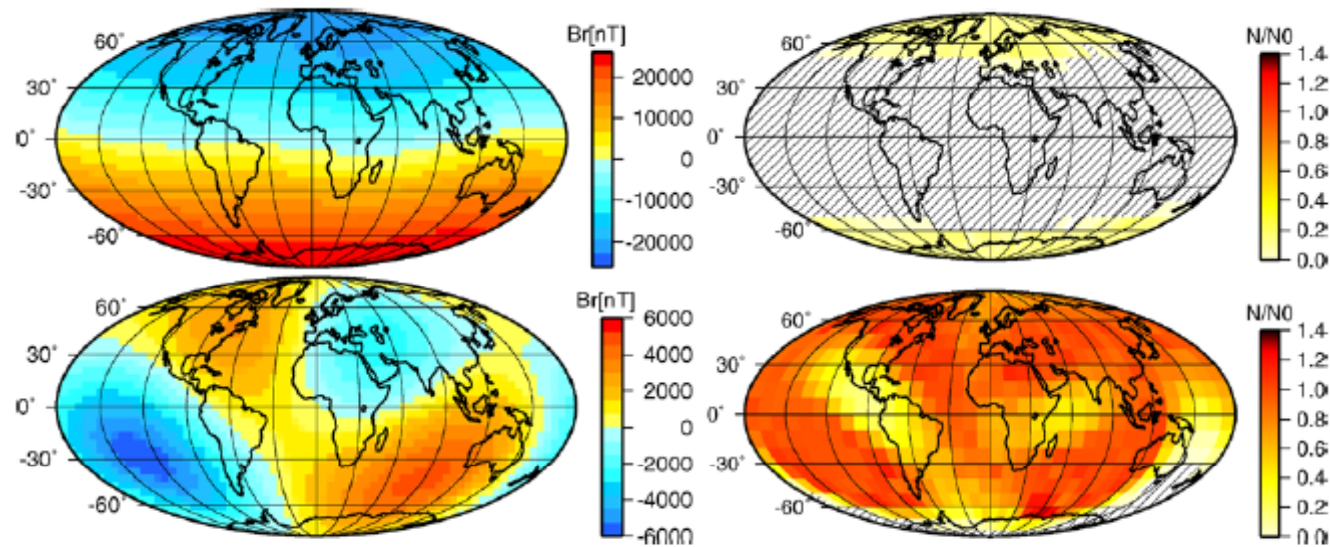
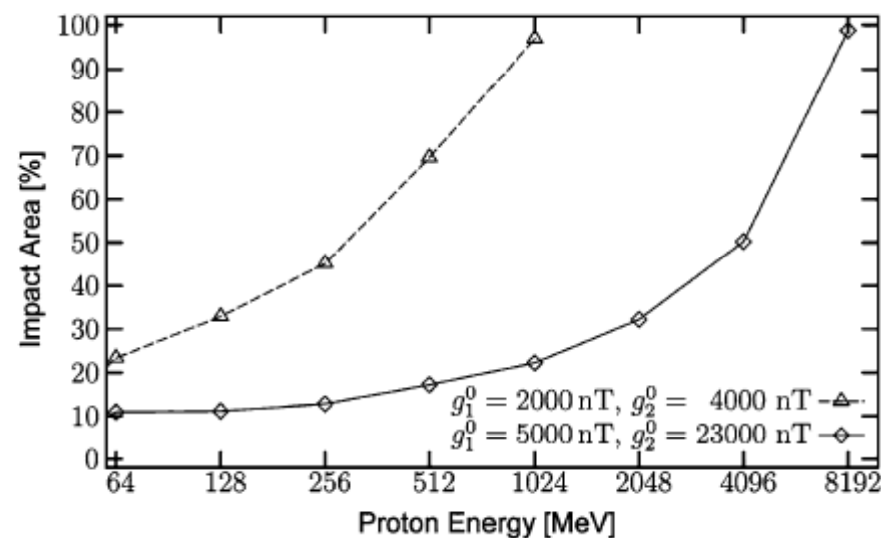


Fig. 8 The spatial distribution of the radial component of the Earth magnetic field (*left*) and regions on the globe that become accessible to 256 MeV protons (*right*) before and during a simulated polarity reversal. *Top*: 15 000 years before the reversal. *Bottom*: At the time of the reversal (after Stadelmann 2004)

Fig. 9 Impact area for a mixed magnetospheric situation with rotation axis aligned dipole and zonal quadrupole internal moments (after Stadelmann et al. 2010). Note that the impact area has been determined for particles reaching the Earth surface. As the particles will be absorbed in the atmosphere the actual impact area in the atmosphere is slightly different



Ridley2012

$$P(x \geq x_{crit}) = \frac{C}{\alpha - 1} x_{crit}^{-\alpha+1} \quad (3)$$

Thus, the CCDF also follows a power law with a reduced exponent ($\alpha - 1$).

- 今後10年間でキャリントンが起こる確率12%

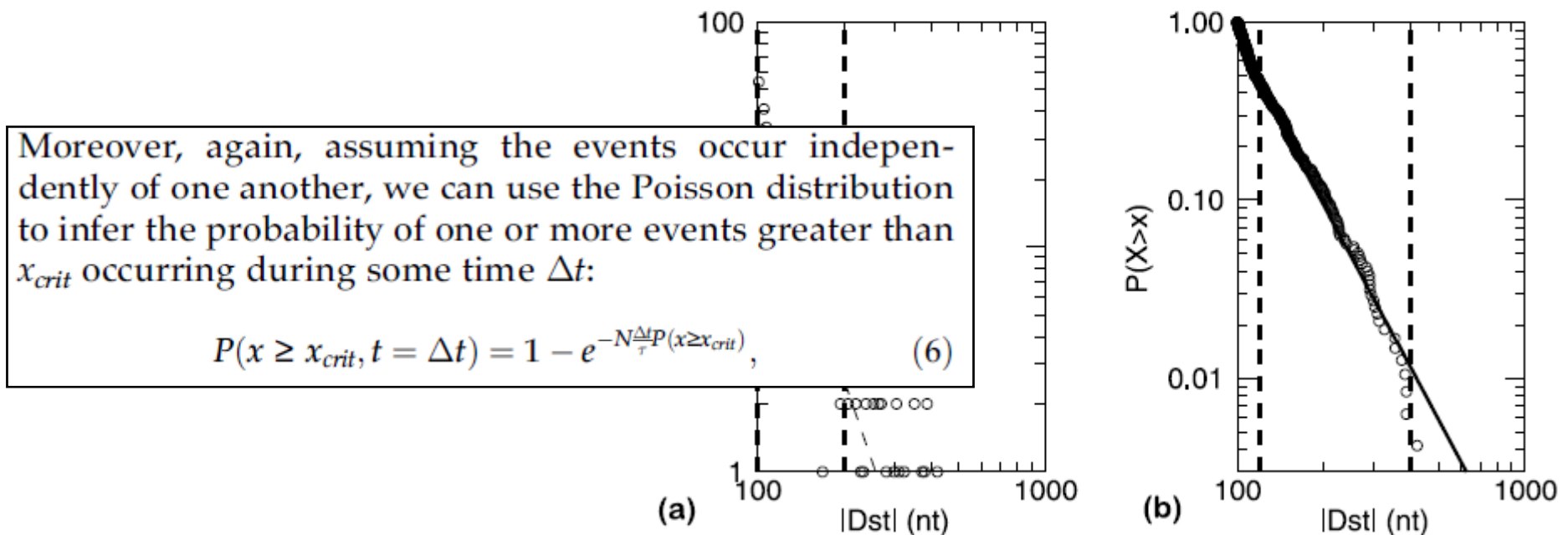
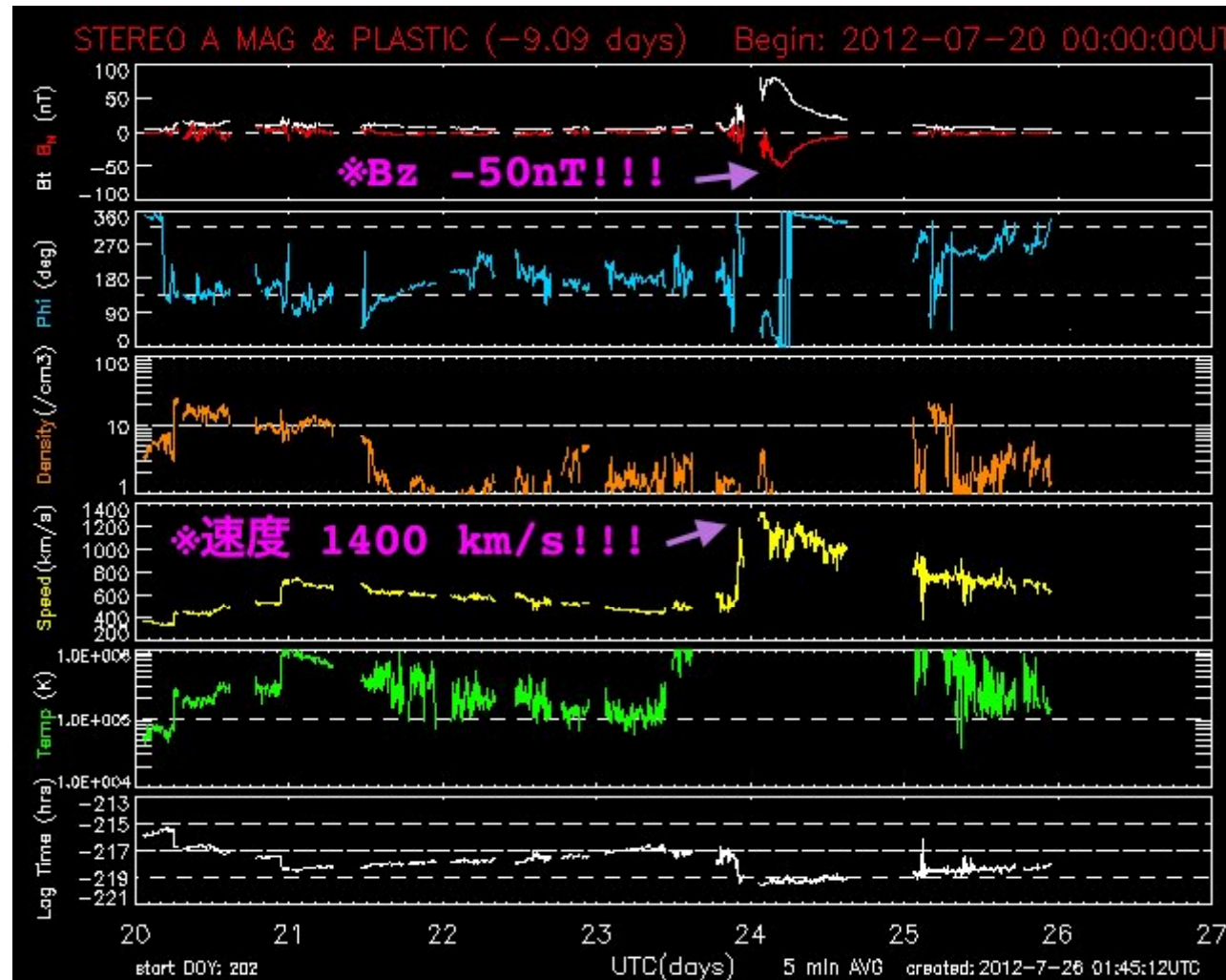


Figure 8. As Figure 2 except that the variable is the number of geomagnetic storms as a function of storm size, as measured by Dst . In Figure 8a, 100 bins were equally spaced in Dst between $|Dst| = 100$ and $|Dst| = 10^{2.7}$.

第2回極端宇宙天気の基調講演

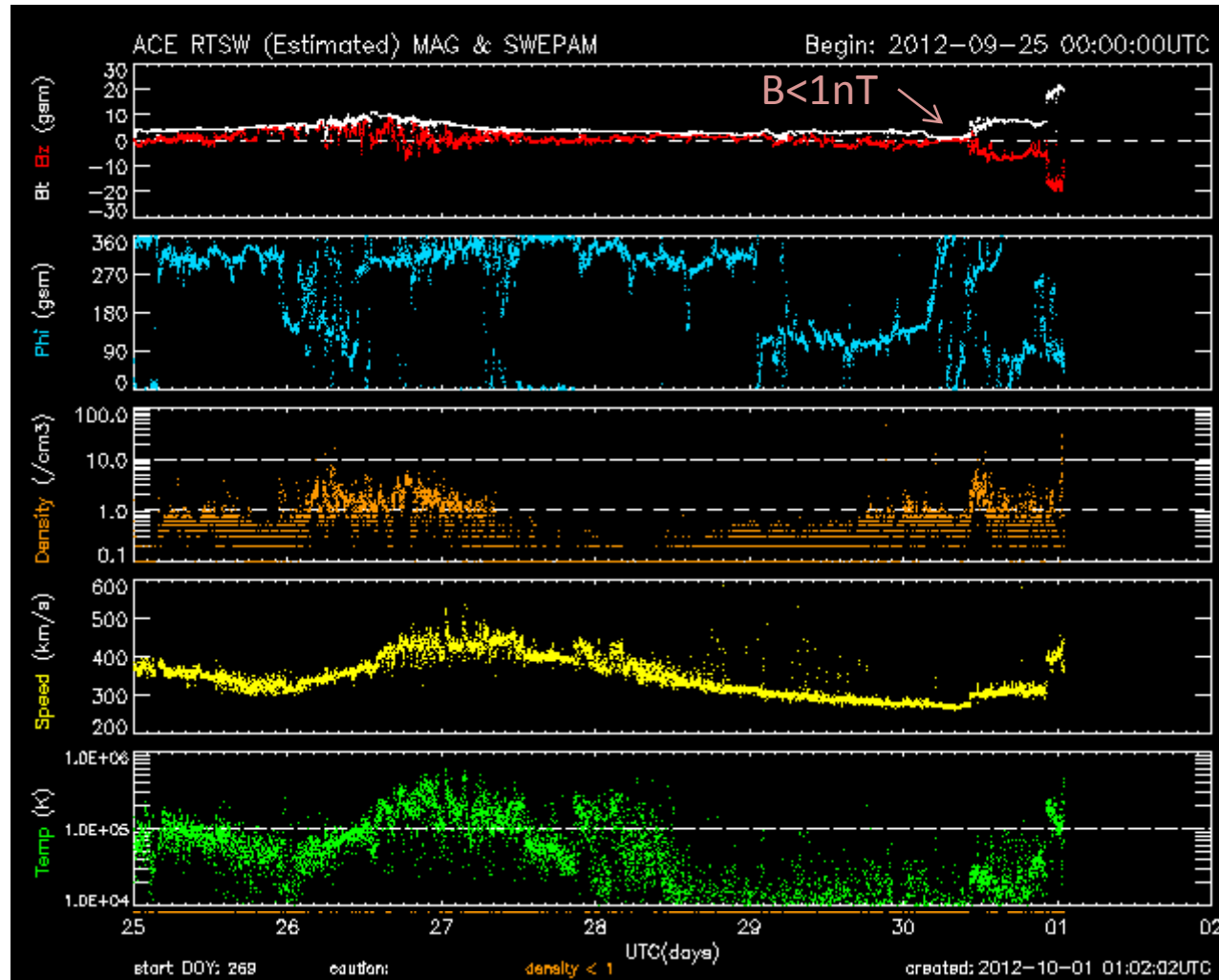
- 塩田大幸「太陽極域磁場と太陽周期活動」
 - マウンダー極小期になるには？
- 佐藤勝「宇宙飛行士の被ばく管理について」
 - 実際の被ばく管理
- 藤田茂「1000年に1回のGICイベントとは」
 - 巨大誘導電流による実被害？
- 塩川和夫「磁気嵐に対する超高層大気の応答」
 - 本当にキャリントンが起こったら？

7月、Stereoで観測された太陽風



2003年11月にDst=-422nTを起こした太陽風磁場と同程度、スピードは1.3倍速い

さきほど、極端に磁場が弱い太陽風



普遍的な太陽地球系科学へ

- ありうる極端な境界条件を知る
 - 天文学(銀河、太陽、惑星)
- 地磁気等の関数として表現する
 - 古地磁気学
- 仮説を立てて物的証拠を発見する
 - 地質学
- 大量絶滅や全球凍結、生物進化への影響、惑星環境の予測など、豊かな展開が期待できる。
 - 「星雲の冬」仮説を発表します。

2012年10月1日 極端宇宙天気研究会2@東工大

過去最悪の宇宙地球環境を探る

片岡龍峰(東工大)

Dark cloud and supernova remnant



Dark Cloud:

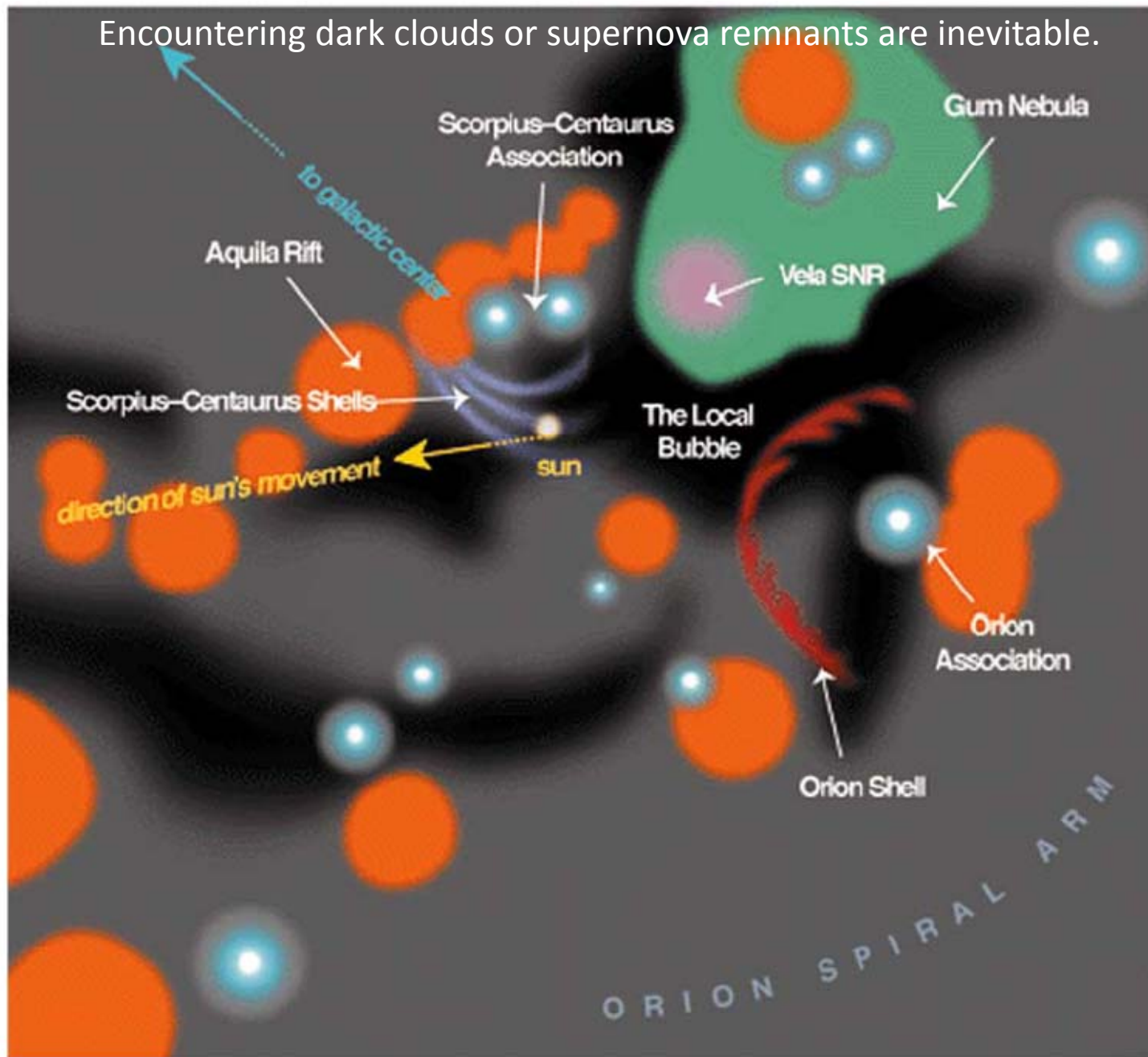
1-100 pc
10-100 K
100-1000 /cc
20 km/s
1% of mass is dust
Time scale is million years
(a number of magnetic excursions occur)



Supernova Remnant:

10-100 pc
10-100 MK
0.01-1 /cc
1000 km/s
10 % of pressure is cosmic rays
Time scale is thousand years

Encountering dark clouds or supernova remnants are inevitable.



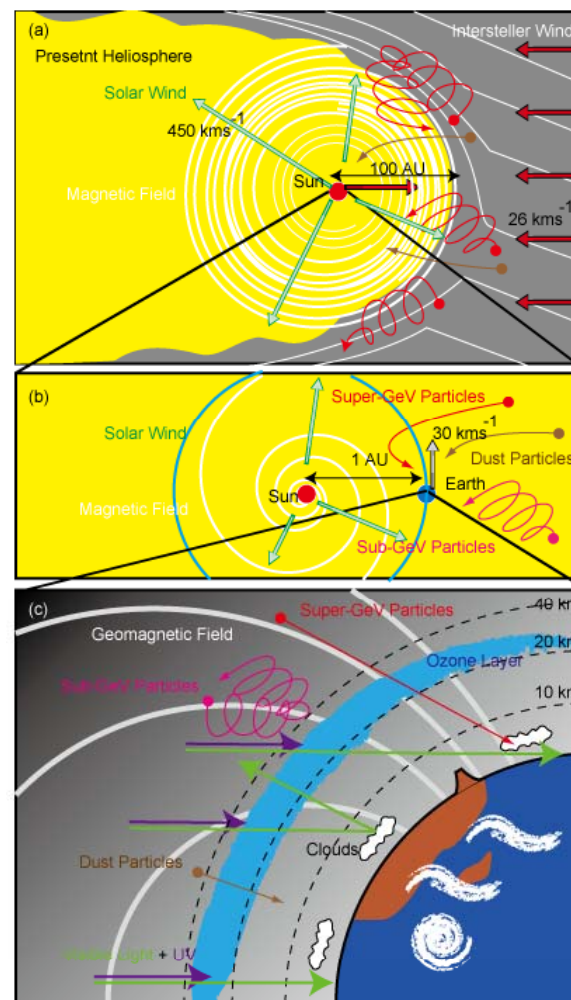
■ molecular clouds

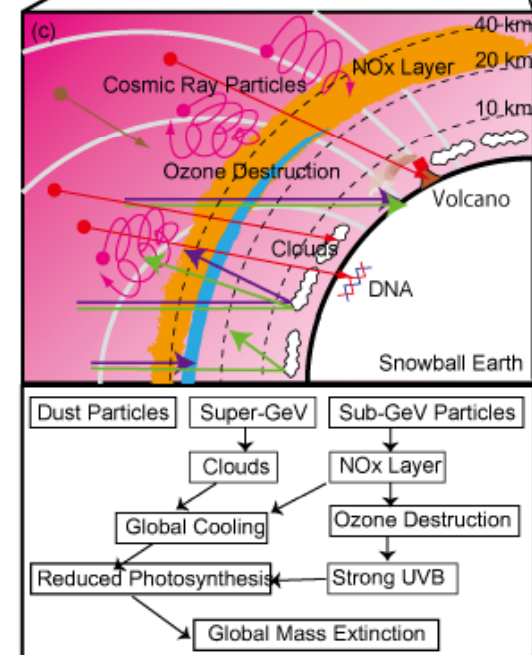
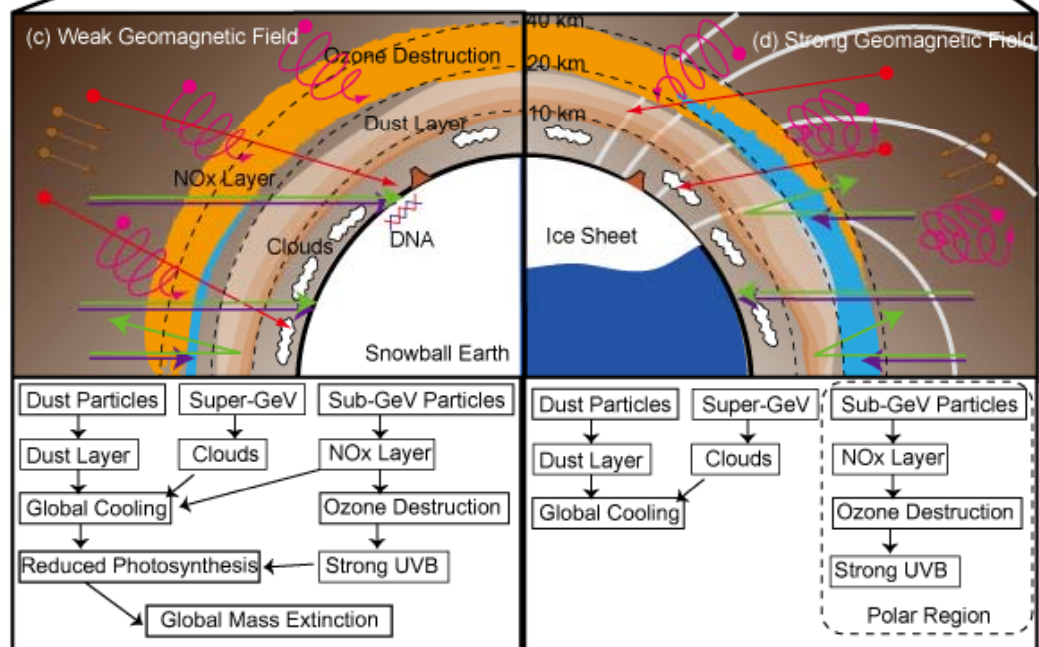
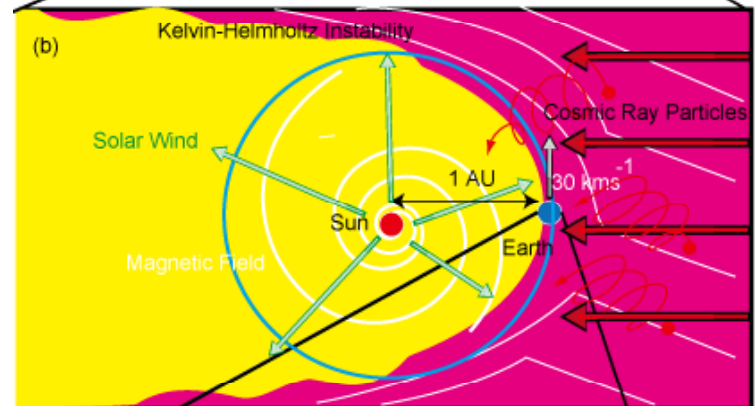
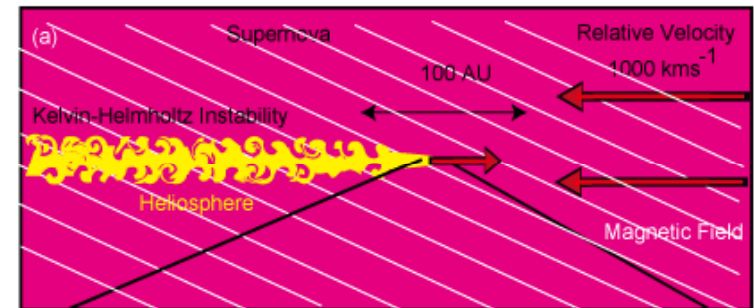
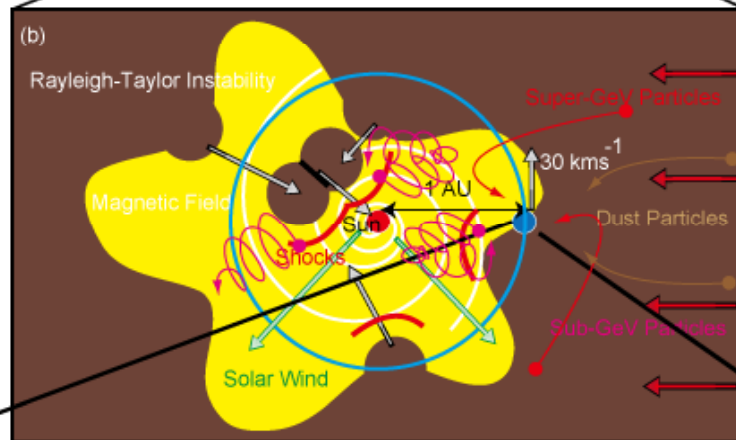
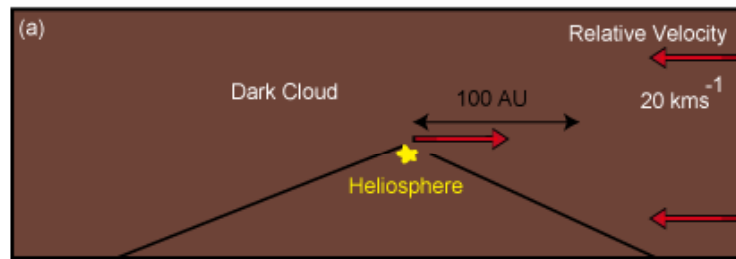
■ diffuse gas

400-500 pc view ([Frisch 2000](#))

強まる3つの槍と、壊れる3つの盾

- 3つの槍
 - 宇宙線
 - 宇宙塵
 - 紫外線
- 3つの盾
 - 太陽圏
 - 地磁気
 - オゾン層





- ・希薄 ($0.01\text{--}1\text{ /cc}$)、高温 ($10\text{--}100\text{ MK}$)、高速 (1000km/s)
- ・任意の方向からぶつかってくる (例: 夜から、北から、吹きつけたら?)
- ・非常に強いプロトンベルトができる。低緯度もオゾン破壊される?

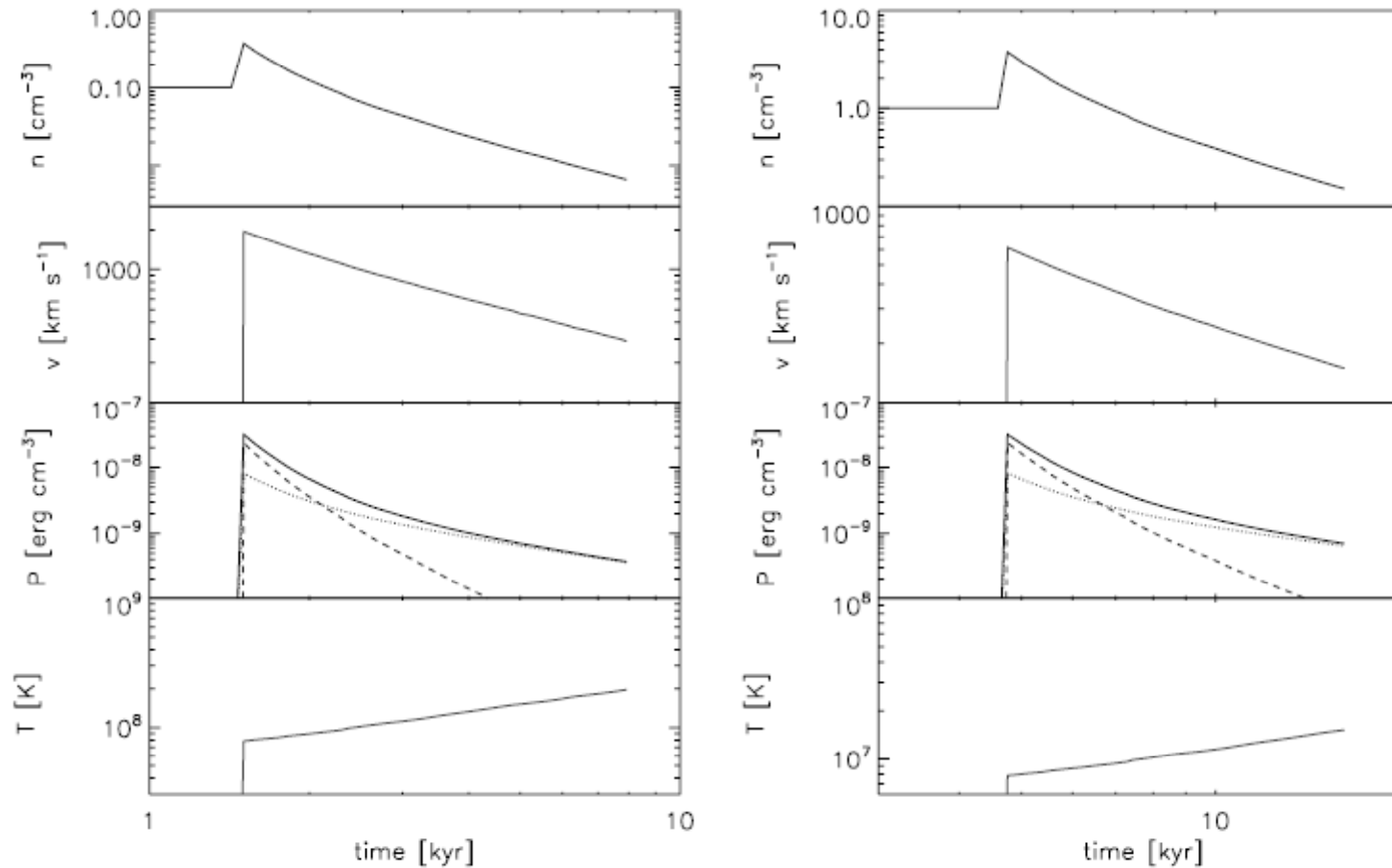
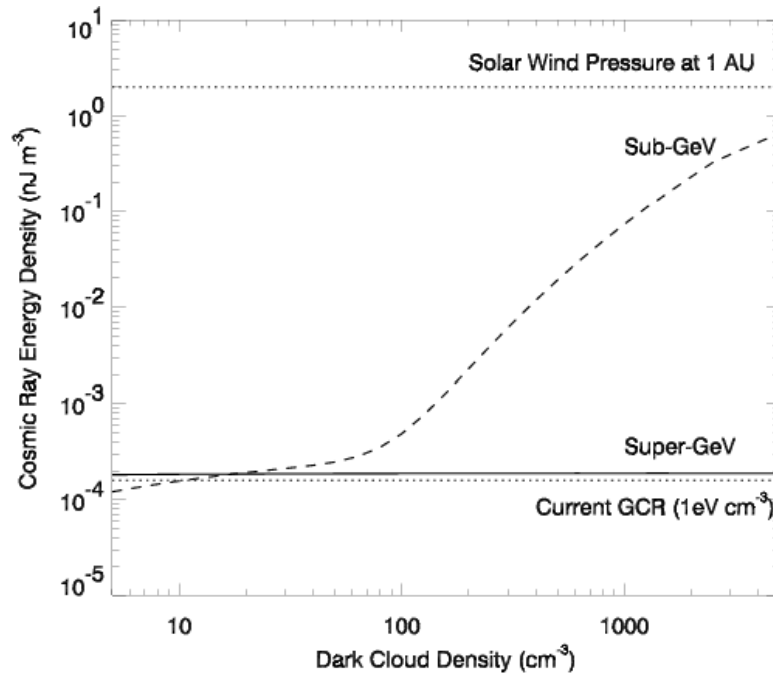


FIG. 2.— Time profiles of local fluid properties for an observer at a fixed distance $R = 10\text{ pc}$ from a supernova blast of 10^{51} erg . The constant early time values are those of the ambient medium; the spike then denotes the arrival of the shock, which is followed by a drop in density and rise in temperature as the observer's location is engulfed in the SNR. The pressure curves display P_{therm} (dotted lines), P_{ram} (dashed lines), and $P_{\text{tot}} = P_{\text{therm}} + P_{\text{ram}}$ (solid lines). Left: Explosion into a Local Cloud medium. Right: Explosion into the average ISM. [See the electronic edition of the Journal for a color version of this figure.]

暗黒星雲の密度の関数として定式化

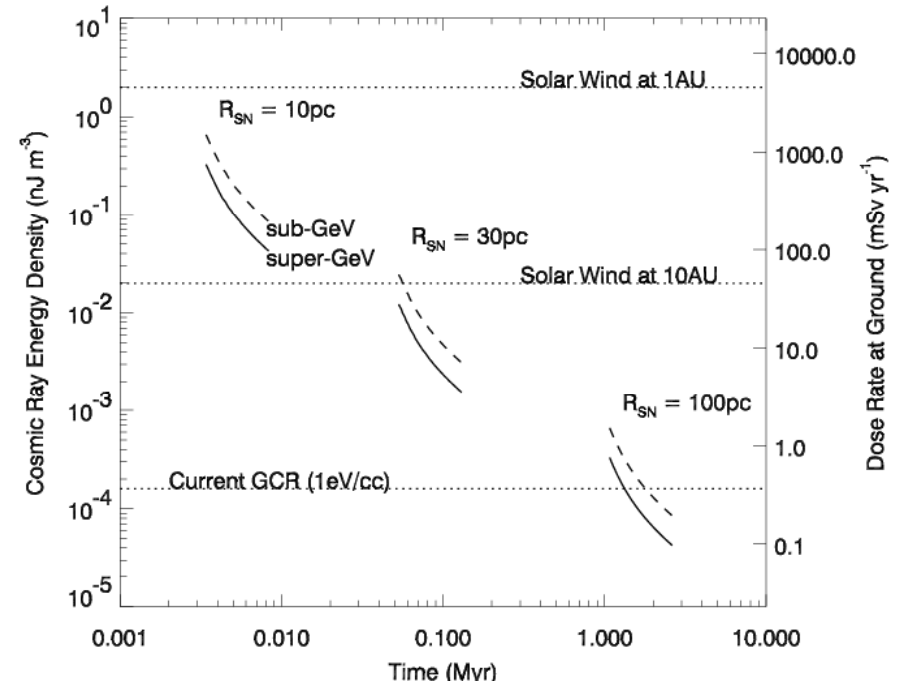
$$p_{\text{DC}} = 0.67 \text{ nPa} \left(\frac{N_{\text{H}}}{1000 \text{ cm}^{-3}} \right) \left(\frac{v_{\text{H}}}{20 \text{ km s}^{-1}} \right)^2$$

・宇宙線



超新星からの距離の関数として定式化

$$p_{\text{SN}} = 3.3 \text{ nPa} \left(\frac{R}{10 \text{ pc}} \right)^{-3} \left(\frac{E}{10^{51} \text{ erg}} \right)$$



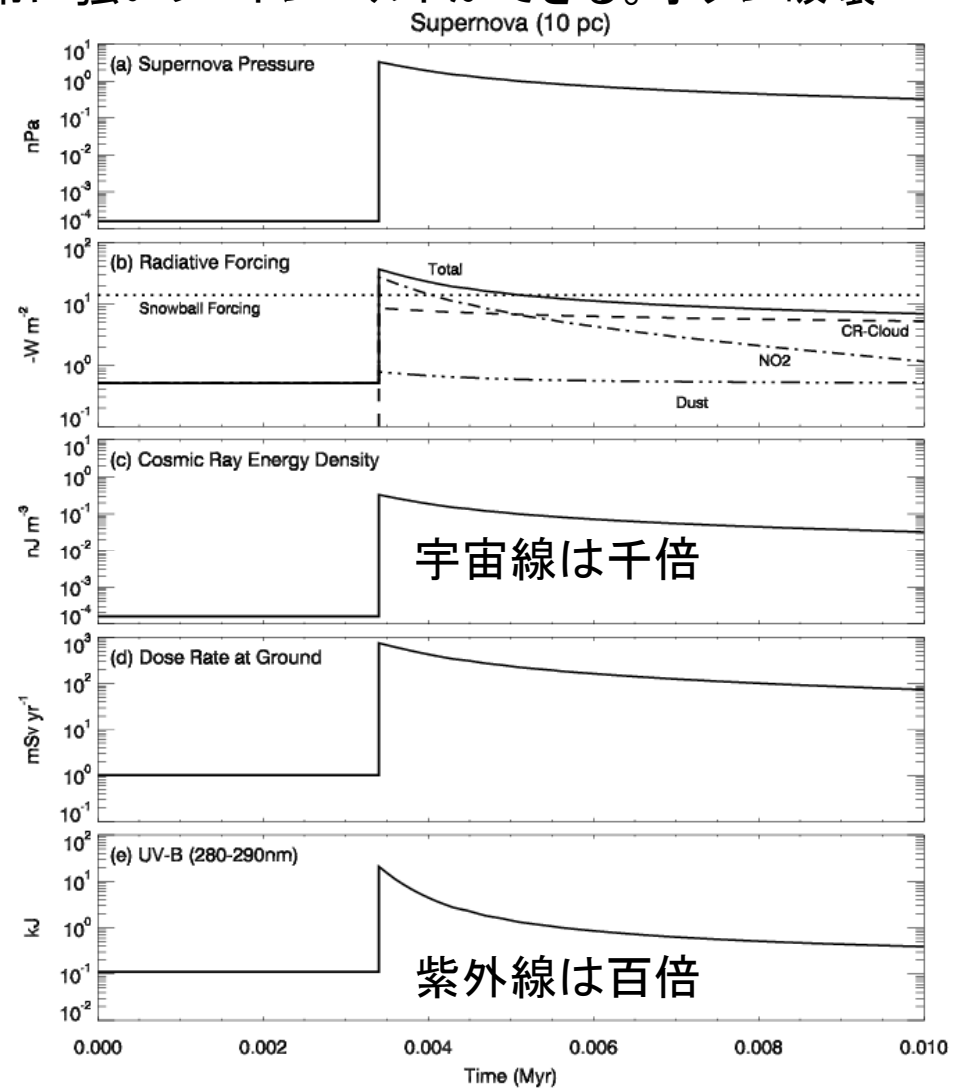
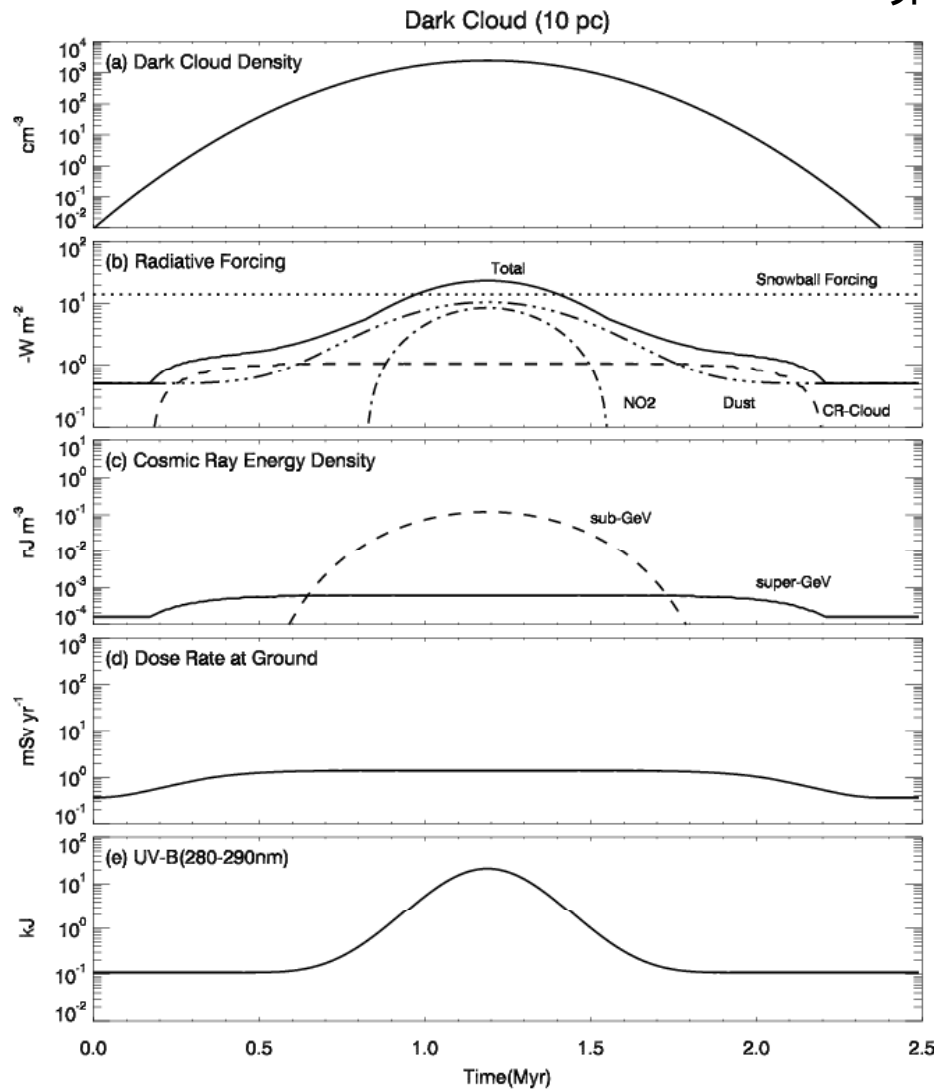
・宇宙塵と放射強制力

$$f_{\text{dust}} = 1.05 \times 10^{-8} \text{ kg m}^{-2} \text{ yr}^{-1} \left(\frac{N_{\text{H}}}{1000 \text{ cm}^{-3}} \right) \left(\frac{v_{\text{H}}}{20 \text{ km s}^{-1}} \right) \left[1 + 4.41 \left(\frac{v_{\text{H}}}{20 \text{ km s}^{-1}} \right)^{-2} \right]^2$$

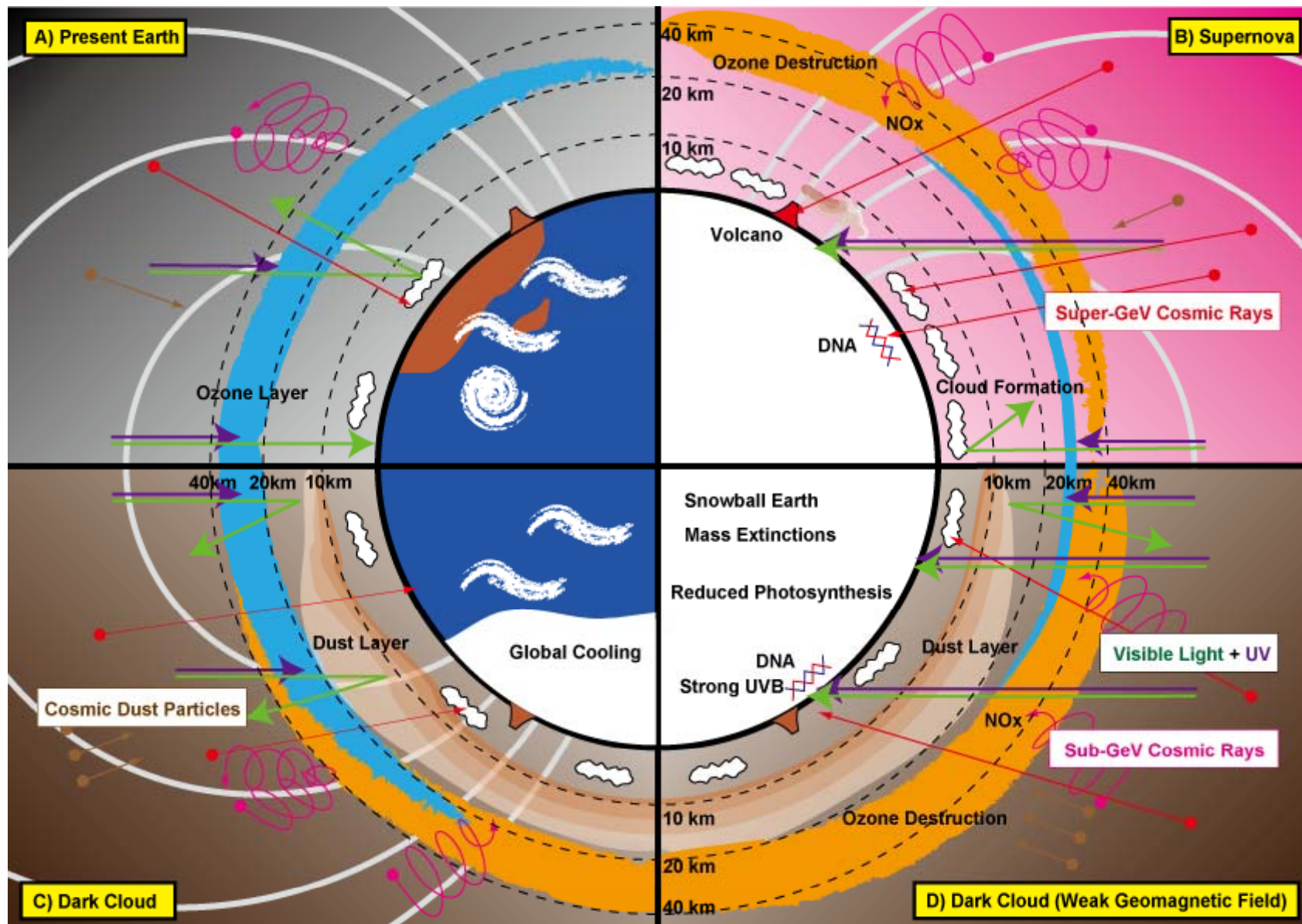
$$\Delta F_{\text{dust}} = -0.175 F \tau = -10 \text{ Wm}^{-2} \left(\frac{f_{\text{dust}}}{3.18 \times 10^{-7} \text{ kg m}^{-2} \text{ yr}^{-1}} \right) \left(\frac{a_{\text{d}}}{0.2 \text{ }\mu\text{m}} \right)^{-2.3} \left(\frac{\rho_{\text{d}}}{10^3 \text{ kg m}^{-3}} \right)^{-1}$$

長期なので磁気反転する

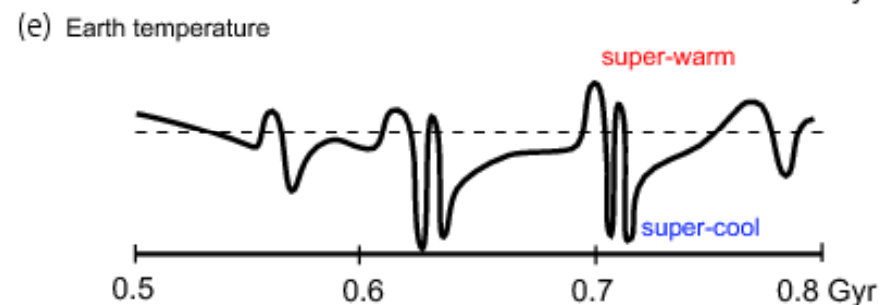
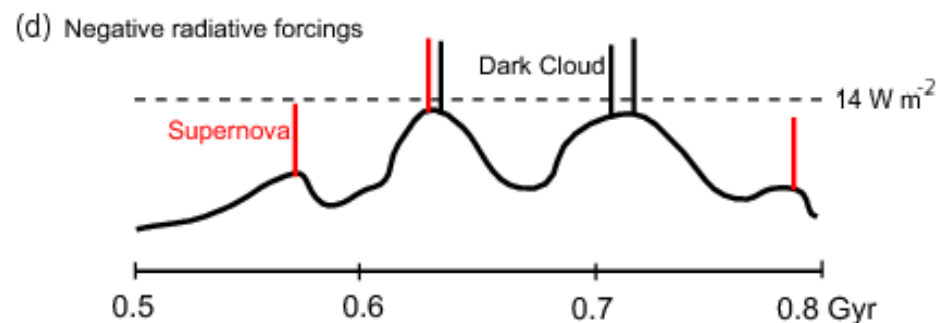
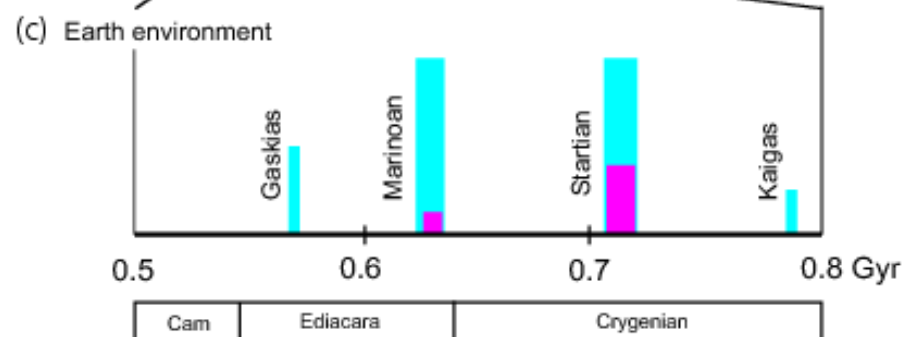
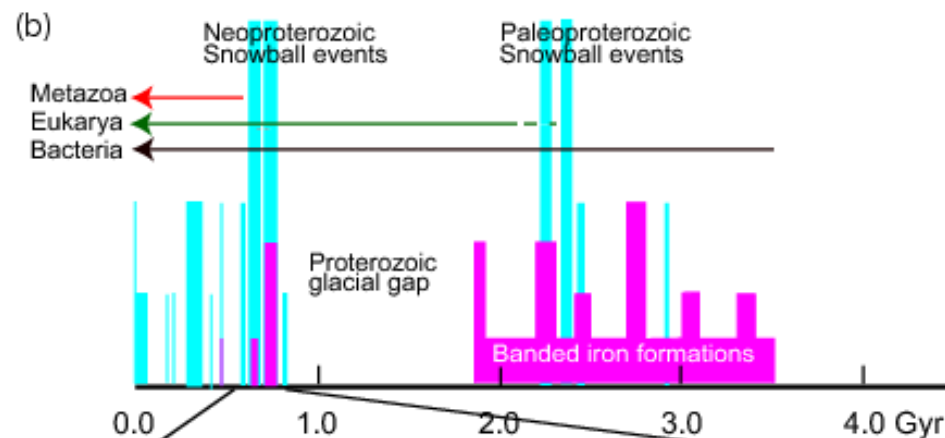
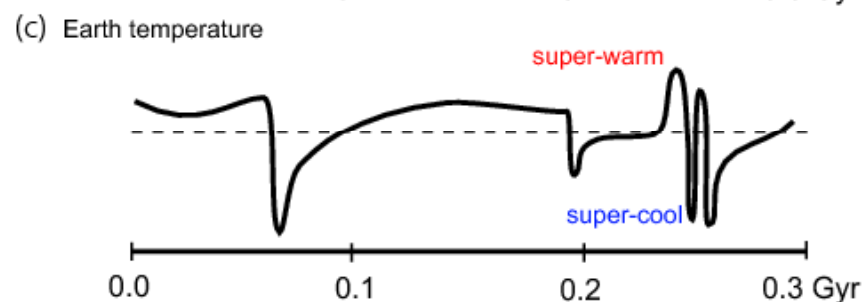
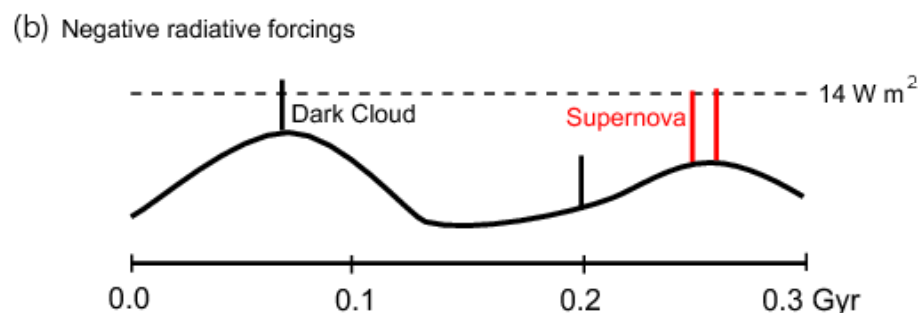
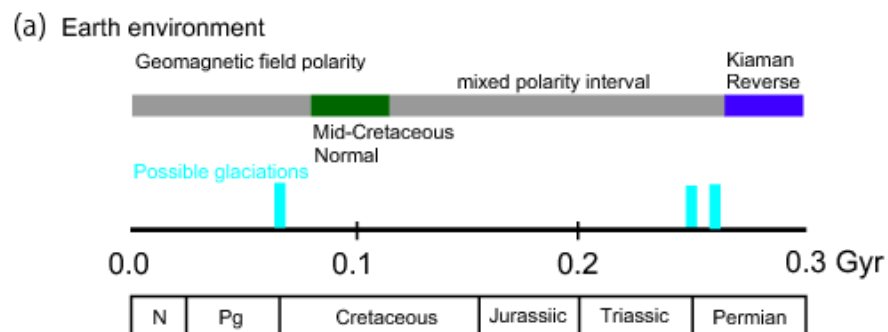
- ・希薄 (0.01-1 /cc) 高温 (10-100 MK) 高速 (1000km/s)
- ・任意の方向からぶつかってくる (例: 夜から?)
- ・非常に強いプロトンベルトができる。オゾン破壊



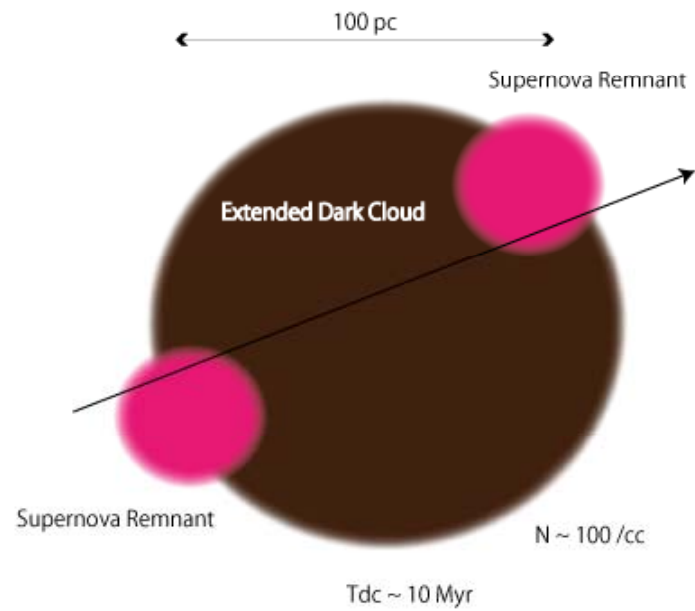
- ・低温 (10 K)、低速 (20km/s)、高密度水素ガス (1000 /cc) と地球磁気圏相互作用
- ・弱電離磁気圏の電流系? オーロラ、リンクカレント、放射線帯は消える??



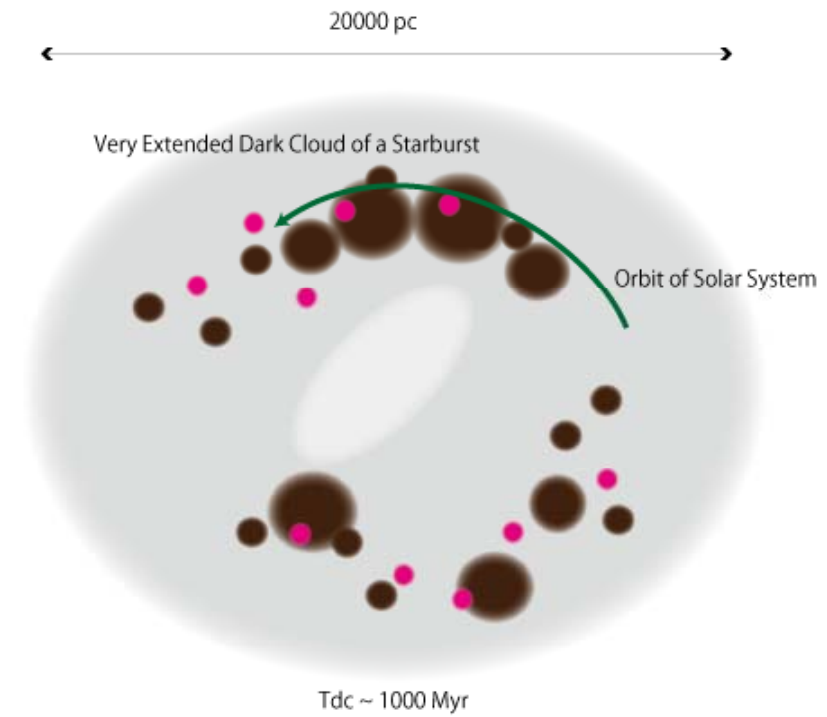
予想図



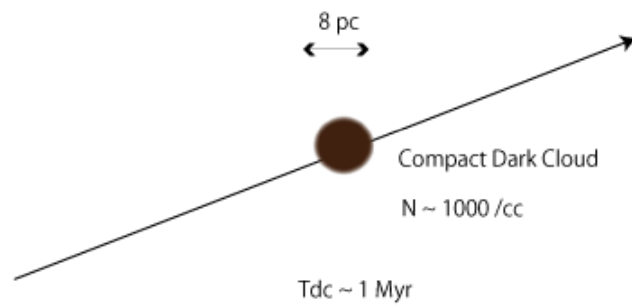
P-Tr Mass Extinction



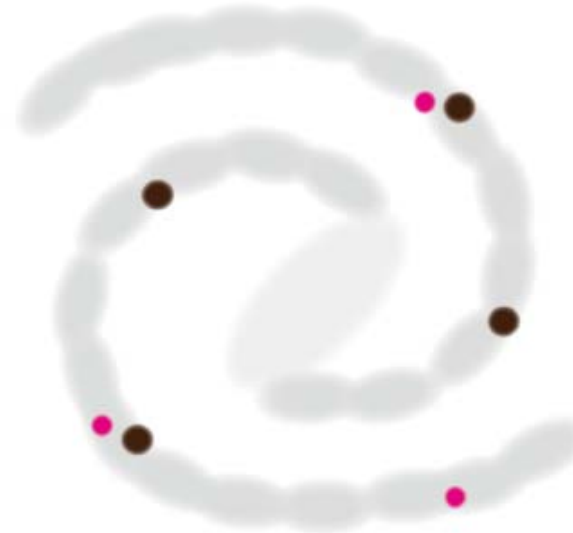
Snowball Earth

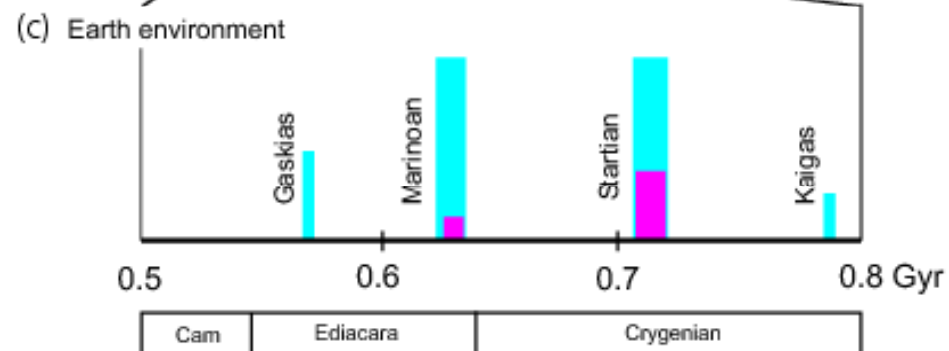
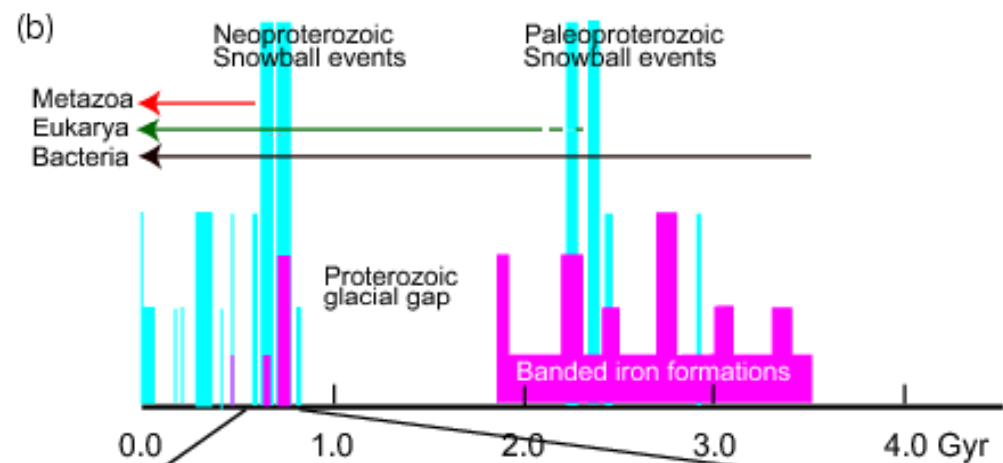
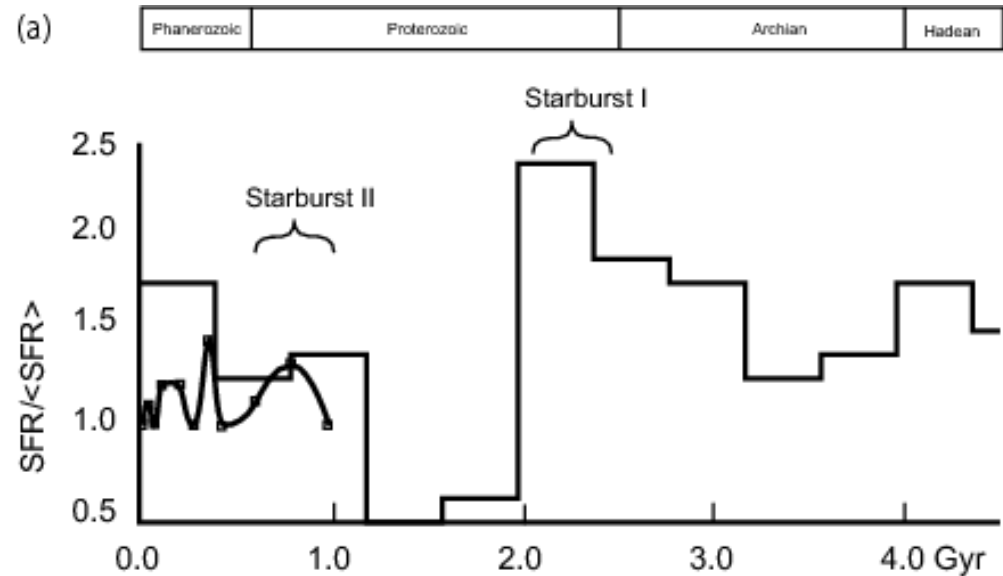


K-Pg Mass Extinction



Normal Milky Way Galaxy





星雲の冬仮説

- 超新星や暗黒星雲に太陽系が突入し、大量の宇宙線や宇宙塵によって環境破壊される。
 - 避けられない外的要因で全球凍結と5大絶滅が統一的に説明できる。
- 地質学的に検証する。



普遍的な太陽地球系科学へ

- ありうる極端な境界条件を知る
 - 天文学(銀河、太陽、惑星)
- 地磁気等の関数として表現する
 - 古地磁気学
- 仮説を立てて物的証拠を発見する
 - 地質学
- 大量絶滅や全球凍結、生物進化への影響、惑星環境の予測など、豊かな展開が期待できる。