

# 2021年ノーベル物理学賞解説

藤間 崇 (Takashi Toma)

国際基幹教育院 (Institute of Liberal Arts and Science)

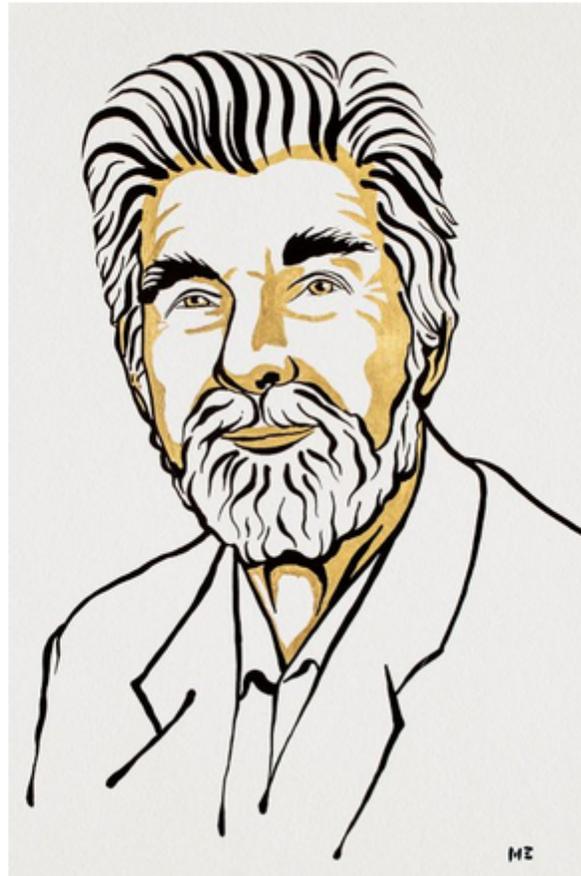
# 2021年のノーベル物理学賞



Ill. Niklas Elmehed © Nobel Prize Outreach

**Syukuro Manabe**

Prize share: 1/4



Ill. Niklas Elmehed © Nobel Prize Outreach

**Klaus Hasselmann**

Prize share: 1/4



Ill. Niklas Elmehed © Nobel Prize Outreach

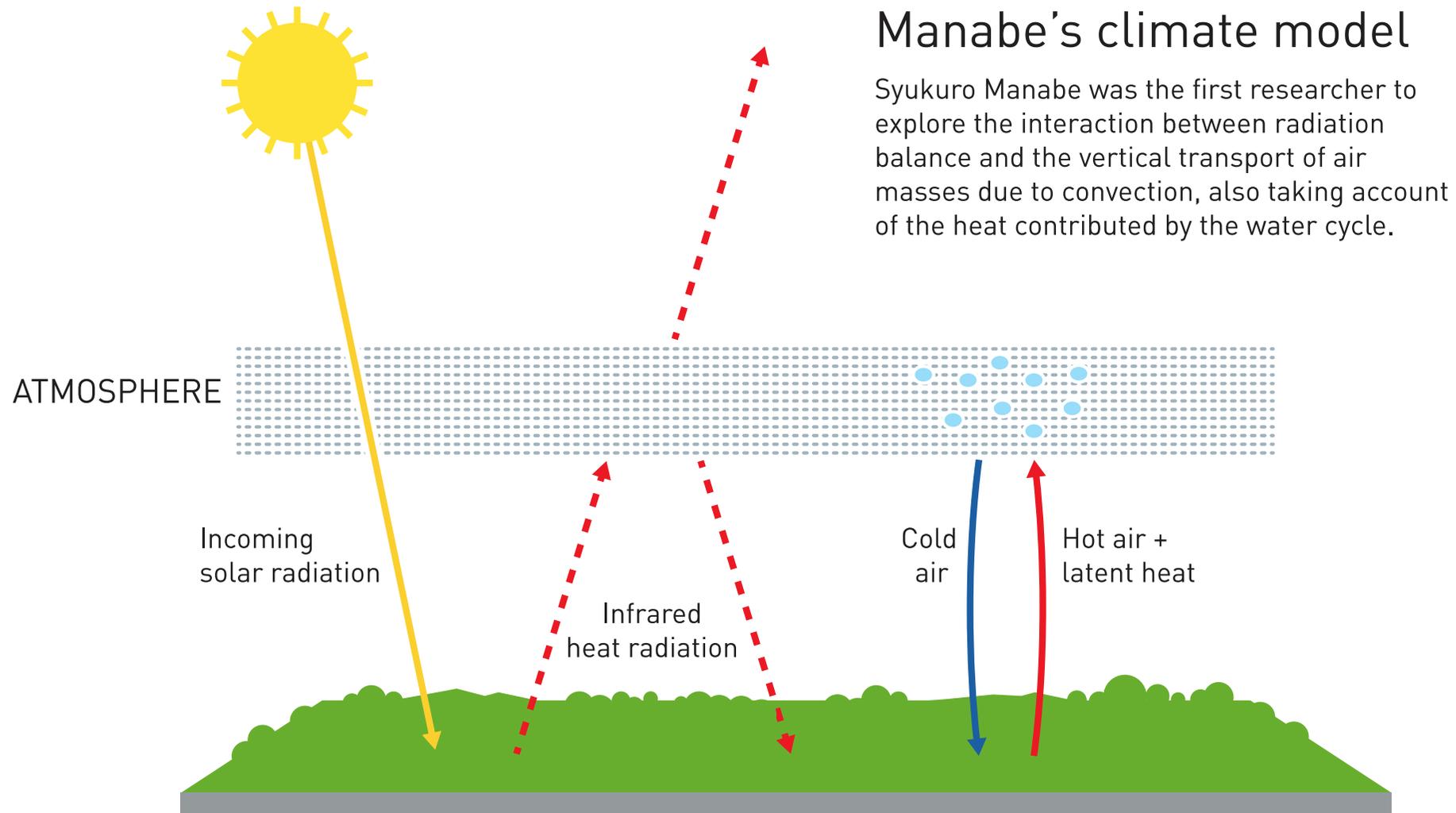
**Giorgio Parisi**

Prize share: 1/2

引用: THE NOBEL PRIZE <https://www.nobelprize.org>

# 2021年のノーベル物理学賞

## ■ (1) 地球気候のモデル化と地球温暖化の予測

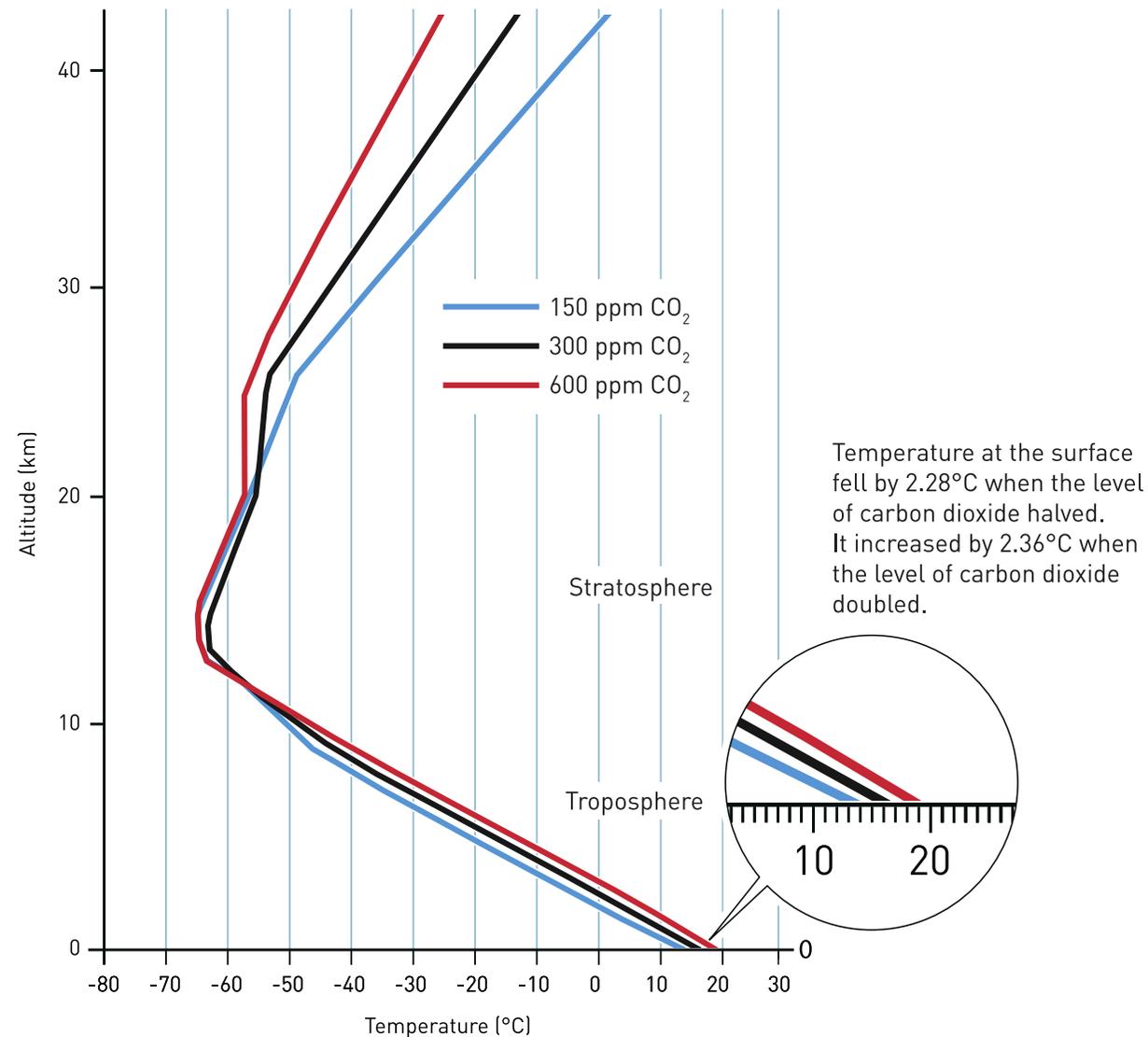


引用: THE NOBEL PRIZE <https://www.nobelprize.org>

# 2021年のノーベル物理学賞

- CO<sub>2</sub>の濃度を上げると地球表面の温度が上がる
- もし太陽放射の変化によるものであるならば、高度に依らずに大気全体の温度が上がるはず

Carbon dioxide heats the atmosphere



Source: Manabe and Wetherald (1967) Thermal equilibrium of the atmosphere with a given distribution of relative humidity, *Journal of the atmospheric sciences*, Vol. 24, Nr 3, May.

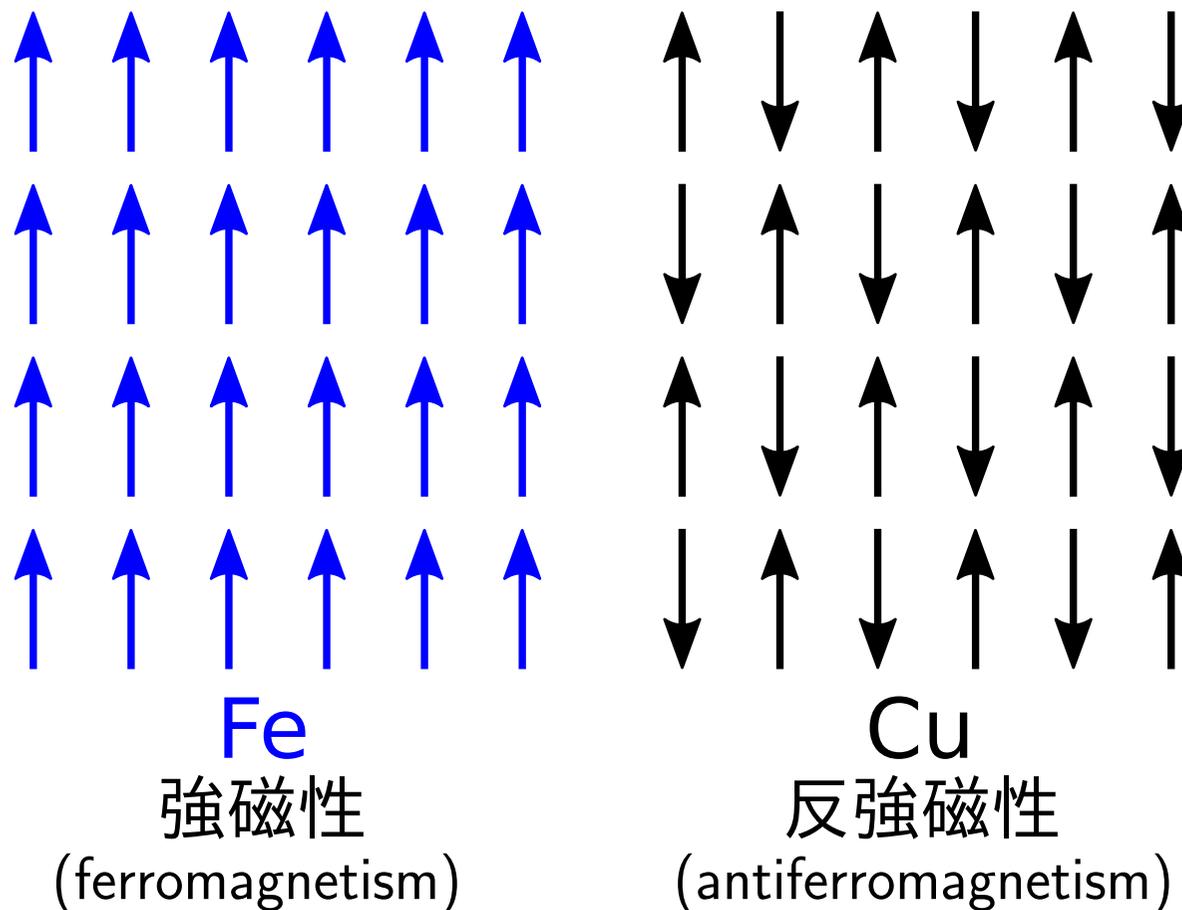
引用: THE NOBEL PRIZE <https://www.nobelprize.org>

# 2021年のノーベル物理学賞

- ミクロからマクロなスケールにおける無秩序とゆらぎの関係

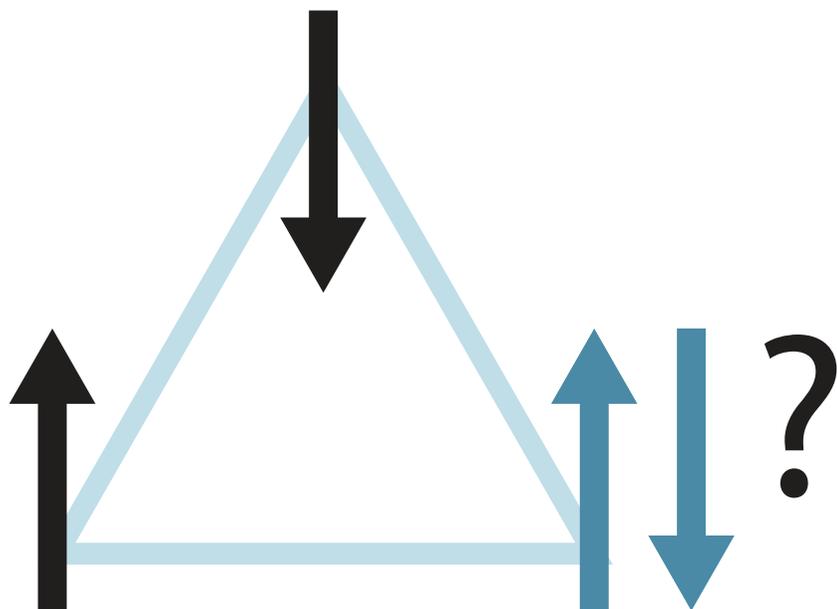
- 金属原子1つ1つ小さな磁石(スピン)

- エネルギーが最小になるように配列する

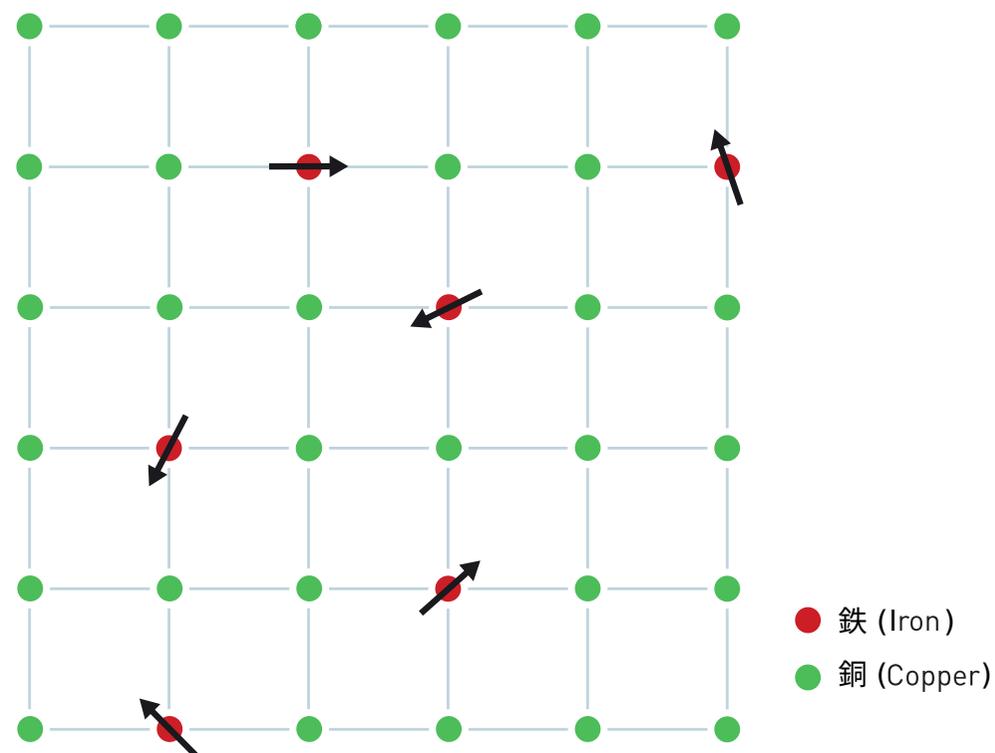


# 2021年のノーベル物理学賞

- 3つ目のスピンはどの方向を向くとエネルギーが最小になるか？  
どっちを向いたらいいかわからない⇒フラストレーション



引用: THE NOBEL PRIZE <https://www.nobelprize.org>



- ある部分は強磁性、別な部分は反強磁性を示す ⇒ スピングラス

# 2021年のノーベル物理学賞

- スピングラスの中に隠れた構造を発見、数学的に記述
- 根本となるアイデアは数学、生物学、機械学習へ影響  
⇒ フラストレーションに関する問題を含む
- 「複雑な物理系の中に潜む秩序の発見」という共通点