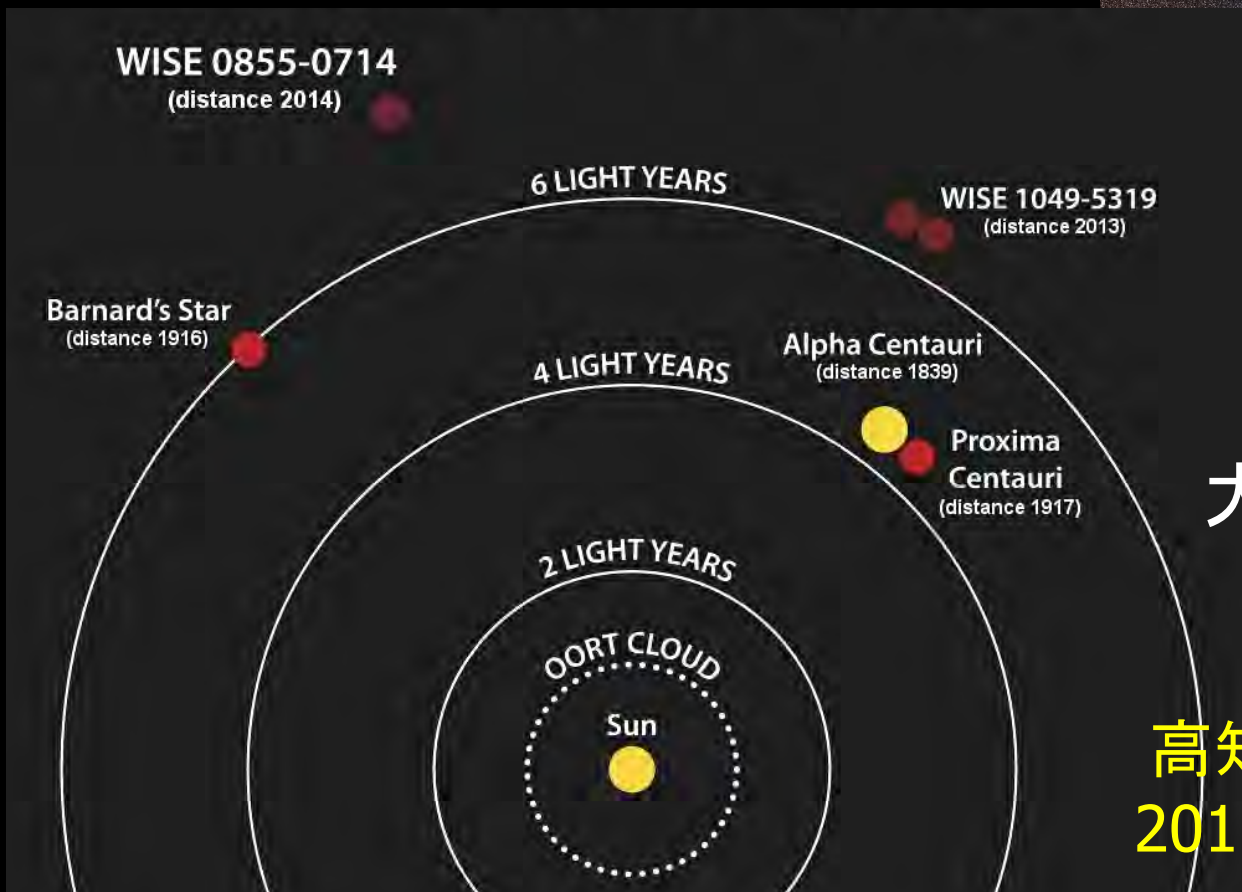


一番近い星へナノ探査機を: ブレイクスルー スターショット計画

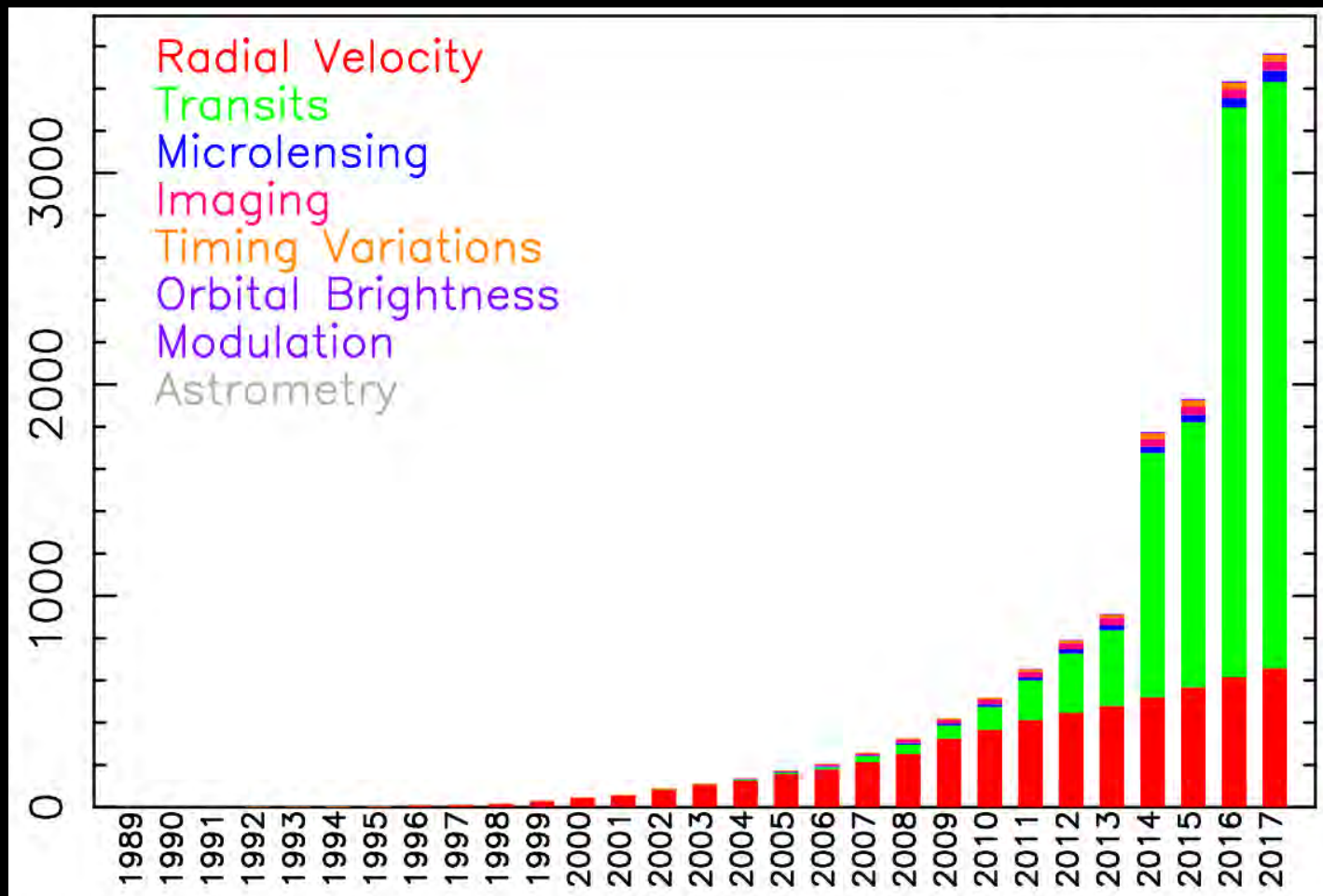


東京大学
大学院理学系研究科
須藤 靖

高知ロータリークラブ例会
2017年12月19日@三翠園

太陽系外惑星発見史

発見総数



西暦

2016年6月時点では

8重惑星系:太陽系のみ、7重惑星系:3、6重惑星系:2、5重惑星系:15、
4重惑星系:49、3重惑星系:99、2重惑星系 300個以上

宇宙は地球で満ちている？

- 天の川銀河系内の恒星の数= 10^{11} 個
 - その10%の 10^{10} 個が太陽と似た恒星(G型星)
 - G型星の10%がハビタブル惑星を持つ
- 天の川銀河系内のハビタブル惑星の数= 10^9 個
 - 観測できる範囲の宇宙内の銀河の数= 10^{11} 個
- 宇宙内のハビタブル惑星の数= 10^{20} 個
 - ハビタブル惑星に生命が存在する保証は全くない
 - 本当に生命を宿すための条件は未だ知られていない(適度な割合の海と陸+偶然?)
 - しかしこのなかで地球だけが生命をもつと考える方がはるかに不自然では？

新たな宇宙観が生まれつつある

- この銀河系内には太陽系以外にも無数の惑星がある(1995年～)
- その中には、地球と同じく生命を宿す惑星もあるに違いない
- さらには、高度知的文明を持つ惑星もあるに違いない
- 宇宙の中で我々は一人ぼっちではない
- どうやれば「彼ら」を見つけることができるか？

宇宙における生命探査

- 30年前は完全なSF物語
 - 科学者よりも一般人が興味をもつ
- 今では科学の一分野として認められつつある
 - サンプルリターン（小天体、火星、木星の衛星に直接探査機を送る）
 - リモートセンシング（遠方の太陽系外惑星を望遠鏡で観測）
 - SETI（地球外知的文明からの信号を検出）
- 人類の究極の科学目標であることは確実
 - ただし少なくとも今後10年から100年は必要

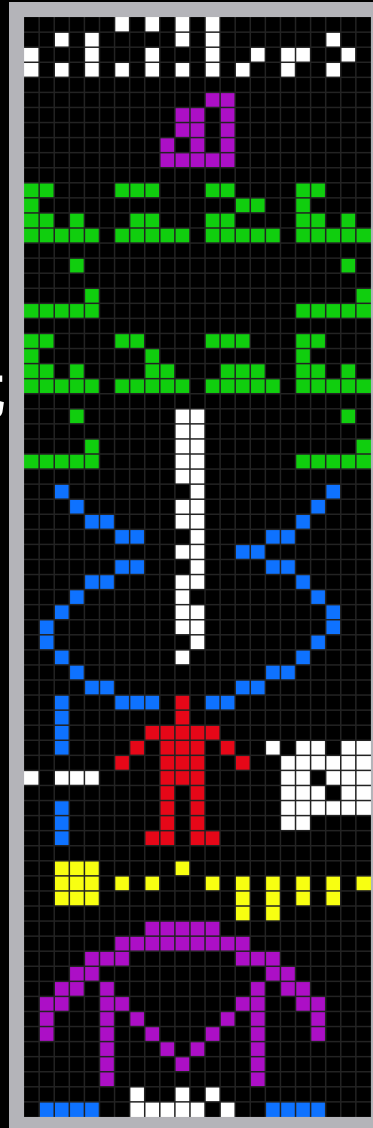
SETI: Search for Extra-Terrestrial Intelligence

- バイオマーカーとして最も確実なのは、知的文明からの信号
- 1GHzから20GHzの電波（低周波数では銀河系のシンクロトロン放射、高周波数では地球大気が雑音）
- オズマ計画
 - 1960年、フランク ドレイクは、4ヶ月間にわたり毎日6時間、口径26mの電波望遠鏡を、くじら座タウ星とエリダヌス座イプシロン星の方向に向け、中性水素の放射する波長21cm(周波数1.42GHz)帯に、文明の証拠となりうる規則的な電波信号の探査を試みた

アレシボ・メッセージ

- ドレイクは、1974年11月16日にプエルト・リコにあるアレシボ電波望遠鏡から、約2万5千光年離れた球状星団M13に向けて電波信号を送った

- それを解読して並べたとすれば0と1の信号列が右図のようになる



1から10までの数(2進法)

DNAを構成する水素、炭素、窒素、酸素、リンの原子番号(2進法)

DNAのヌクレオチドに含まれる糖と塩基、計12種の化学式

DNAの二重螺旋

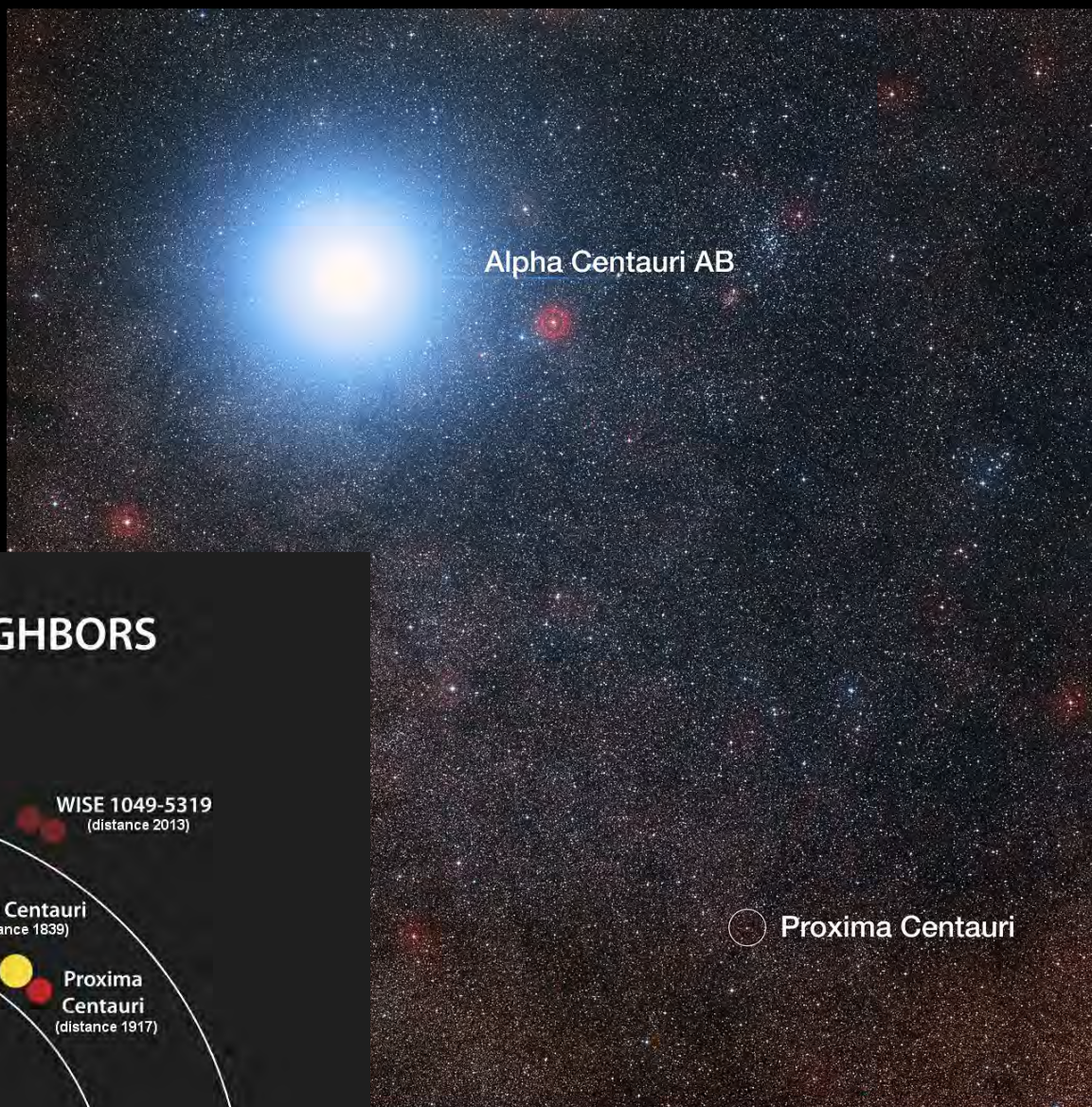
人間

太陽系(左端が太陽で、一行上になっているのが地球)

アレシボ電波望遠鏡

プロキシマ ケンタウリ b

プロキシマ ケンタウリ



THE SUN'S CLOSEST NEIGHBORS



<http://www.eso.org/public/usa/news/eso1629/>

プロキシマ ケンタウリ

- ケンタウルス座アルファ星
 - 太陽に最も近い恒星 (3重連星系)
 - α Cen A, B, C (=プロキシマ ケンタウリ)
- プロキシマ ケンタウリ
 - 距離: 4.25光年、M型星 (赤色矮星)
 - 表面温度 $(3042 \pm 117)K$
 - 絶対光度 $0.0017L_{\odot}$
 - 半径 $(0.141 \pm 0.007)R_{\odot}$
 - 質量 $(0.123 \pm 0.006)M_{\odot}$
 - 自転周期 83.5 days、年齢 48.5 億年

A terrestrial planet candidate in a temperate orbit around Proxima Centauri

- G.Anglada-Escude et al.

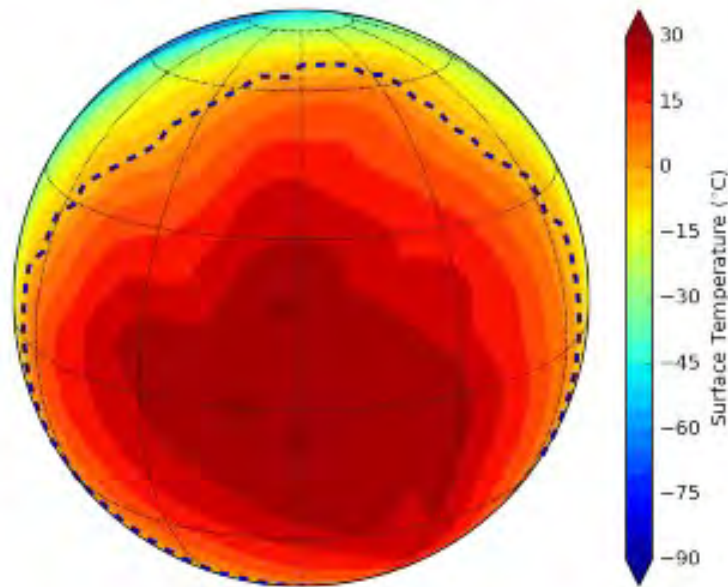
Nature 25 August 2016 issue, 536(2016)437

- プロキシマ ケンタウリ b

- 公転周期 11.186 (11.184-11.187) days
- 質量 $M_p \sin i = 1.27$ (1.10-1.46) M_{earth}
- 離心率 < 0.35
- 軌道長半径 0.0485 (0.0434-0.0526) AU
- 平衡温度 234 (220-240) K

<http://www.eso.org/public/usa/news/eso1629/>

表面温度シミュレーション (潮汐ロックを仮定した場合)



<http://www.eso.org/public/usa/news/eso1629/>

ブレイクスルー イニシャティブ

<http://breakthroughinitiatives.org/Initiative>

- ロシア出身のIT投資家ユリ・ミルナー(素粒子理論で学位取得)が地球外知的生命を探查するために、2015年7月20日に立ち上げた
 - **ブレイクスルーリッスン**: 地球外文明の電波あるいはレーザーによる信号を受信
 - **ブレイクスルーメッセージ**: 宇宙空間へ送るメッセージとして最適なものを提案するとともに、その行為の哲学的倫理的妥当性を検討
 - **ブレイクスルースターショット**: ケンタウルス座アルファ星へ探查機群を送るための概念設計検討

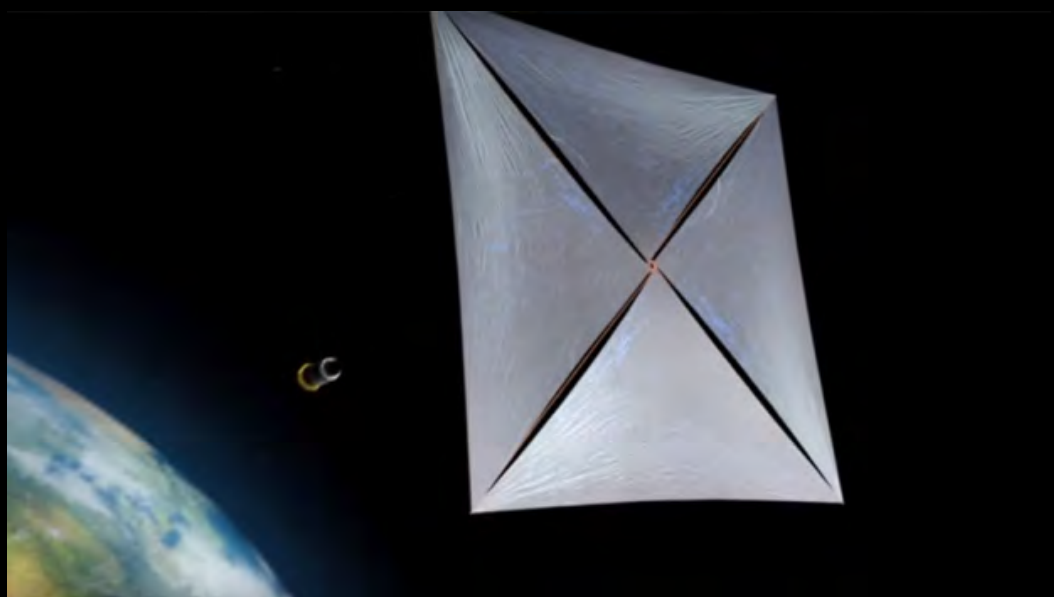
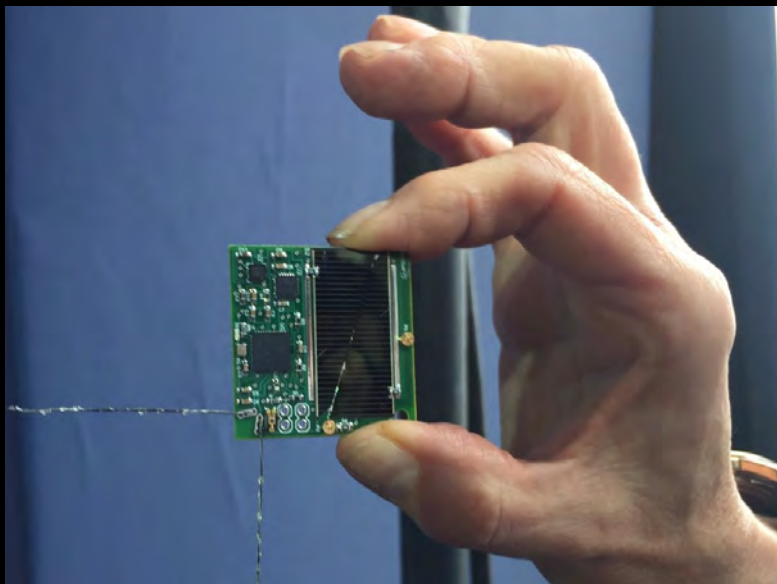
ブレイクスルースターショット

<http://breakthroughinitiatives.org/Initiative/3>

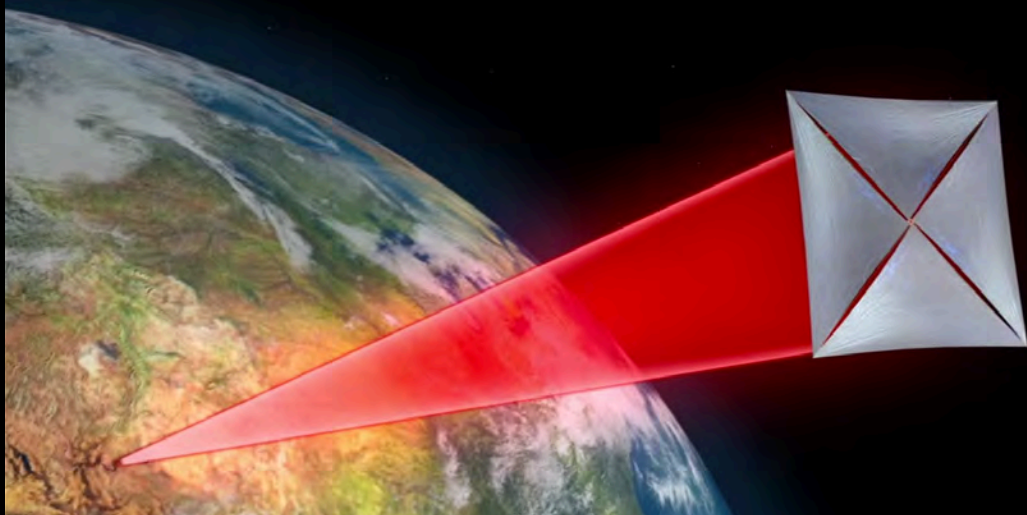
■ スターチップ

- 2cm x 2cm、数グラムで、カメラ、コンピュータ、通信用レーザー、燃料装置を搭載したチップ
 - 4m x 4m の帆に結びつけられ、それが地上からのレーザー光を受けて、約10分で光の20%の速度にまで加速される
- プロキシマ ケンタウリに1000個のスターチップを次々と飛ばす。約20年で到着する
- この技術はまだ存在しておらず、完成までに今から20年の研究開発と>1兆円の予算が必要

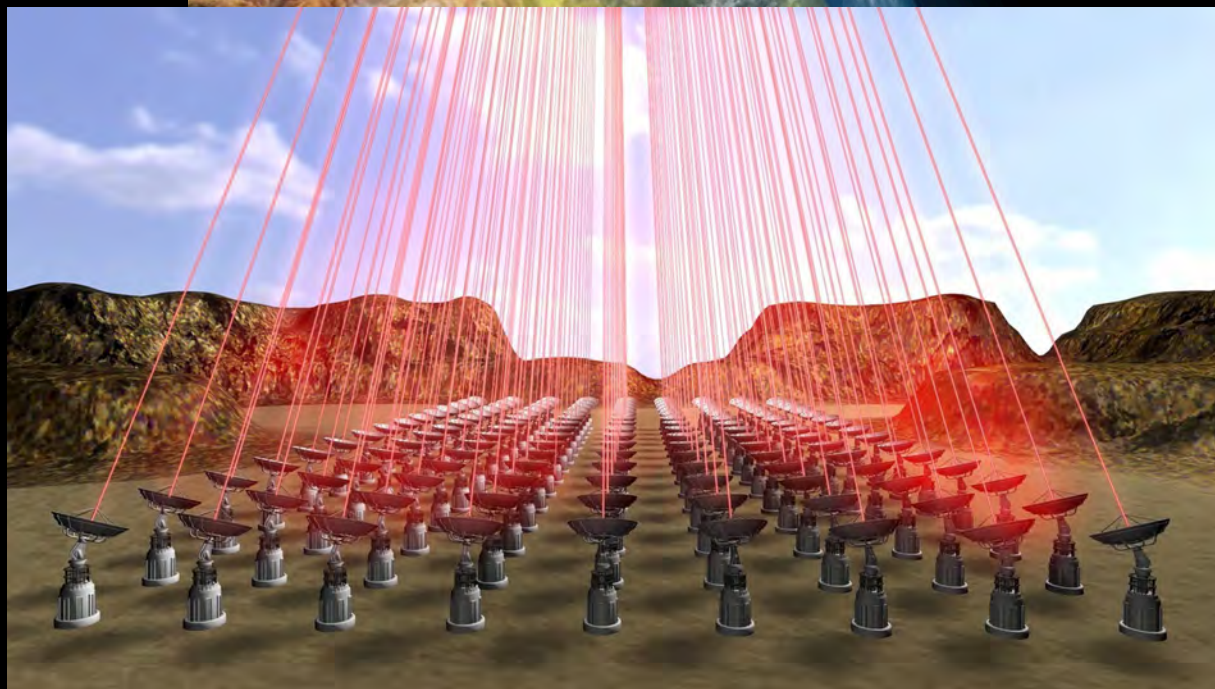
スターチップ



地上のレーザーで光速の20%に加速



今から20年後に打ち上げ、さらに20年かけてプロキシマケンタウリに到達しデータを取得。その4年後には地球にデータが届く。そこには何が写っているのか？



地球からプロキシマケンタウリへ



<http://www.eso.org/public/usa/news/eso1629/>

プロキシマケンタウリの惑星の風景？ (全くの想像図なので決して信じてはならない)

<http://www.eso.org/public/usa/news/eso1629/>



50年後の世界？

- 科学・技術は驚くべきスピードで進歩し続ける
- 今から50年後には、おそらく現在誰も予想できない世界が実現しているはず
 - 高知県が消滅
 - 地球外知的文明と遭遇
 - AIが人間を支配
 - 核戦争や未知のウイルスで人類が絶滅（地球にはAIしか残っていない、あるいは『猿の惑星』化）
 - ゲノム編集、さらには不老不死の実現
 - 倫理観、価値観が一変せざるを得ない
- 暗い未来ではなく明るい未来を実現したい