天文教育：大学と高校をつなぐ

津村耕司 (東北大学)
4月から東京都市大学に異動します

天文学を「より良い」ものに

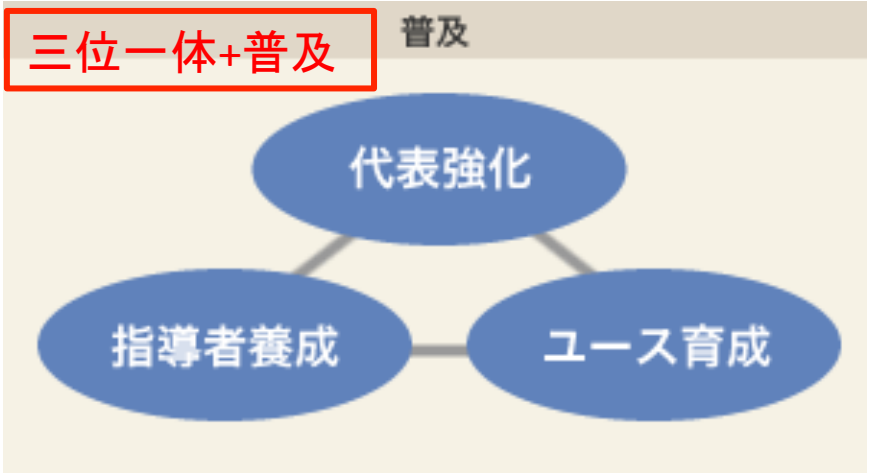
- より「良い」とは何か？
  - 研究成果をバンバン出す
    - 宇宙年齢が分かった、系外惑星が見つかった、、、etc.
  - そのためにも、「天文学を文化に」
    - IAU strategic Plan: Goal 4「一般の人に天文学を」
    - 天文学が短期的・直接的に「役に立つ」ものでないならば、その成果を「すごい」と思ってもらう土壌が必要
    - 優秀な人材の確保、資金の獲得、、、
- 文化を根付かせるためにはどうすれば良いか？
  - 天文学はアマチュアが重要な役割を果たしているので、ある意味、文化として根付いているとも言える

サッカーは日本の文化になった

- 『キャプテン翼』1巻(1981)
- 「ワールドカップ」に脚注説明が必要なほどに、知られていなかった
- 今や6大会連続出場
  「出て当たり前」
- 「一時のブーム」をうまく利用して業界が飛躍
  - バスケは「スラムダンク」ブームを活用できたか？
  - 我々は「はやぶさ」「宇宙兄弟」などのブームを活用できているか？

日本サッカー協会の理念

- サッカーを超えて、スポーツ全体を文化として根付かせることを理念に掲げ、それが結果的に競技力向上につながった



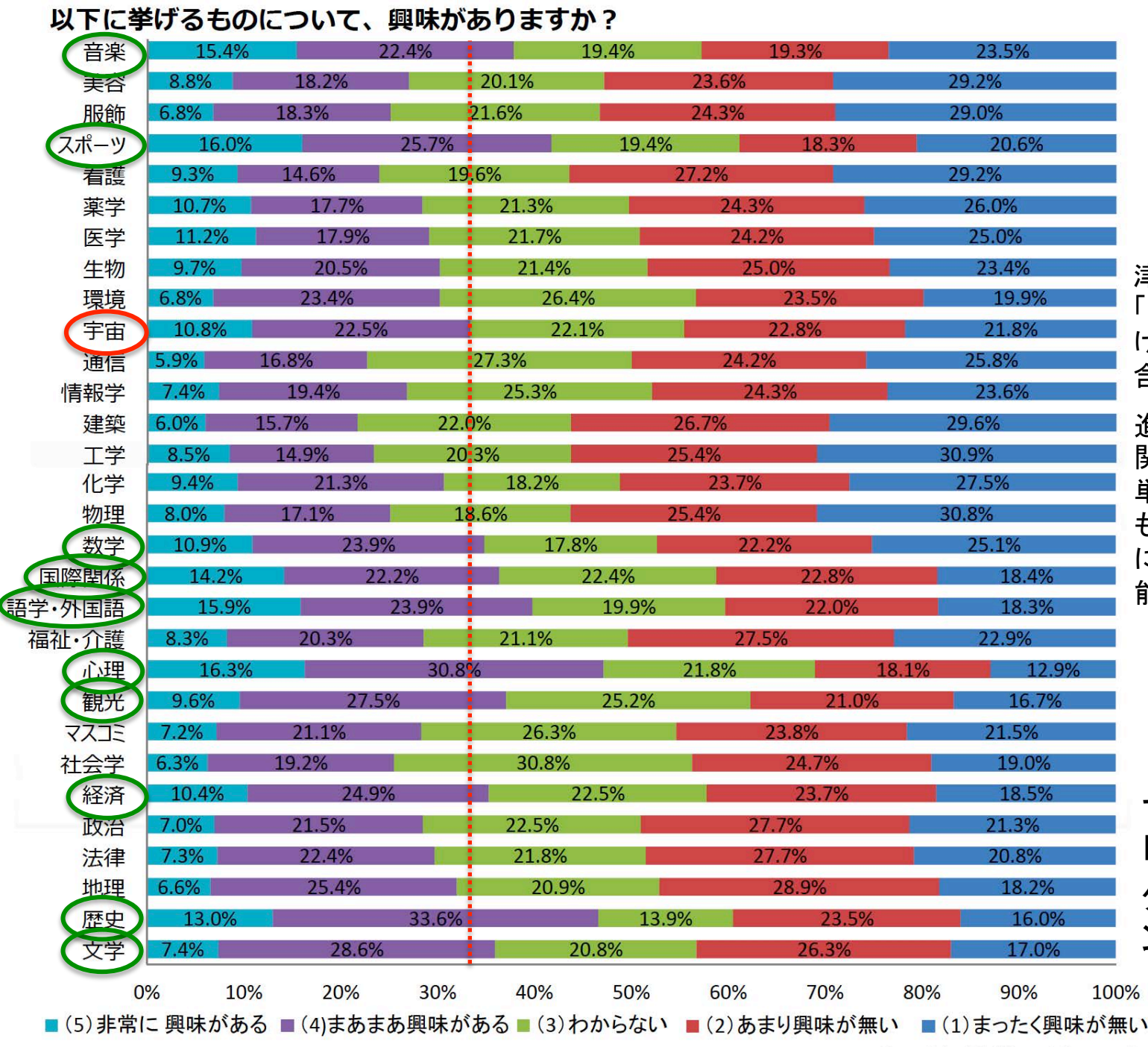
日本サッカー協会ウェブサイト より

- 以下では、「代表強化(=研究力強化)」の礎となる「ユース(高校生)育成」について考える
  - IAU strategic Plan: Goal 5「初等中等教育に天文学を」

「宇宙の人気」はどの程度？

- 一般的に、宇宙は人気が高いと言われる
  - 知人の広報担当者(東北大・金属材料研究所)
    「宇宙はプレスリリースも一般受けするから羨ましい」

- 「文化として根付く」が目標なら、「休み時間に宇宙を話題に友達と雑談する」が目標
  - もし天参加者からよく耳にすること
    「学校で宇宙の話ができる友達がいない」
  - まだまだ学年に1–2名程度
  - 全国にいる「学年に1–2名」を集めれば、大きな人数になる
    → 「もし天」「きみっしょん」「銀河学校」、、、etc.
    → ジュニアセッションが、運動部におけるインターハイ的な役割を担っている(?)



津村注：
「宇宙」なので「天文」だけでなく「宇宙工学」等も含んだ値のはず

進学意識や進路選択に関するアンケートなので、単なる「興味・関心」よりも「将来就きたい職業」にバイアスされている可能性あり

マイナビ進学
「高校生のライフスタイル・興味関心アンケート」(2015)

Copyright (C) Mynavi Corporation

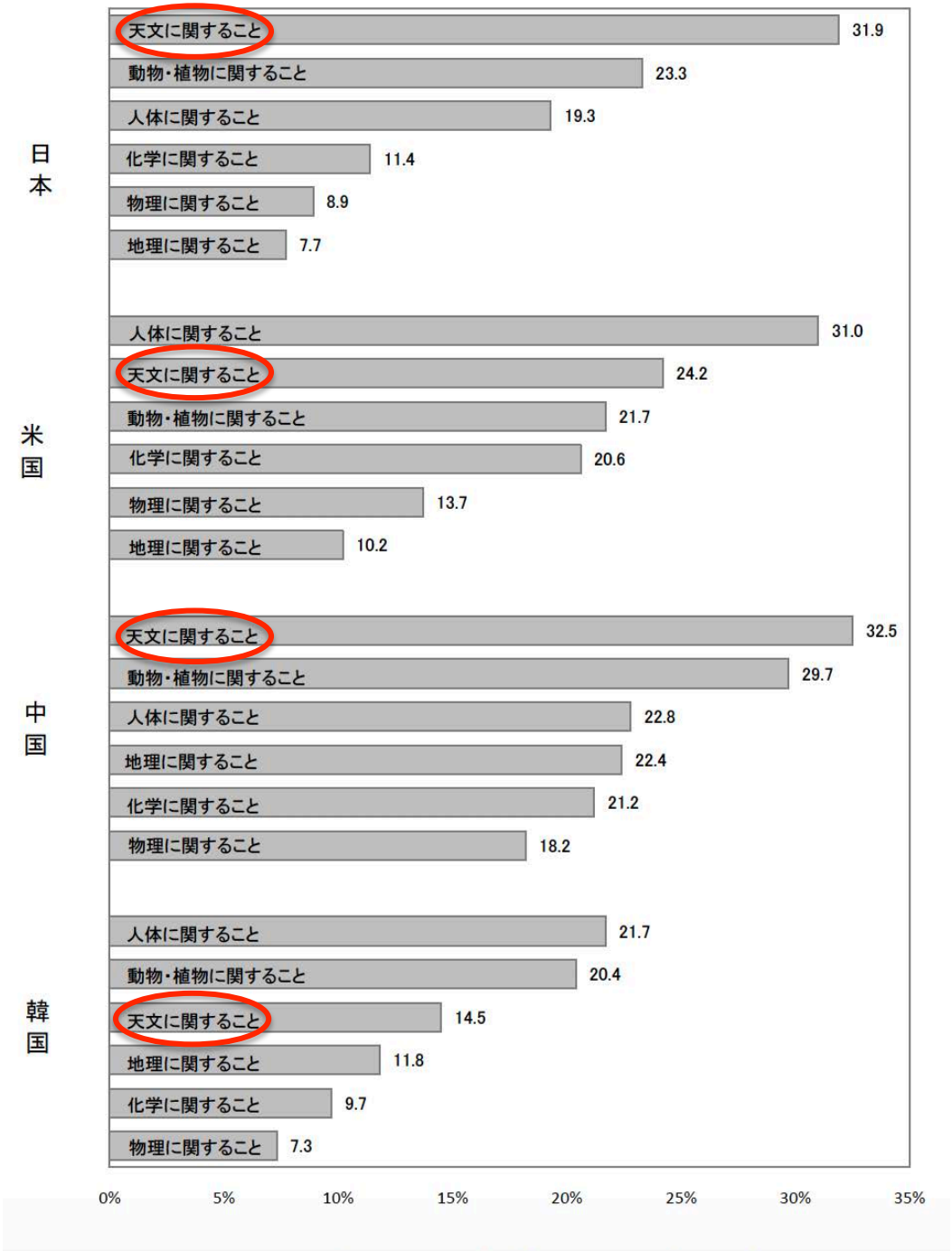


図1−2　興味がある分野（「とても興味がある」と回答した者の割合）

国立青少年教育振興機構「高校生の科学等に関する意識調査報告書-日本・米国・中国・韓国の比較-」(2014)

高校生×東北大学×仙台市天文台

もしも君が杜の都で天文学者になったら…。

通称「もし天」
- 高校生対象の天文学者体験イベント
- 毎年12月に1週間の合宿
- 参加高校生は全国から12-20名(年による)
- 各班に大学(院)生SLA

仙台市天文台　1.8mひとみ望遠鏡

「もし天」の流れ

- アクティブ・ラーニング方式で、自分たちでテーマを決め、データを取り、解析する
  - 自分たちで研究テーマを決め、観測プロポーサルをプロの天文学者が審査
  - 仙台市天文台ひとみ望遠鏡(口径1.3m)で観測
  - 得られたデータを高校生が自らデータ解析
  - 一般市民の前で研究成果発表(Ustreamで生配信)
  - 研究成果を天文学会ジュニアセッションで発表(希望者のみ)

- 2018年度の各班の最終発表タイトル
  - 惑星状星雲の細分化 ～太陽の最後の姿について～
  - 銀河の腕の巻き込み具合の数値化による形態進化の考察
  - 系外惑星と小惑星の観測による人類の他惑星への移住可能性の検討

初日@仙台市天文台

土佐台長の開会の挨拶

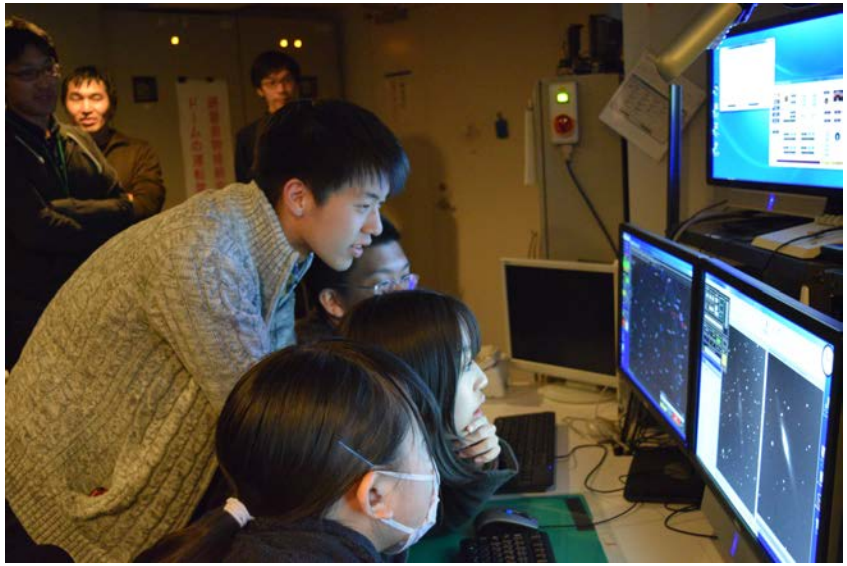
ひとみ望遠鏡操作実習

議論開始(研究テーマ決め)

仙台市天文台の展示も活用

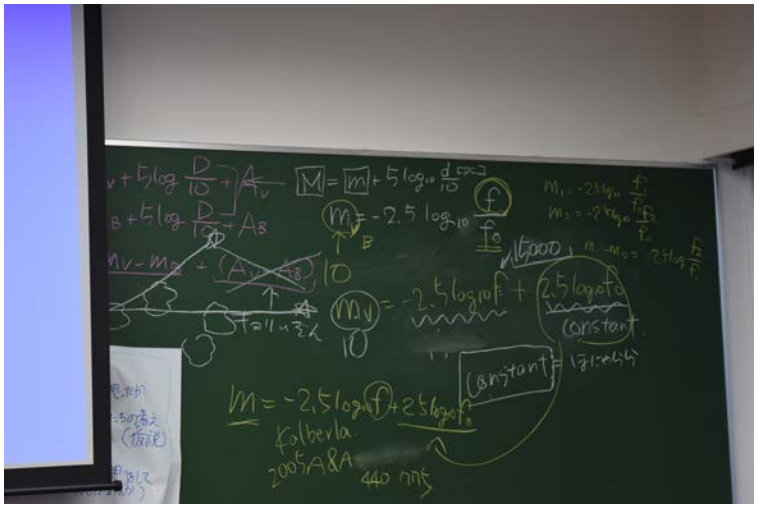
研究テーマ発表

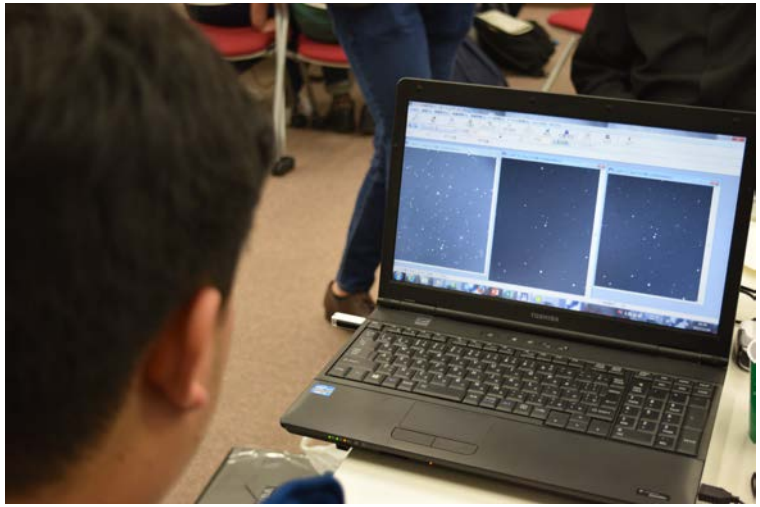
ひとみ望遠鏡で観測



データ解析

- 自分たちで撮ったデータを解析して、研究成果を引き出す！





中間報告

- 研究進捗をお互いに報告し合う

成果発表会

- 最終日は一般市民の前で研究成果報告会
- インターネット生配信(約200名が視聴)

天文学者からの質問・コメント

修了証書授与

「もし天」研究の例：
2017年度のある班の発表(抜粋)

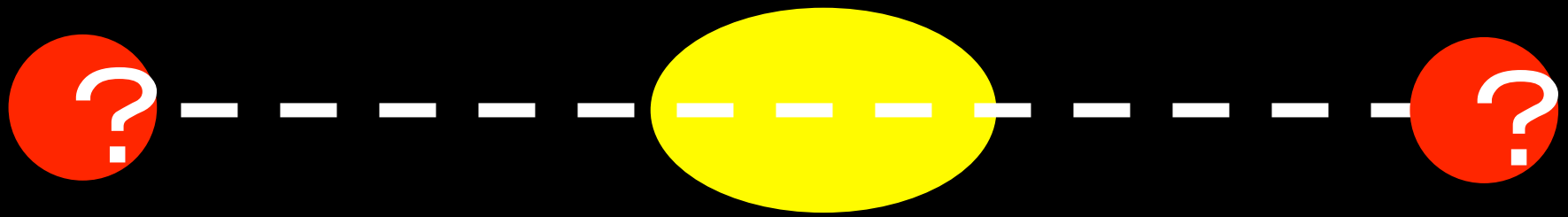
疑問②

楕円銀河はなぜ楕円なのか

仮説

「もし天」研究の例：
2017年度のある班の発表(抜粋)

もとは球形で、他の銀河に引っ張られて潰れているのではないか

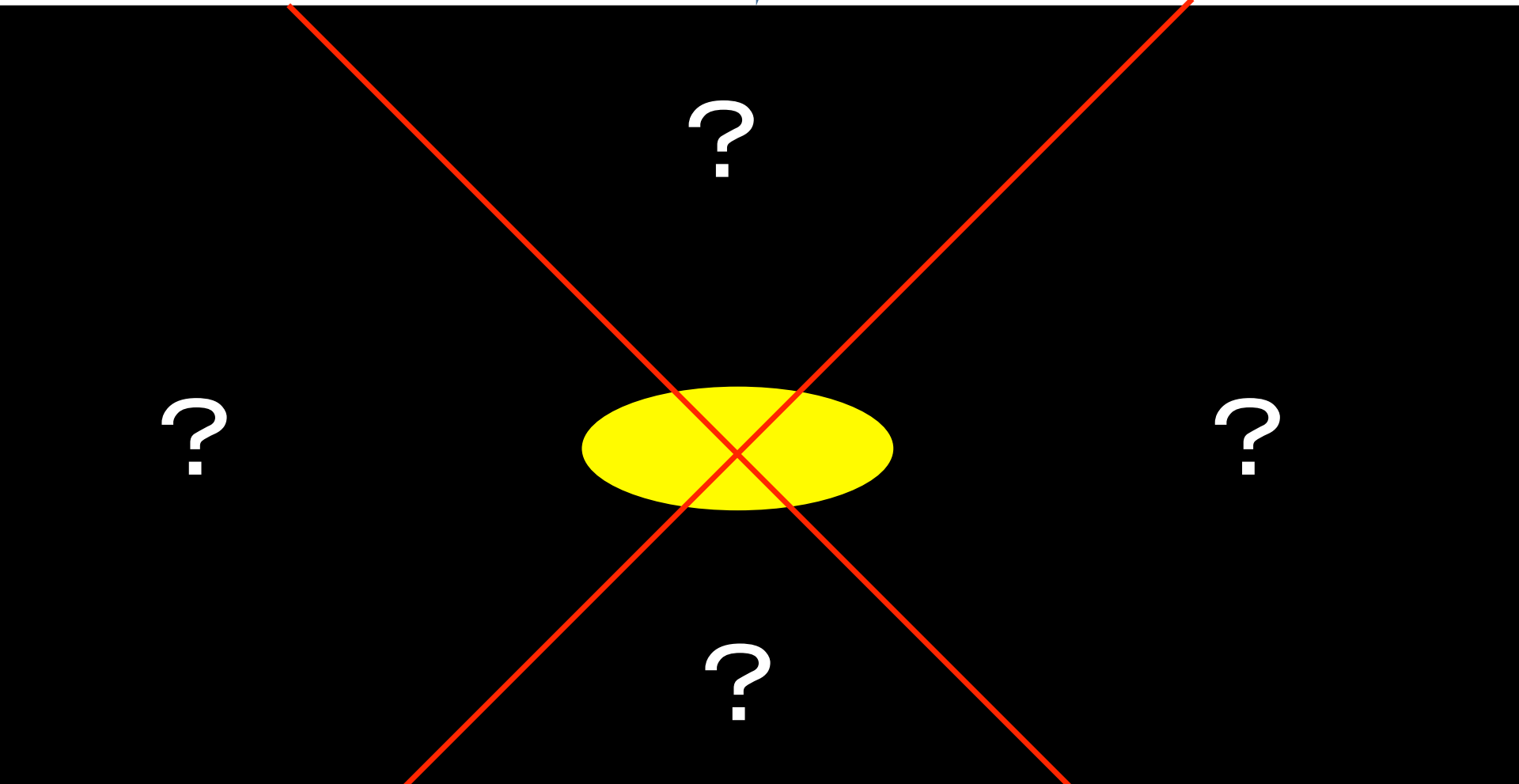


検証方法

「もし天」研究の例：
2017年度のある班の発表(抜粋)

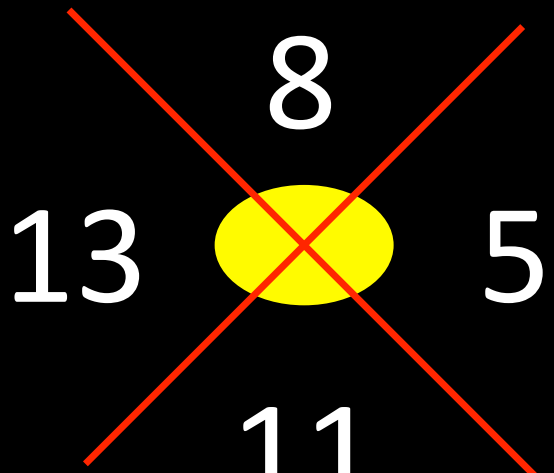
銀河団の画像から
楕円銀河を標的にする

4方向の銀河の個数
を数える



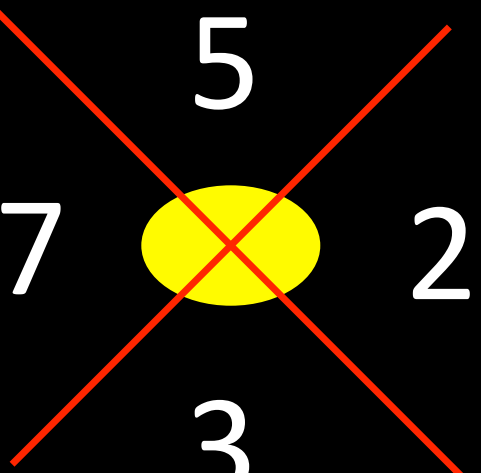
検証結果

「もし天」研究の例：
2017年度のある班の発表(抜粋)

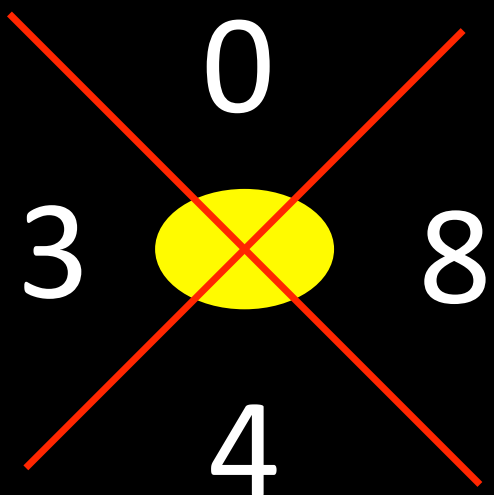


↑ ABELL426

↓ ABELL407



↑ ABELL347



効果的な科学教育とは？

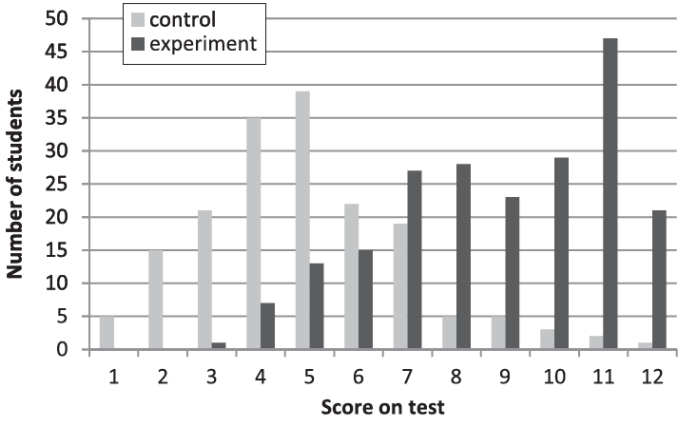
Science

Improved Learning in a Large-Enrollment Physics Class

2001年ノーベル物理学賞受賞者

Louis Deslauriers,[1,2] Ellen Schelew,[2] Carl Wieman*†‡

Science **332** (6031), 862-864. DOI: 10.1126/science.1201783



- 「授業評価の高いベテラン教員による従来型の授業」よりも「授業経験がないPDに、アクティブラーニング型(*)の授業のやり方を指導して実施させた授業」の方が、学生の学びの効果が高かった
  - 学生間の議論、少人数グループワーク、指導者によるフィードバック
  - 常に学生に「科学的に考えさせる」
- 図らずも、「もし天」はこの手法に基づく活動となっている

アクティブラーニングの利点と欠点
(「もし天」等を通して個人的に感じたこと)

【利点】

- 教育的効果が高い
  - 特に「自分で調べる」ことができるようになるので、イベント後も興味・関心が継続する。
- 指導者側(大学生SLA)に対しても高い教育効果がある
  - 「教える」ためには、もう一段階高いレベルの理解が必須
  - 高校生の疑問に答えるため、SLAも論文などを読んで勉強する

【欠点】

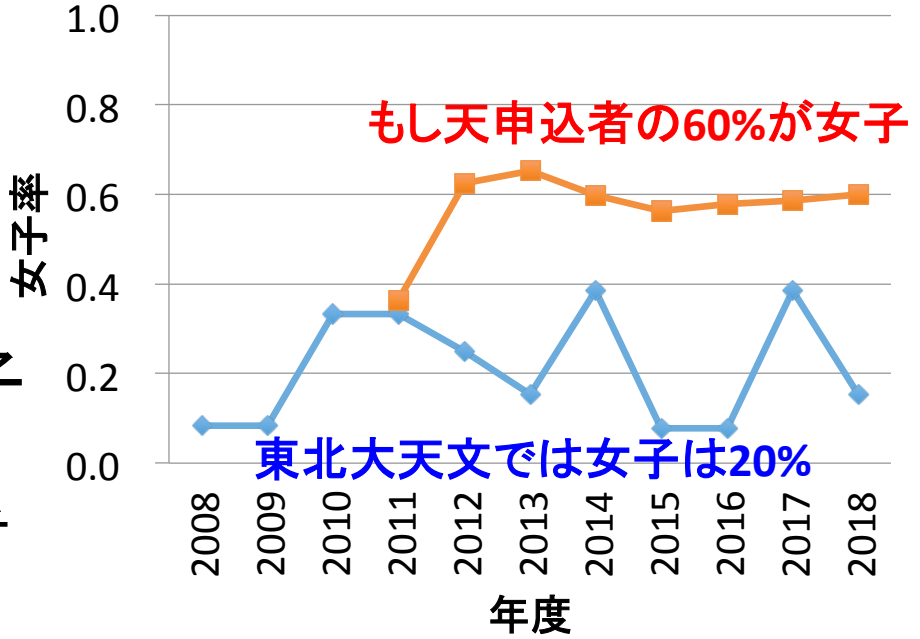
- 指導者の準備がしんどい！
  - 教員がただ喋るだけの従来型授業の方が圧倒的に楽
  - ただしこれは「慣れていない」というだけかもしれない
- 時間が必要
  - 「1コマ90分」ではなかなか効果が出ない。「もし天」は1週間
- 学生の議論に適切にフィードバックできる優秀な指導者の存在が必須
  - 「もし天」の場合は、高校生4人の班に対して、東北大・宮教大の大学(院)生が4–6人＋教員

「もし天」受講生の進路

- 「もしチル」の進路の系統的な調査は未実施
  - もしチル:「もし天」を受講した卒業生
  - もしチルが8年で100名を超えたので、そろそろ本格的な進路調査をすべきとは認識している
- 東北大の物理系に入学した学生は現在までに2名(男子)、工学部航空宇宙に1名(女子)
  - ほか、理系進学多数
  - 他大学で天文に関わる活動をしている学生もいる(プラネタリウムで星空案内ボランティアなど)
- 「天文学者養成」を目指しているわけではないので、「もし天」を通して科学の面白さを知り、進路選択に役立ててもらえればOK
  - 「宇宙ファン」を増やす・固定するだけでも意義があるはず

今後の課題1：リケジョ問題

- 高校生に対して、宇宙はむしろ女子のほうが人気
  - 「もし天」申込者の半数以上が女子
- 大学で天文学を専攻する女子はまだまだ少ない
  - 東北大学天文学専攻に進学者の女子率は~20%



いかに女子学生に「進路」として宇宙を選んでもらえるか？

表1−2　興味がある分野（「とても興味がある」「まあ興味がある」と回答した者の割合）　（%）

	日本		米国		中国		韓国	
	男	女	男	女	男	女	男	女
1 物理に関すること	54.0	21.3	52.0	50.8	66.1	45.0	38.2	27.4
2 化学に関すること	60.4	35.1	56.8	57.6	65.1	56.9	39.1	42.1
3 動物・植物に関すること	68.3	74.6	62.4	60.4	74.1	76.0	65.5	68.8
4 人体に関すること	57.8	65.0	68.3	65.5	66.4	60.7	61.0	71.5
5 天文（星や星座、惑星など）に関すること	68.1	75.4	57.6	54.4	73.2	67.7	43.2	48.8
6 地理に関すること	40.9	28.6	40.3	36.9	67.4	55.1	48.1	50.2

網掛け：有意差あり（P＜.05）

国立青少年教育振興機構(2014)
「高校生の科学等に関する意識調査報告書-日本・米国・中国・韓国の比較」

今後の課題2：中学生の溝

- 小学生対象の活動は色々ある (いわゆる「子供向け」)
  - JAXA「コズミックカレッジ」「宇宙学校」
  - 日本宇宙少年団(YAC)
  - 民間の科学実験教室

- 中学生がメインターゲットの宇宙教育イベントはあまり聞かない
  - 部活が忙しい
  - レベル設定が難しい(小学生レベルだと簡単、高校レベルだと難しい)
  - 次のステージは主に高校で選択のバリエーションが小さいので、中学校側にも高校選択に関係のない活動は需要が小さい(?)
  - 「13–14歳で音楽の好みが決まる人が多い」 (Seth 2018)

ここで多くのライト層を取りこぼしてしまっている
中学生をターゲットにした活動で興味継続・新規開拓して行くと効果的か

- 高校生になると、また活動のバリエーションが増える
  - 高校生になると、自分一人で動けるようになる
  - 「中学生の溝」を乗り越えた一部のアツイ層は、大人向け講演会など様々な活動に自発的・積極的に参加
  - 大学・研究機関も、高校生にターゲットにしたイベントを企画(「もし天」など)

まとめ

- 天文・宇宙を「文化として」根付かせ、裾野を広げて行くことが、分野の発展にとって重要ではないか
  - 「代表強化」「指導者養成」「ユース育成」「普及」の４本柱でサッカーは成功している
- まずは、「宇宙好きだが、宇宙について話しできる友達がいない」高校生を集めて、宇宙について存分に楽しんでもらう
  - 「もし天」「きみっしょん」「銀河学校」などなど
  - 「科学的な考え方」を身につけ、進路選択に活かしてほしい
  - 社会に「宇宙ファン」を増やす
- 今後は、「女子」「中学生」をターゲットにすると、より効果的に普及を促進できるか？