



資料 1 - 3 - 3
科学技術・学術審議会
研究計画・評価分科会
宇宙開発利用部会
宇宙科学小委員会
(第1回)H25.4.22

宇宙科学研究の推進のために

磯部洋明

京都大学 学際融合教育研究推進センター

宇宙総合学研究ユニット

第1回宇宙科学小委員会 平成25年4月22日

- 宇宙科学とは
 - 狭義には、宇宙科学研究所(ISAS)でやっているような理学、工学
 - 広義には、宇宙に関連した科学。宇宙環境を利用した科学や、宇宙からの地球観測等も含む ← 大学的にはこちら。一般的な視点でも多分こちら。
- 現状認識(宇宙基本計画より)
 - 宇宙天文学、惑星探査等の研究を行う宇宙科学は、太陽系や宇宙の起源や生命の成り立ち等の謎を解き明かすことを目指した理学研究とそれを可能とする探査機などの先進的な工学研究とが一体となって、学術コミュニティによるボトムアップの議論を踏まえて実施されてきており、我が国の宇宙科学は常に世界の最先端の成果を挙げてきている
 - 学術コミュニティによるボトムアップの議論を踏まえ実施される宇宙科学(学術としての宇宙探査を含む)に一定規模の資源を充当
- 課題
 - 科学的要求からミッションは大型化の一方、予算は一定
 - 結果、ミッションの間隔増大。開発体制、人材育成、科学成果に影響
 - 分野が固定化
 - 基礎的な研究開発だけでなく、社会的課題の解決や宇宙利用の拡大につながる成果が求められている

宇宙科学の発展のために

提言：2つの方向への発展を図るべき

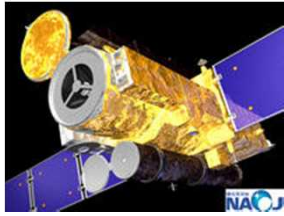
1. 課題解決型の研究
2. 境界領域、学際的な新しい分野

そのために：多様な研究者が集まる大学の総合力を活用

- 学際的な研究と人材育成
- 進路を決める前の学部生へのリーチ（現在のJAXAは大学院教育と小中高生への宇宙教育は行っているが学部生が抜けている）

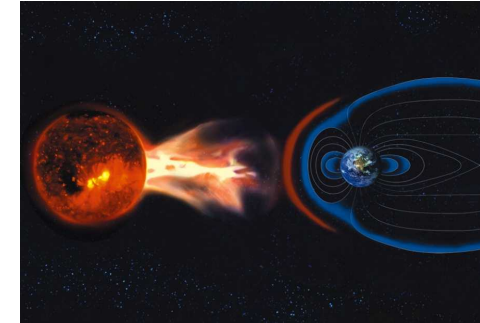
そして：宇宙科学の裾野が広がることで基礎研究も推進

- 「他分野に取られる」ではなく「他分野を巻き込んで宇宙分野を拡大」



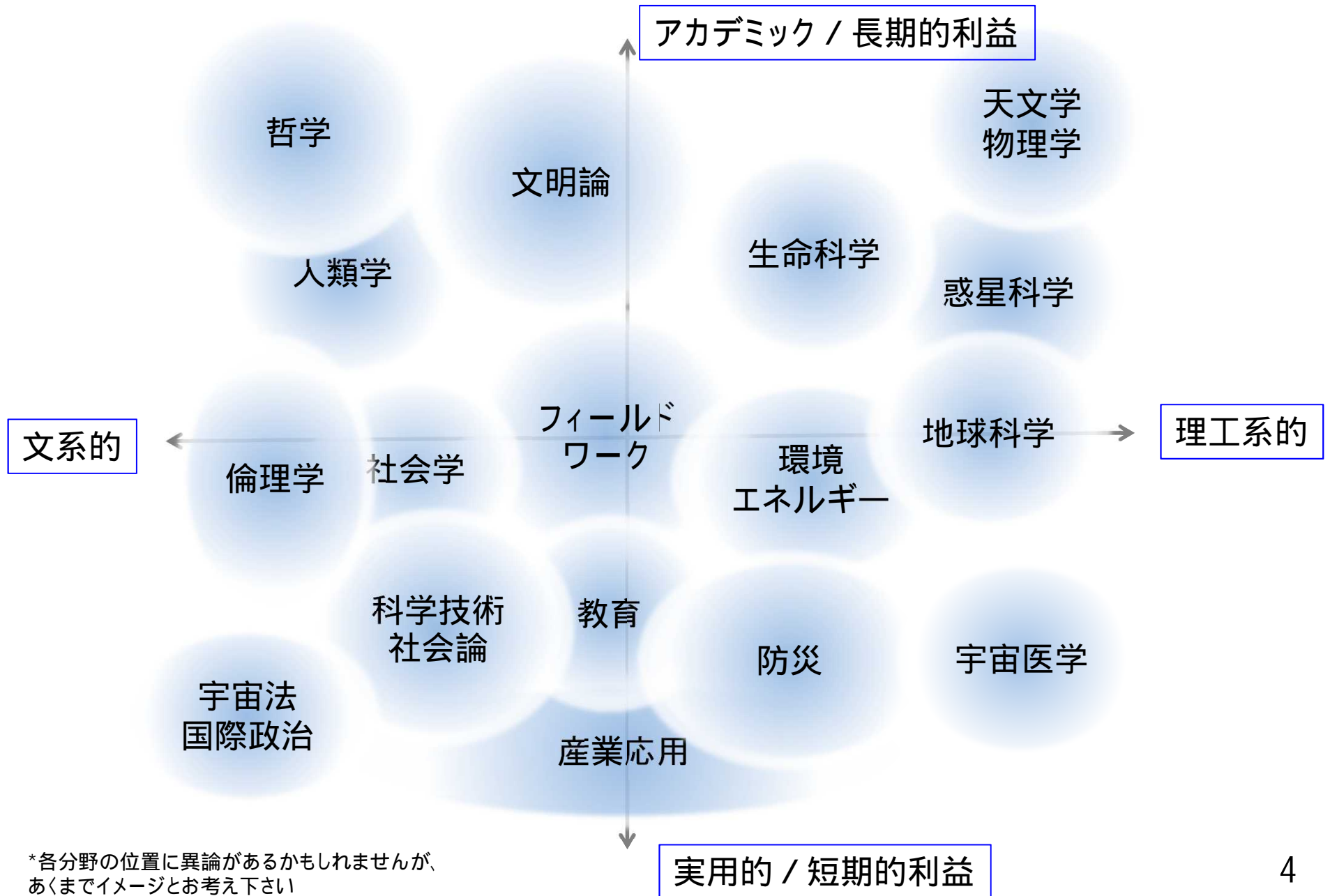
基礎研究から課題解決型研究への発展： 太陽物理学の例

- 元々は(今も)天文学の一分野、純粋科学
- 最近分かってきたこと、新たな問題：
 - 地球気候変動への影響
 - 宇宙・地上インフラの障害や宇宙飛行士の被ばく = > 宇宙天気予報
 - => 宇宙基本計画・宇宙状況監視(SSA)の項に「...宇宙利用や地上に影響を与える太陽活動や宇宙環境変動などの自然現象を観測・解析・予測する宇宙天気予報についても実施する」
- 基礎と社会実装をつなぐ応用科学的研究←イマココ
 - 宇宙天気予報のアルゴリズム開発
 - 放射線等の宇宙環境擾乱に強い衛星の開発
- 社会実装に向けた研究←コレカラ
 - 社会的ニーズの定量的調査
 - 精度向上、コスト削減
 - 事業化の検討



継続的な基礎研究と観測
体制の充実は重要
(気象の例)

学際的研究:宇宙に関連した学術研究はこんなに広い



*各分野の位置に異論があるかもしれませんが、あくまでイメージとお考え下さい



京都大学の取り組み

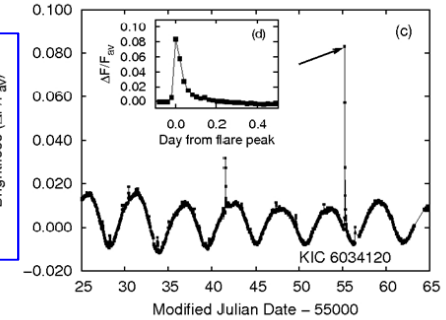
- 部局横断型組織「宇宙総合学研究ユニット」を2008年に設立
- 宇宙理工学の基礎研究の推進と、生命、エネルギー、環境などの関連分野、人文社会系まで含む融合領域の学問の開拓を目的とする
- 13部局約70人の併任教員
 - 理学研究科、工学研究科、生存圏研究所、基礎物理学研究所、人間・環境学研究科、総合博物館、文学研究科、こころの未来研究センター、エネルギー科学研究所、防災研究所、高等教育研究開発推進機構、アジア・アフリカ研究研究所、白眉センター、学際融合教育研究推進センター
- 2つの共同研究部門
 - ISAS共同研究部門「宇宙環境の総合理解と、人類生存圏としての宇宙環境の利用に関する研究」
 - BBT共同研究部門「ビッグデータ解析手法の応用による宇宙天気予報研究や防災、産業、人文学等の研究」(株ブロードバンドタワーとの共同研究)

宇宙ユニット発、学際的宇宙研究の広がり

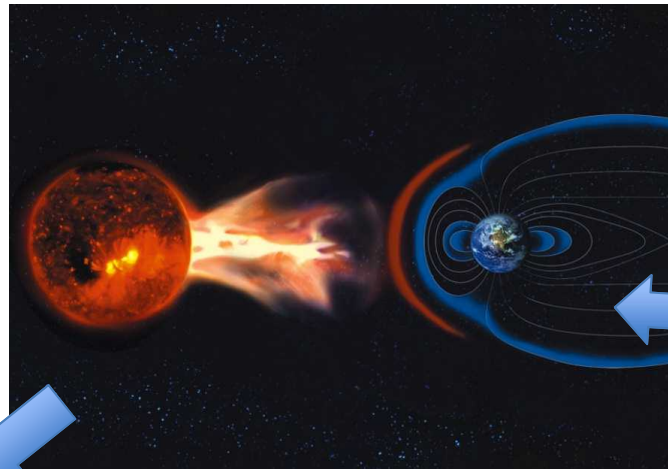
1. 極端宇宙天気現象とその防災

系外惑星の居住性
宇宙生物学
地球・生命進化

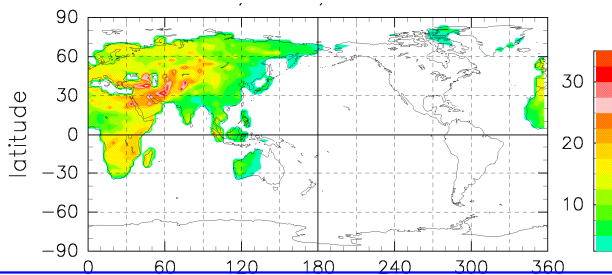
天文観測 (Kepler) による太陽型星スーパーフレアの発見と発生頻度測定
(Maehara+ 2012, Nature)



核は太陽物理学、
地球磁気圏・電離圏研究、
宇宙天気研究
(従来の宇宙科学)



数値モデリングやビッグデータ解析を活用した宇宙天気予報アルゴリズムの開発



スーパーフレアの地球表層環境への影響(気象、海洋)



1989年に大停電を引き起こした磁気嵐で被害を受けたニュージャージー州の原発の変圧器

宇宙・地上インフラ防災のための研究

宇宙ユニット発、学際的宇宙研究の広がり

2. 人文・社会学的研究

- 宇宙人文学
 - 衛星データと古文書を合わせた人文・考古学研究
- 宇宙人類学(神戸大学との連携)
 - 宇宙進出の人類史的意義、宇宙開発利用の文化的問題
 - 6/8,9 日本人類学会で「宇宙人類学の挑戦」セッション開催
- 宇宙倫理学
 - 宇宙開発利用に伴う倫理・社会的問題
 - 4/20 応用哲学会で「宇宙倫理を考える」セッション開催
 - 6/12 関西日仏会館で仏CNESとの合同研究会開催
- 宇宙計画学
 - 宇宙開発利用の将来計画
- 宇宙科学素材の芸術利用
 - 京都精華大学等、芸大との連携
- 衛星画像データの防災、フィールドワーク、行政、教育等への活用
- ...

宇宙を「活用した」教育

● 宇宙の特性

- 最先端の科学技術の場
- 日常感覚と大きくはずれた存在
- 誰でも興味を持ちやすい
- 人類社会の生存に関わるが、今すぐの驚異という感じもしない

これらの特性を活かし、地球環境変動、生物多様性、自然災害など、「不確実性」「科学成果の暫定性」「価値の相対化」といった科学教育における現代的な課題を学ぶための教材を開発

教育委員会等とも連携し、小中高の授業、教員研修、科学イベント等で実施

水町、磯部他, 宇宙航空研究開発機構研究開発報告
12(007), 19-45, 2013



京都大学の将来計画

- 学際的な宇宙研究を開拓してきた宇宙ユニットを発展させ、分野横断型・社会課題解決型の研究と、**教育・人材育成**を行う組織に向けて準備中
- 研究(修士・博士論文)テーマの例：
 - 宇宙天気予報の社会実装に向けた研究
 - 小惑星衝突、超巨大フレア等宇宙レベル大災害のリスク評価と防災
 - 超長期的に人類が利用できるエネルギー源の比較研究
 - センサー系に強い京都の地元企業との連携による観測機器開発
 - ワンチップナノサテライトの開発/応用
 - 微生物 / 生命関連物質の惑星間往来に関する研究
 - SNS等のビッグデータ解析による宇宙開発利用に対する社会意識の変遷の研究
 - 需要面から見た将来の宇宙輸送系の比較検討
 - 宇宙開発に伴う倫理・社会課題の検討
 - 地域の宇宙開発利用と地域社会への影響の研究
 - 「宇宙」を使った教育や地域振興
 - ...
- 学部教育や、地域社会、小中高との連携も。

- 人材育成には、具体的でチャレンジングな研究課題が不可欠
- 基礎科学が全ての基盤であり、その重要性は強調し続けなければならない

大学から見た気球・ロケット等による宇宙小型実験の必要性

- 宇宙の多くの分野、観測装置の大型化が限界へ(費用、時間、技術)
- 新分野・新観測技術の開発が急務、大学等の多くのチャレンジが必要。
- しかし、今、大学主体でこのようなチャレンジは大変困難
→ 技術の高度化・高額化および検証の困難さ(小型衛星でも高額化)
- 超小型・小型衛星はバスが大半を占め、検出器の超小型化が不可欠
→ 新型装置には不向き 且つ数10億円が必要(小型の場合)さらに立案から打上まで10年近く必要、結果を改善、再チャレンジも不可能。



- 米国、欧州は気球実験・小型ロケットでの実証が衛星計画には必要
- 気球観測実験、国内では1時間の観測も不可能、また気球実験を単独で行える大学実験グループが少ない。(理由:開発に大型科研費程度が必要であり、また研究グループにある程度の規模が必要、さらに気球打上を独自で海外で行う困難さ等)
- しかし科研費で宇宙実験が可能、大型装置、毎年の改善・観測も可能、極地長時間飛行なら、技術実証を超え科学的意義のある結果も期待。衛星開発の開発時間短縮、確度の改善につながる
- 気球実験・ロケット実験が欧米なみの支援体制で行えれば、大学が主体の新しい実験・観測が出てくる可能性大!

気球実験の可能性(京大理の場合)



極地での天体・大気高層MeVガンマ線気球観測計画

京大独自の高感度広視野ガンマ線カメラの感度実証および天体及び極地の高エネルギー電子降下現象観測を目的とした気球実験

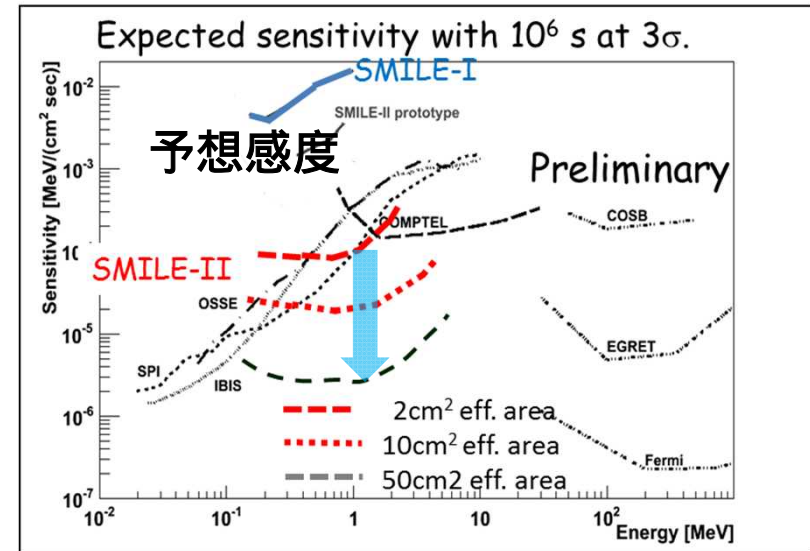
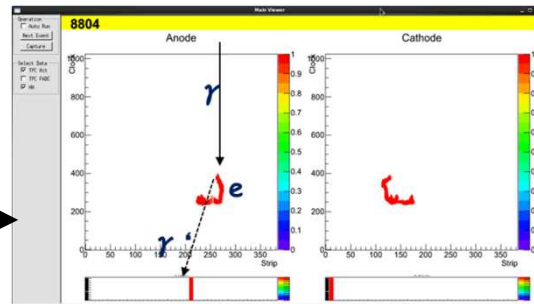
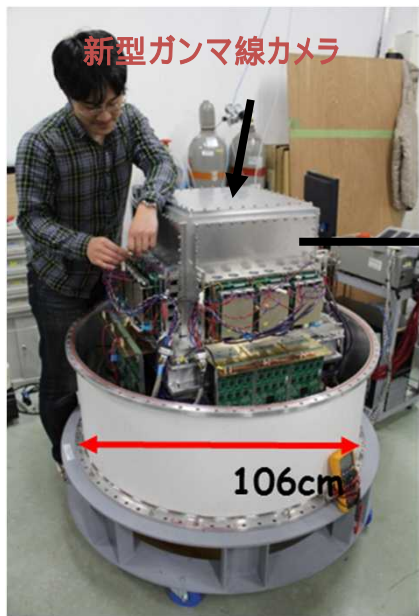
MeVガンマ線観測は大変困難、世界でも気球実験でもまだ満足な結果がない。

このような分野開拓では迅速な立証が不可欠、しかも新技術では適時に幾度もの改善が不可欠。

気球は科研費程度大型検出器が可能、自由度も大きく、毎年飛行・改善が可能。

SMILE-II MeV広視野高感度ガンマ線カメラ
(ETCC)気球実験 500kg

コンプトン電子飛跡検出型
(京大独自技術)



重量500kg(検出器200kg) 感度(検出面積) 10cm²x3str 1億円
 重量2トン(改良検出器 1ton) 感度3strx50cm²x2台 = 300cm²str 3億円
 南極周回 50日 積算感度 3.6x10⁵ cm²str hours
 400kg小型衛星(検出器100kg) 感度10cm²x3str 総額 70億円以上か?
 2年観測(観測可能時間 60%) 3.0x10⁵ cm²str hours
 小型衛星と同等の成果が短期間、科研費程度で実現、さらに毎年改善が可能
 成果ができれば、スムーズに中型衛星へ移行できる。

最後にもう一度

提言：2つの方向への発展を図るべき

1. 課題解決型の研究
2. 境界領域、学際的な新しい分野

そのために：多様な研究者が集まる大学の総合力を活用

- 学際的な研究と人材育成
- 進路を決める前の学部生へのリーチ（現在のJAXAは大学院教育と小中高生への宇宙教育は行っているが学部生が抜けている）

そして：宇宙科学の裾野が広がることで基礎研究も推進

- 「他分野に取られる」ではなく「他分野を巻き込んで宇宙分野を拡大」