

スペース計画に関するコメント：
小型近赤外
大規模サーベイ専用衛星？

松原英雄(ISAS,JAXA)
& 中島 紀(NAOJ)

はじめに

- 我が国のスペース光赤外将来計画は、「2015年ごろにSPICA実現」で本当にCommunityとして納得して進めるか？
- スペースへの敷居を低くし、より早期にスペース光赤外ミッションを実現しなくてよいのか？
- SPICAやJWSTでやれないことが残っていないか？
 - HOPは実現困難。SNAPもJWST終わってからスタートするだろうからかなりあと(~2020?)

今後10－20年後までに進めるべき キーサイエンスとSPICA

光赤外将来計画検討WG(銀河／宇宙論班)

- 初代天体の形成と宇宙再電離
 - SPICA: 初代天体からのH₂輝線
 - L α 、H α はJWSTに任せるのか？
- 埋もれた活動的銀河核
 - SPICA: 深いSilicate, iceの中間～遠赤外低分散分光
- 塵に包まれた形成途上銀河の解明
 - SPICA: 中分散MIR～Submm分光による銀河のMetallicity, 物理状態の解明
- 銀河形態の発現・基本構造の獲得
 - SPICA: 2－5ミクロンカメラが必要になるが、これはJWSTにまかせるのか？
- 宇宙大規模構造の形成と進化
 - SPICAに2－5ミクロン広視野カメラを搭載することはほとんど不可能。JWSTにも不向き

SPICAでもJWSTでもあまりできない ことにどれくらい魅力はあるのか？

- 銀河形態

- Passively-cooled 3mクラススペース望遠鏡が必要。JWSTがかならずやる

- 大規模構造

- これは1mクラスでも十分に可能。望遠鏡も非冷却でよい

ISAS/JAXAの小型衛星計画

- 衛星重量400kg以下。それぞれの小型衛星計画にJAXAから出せるのは、衛星と打ち上げ費用40億円まで。
- 打ち上げ機会
 - 次期小型固体ロケット
 - H-IIAへの相乗り
 - 外国(ロシア? 中国?)
- 理工学小型ミッションに(全部、あるいは一部)共通的に適用できる標準バスの開発がはじまっている
 - 2011年度?にこれを試験的に搭載した第1号機打ち上げ
- はじめるには?
 - 宇宙理学委員会に「小型衛星ワーキンググループ」を設置(随時受け付けている)

提案計画名	愛称	代表	代表者所属機関	特徴
小型衛星の編隊飛行による高エネルギー領域広天走査衛星	FFAST	常深博	大阪大学	望遠鏡衛星と検出器衛星の編隊飛行による高エネルギーX線領域広天走査
超小型精密測位衛星	PPM-Sat	津田敏隆	京都大学 生存圏研究所	精密加速度計とGPS受信システムを搭載した衛星による地球重力場、超高層大気擾乱、大気電離層プラズマ圏、海面高度、波浪測定
高感度ガンマ線望遠鏡	CAST	高橋忠幸	JAXA宇宙 科学研究 本部	半導体コンプトン望遠鏡による世界最高感度のsub-MeV/ MeVガンマ線観測
小型重力波観測衛星	DPF	安東正樹	東京大学	安定化レーザーとファブリ・ペロー干渉計を用いた重力波観測
ダークバリオン探査衛星	DIOS	大橋隆哉	首都大学 東京	酸素の輝線によりダークバリオンを検出し、ダークマターが作る宇宙の大構造を探査する
超高層大気撮像観測小型衛星	IMAP	齊藤昭則	京都大学	広視野多波長の光学撮像観測によって地球超高層領域の3次元構造を測定し、中間圏、熱圏、電離圏、プラズマ圏の結合過程を明らかにする
地球電磁環境モニター衛星	ELMOS	小山孝一郎	首都大学 東京	地球低軌道から地球電磁環境をモニターし、電離層物理を研究し、地震電磁気現象を立証する
宇宙テザー技術の検証に関するワーキンググループ	宇宙テザーWG	藤井裕矩	首都大学 東京	工学的にも科学的にも将来の宇宙計画に有用であるテザー技術の検証を行う
惑星観測用小型宇宙望遠鏡	TOPS	高橋幸弘	東北大学	紫外から近赤外までの波長領域で、惑星の電磁圏や大気圏を連続的に撮像し、そこで起きているダイナミクスをモニターする
小型衛星によるジオスペース探査	ERG	小野高幸	東北大学	ジオスペース赤道面における世界初の「広エネルギー範囲の粒子」と「広帯域の電磁場・波動」の統合観測による、場-粒子間結合過程の把握

近赤外広視野カメラを搭載した専用 小型衛星(1)?

- 衛星全体仕様:「小型枠」に固執するなら
 - S-E L2点
 - 衛星重量350–400kg(ペイロード200kg)
 - ペイロード電力300W以下
 - 絶対姿勢制御精度 1分角程度(安定度TBD)
- 観測装置
 - 波長 0.8-2.5 micron HgCdTe あるいは、十分冷えるのならば、–5micron InSb
 - 地上Seeingなみの回折限界空間分解能
 - 口径70cm程度
 - 観測装置は放射冷却で<50Kを達成
 - 電力も重量も大変なので冷凍器は搭載しない

近赤外広視野カメラを搭載した専用 小型衛星(2)?

- 予想される撮像性能
 - K(Vega)~24mag 1 hour, 5sigma!!
 - $Z=7-17$ の L^* 銀河がわかる!
- 予想される分光性能
 - $R=100$ の低分散分光でもK(Vega)~21magのマルチオブジェクト分光が可能(スリットなし)
 - GRB Afterglowの分光ができると面白い

Sample 1 (D=0.7m,K,Earth)

By Nakajima-san

Diameter in m : 0.7
Band (JHKLM=01234) : 2
Tint in sec : 3600
Sampling asc/pixel : 0.40
Rest-frame size in kpc : 1
Temperature of optics in K : 150

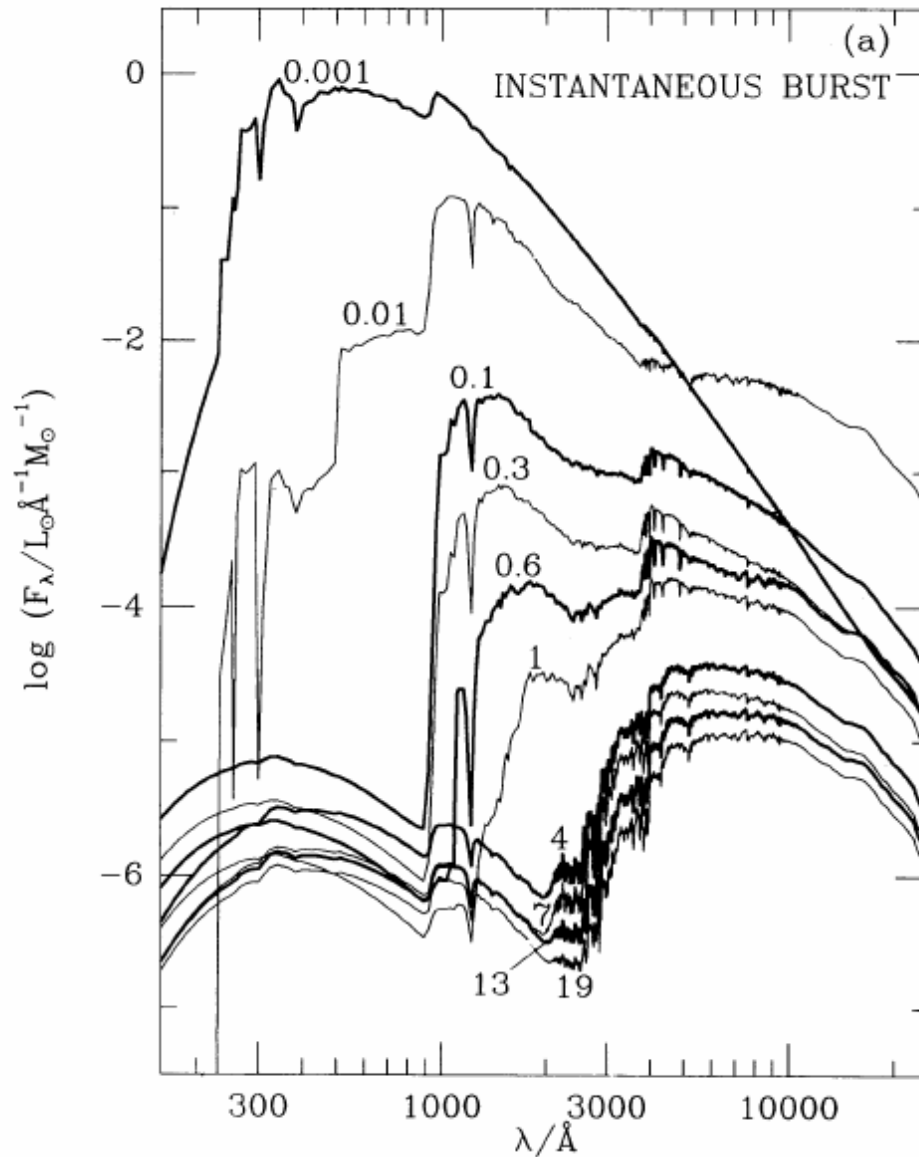
z	Age Gyr	mag Jy	fdensity um	RestWL asec	APSize pixels	Sampling Res elements	APSize/DL Lsun	Lrest	SNR
7.0	0.778	23.8	1.9932e-07	0.28	0.798	2.0	1.0	1.26e+10	5.17e+00
9.0	0.556	23.8	1.9932e-07	0.22	0.806	2.0	1.0	2.25e+10	5.12e+00
11.0	0.423	23.8	1.9932e-07	0.18	0.816	2.0	1.1	3.56e+10	5.07e+00
13.0	0.335	23.8	1.9932e-07	0.16	0.826	2.1	1.1	5.19e+10	5.02e+00
15.0	0.274	23.7	2.1855e-07	0.14	0.836	2.1	1.1	7.84e+10	5.41e+00
17.0	0.230	23.7	2.1855e-07	0.12	0.850	2.1	1.1	1.04e+11	5.34e+00

***** Sky photon noise limit *****

----- Instrument parameters -----

Detector : HgCdTe 18 micron pixel array
Synthesized focal lengths : 9.26 m
Synthesized F ratio : 13.23
FOV per 2kx2k array : 0.228 deg x 0.228 deg

SED of a forming galaxy?



Bruzual & Chalot 93

Numbers are ages
in Gyr

Sample 2 (D=0.7m,L,Earth)

By Nakajima-san

Diameter in m : 0.7
Band (JHKLM=01234) : 3
Tint in sec : 3600
Sampling asc/pixel : 0.60
Rest-frame size in kpc : 1
Temperature of optics in K : 150

z	Age Gyr	mag Jy	fdensity um	RestWL asec	APSize pixels	Sampling Res elements	APSize/DL Lsun	Lrest	SNR
7.0	0.778	19.9	2.8508e-06	0.45	1.284	2.1	1.0	1.10e+11	5.26e+00
9.0	0.556	19.9	2.8508e-06	0.36	1.289	2.1	1.0	1.97e+11	5.22e+00
11.0	0.423	19.9	2.8508e-06	0.30	1.294	2.2	1.0	3.11e+11	5.18e+00
13.0	0.335	19.9	2.8508e-06	0.26	1.301	2.2	1.0	4.54e+11	5.13e+00
15.0	0.274	19.9	2.8508e-06	0.23	1.307	2.2	1.0	6.25e+11	5.08e+00
17.0	0.230	19.9	2.8508e-06	0.20	1.316	2.2	1.0	8.27e+11	5.01e+00
19.0	0.196	19.8	3.1259e-06	0.18	1.325	2.2	1.0	1.16e+12	5.42e+00
25.0	0.132	19.8	3.1259e-06	0.14	1.356	2.3	1.1	2.12e+12	5.17e+00

***** Intrumental thermal backgournd limit *****

----- Instrument parameters -----

Detector : InSb 27 micron pixel array
Synthesized focal lengths : 9.26 m
Synthesized F ratio : 13.23
FOV per 2kx2k array : 0.341 deg x 0.341 deg

Simplest surveyor? ($D=0.7\text{m}$, HgCdTe, Earth orbit)

- J/H/K simultaneous imager
- HgCdTe 2k x 2k array each
- Diffraction limited at “K”.
- FOV = $0.23 \times 0.23 \text{ deg}^2$
- 5 sigma limit K ~ 24 in 1 hour
- 18 hrs to cover 1 deg^2 for 100% duty cycle.
- Data rate $\sim 6.7 \text{ Kbytes / sec}$.
- $300 \text{ deg}^2 / \text{yr}$
- Life time --- probably many years.

IRC's Spectroscopic Capability

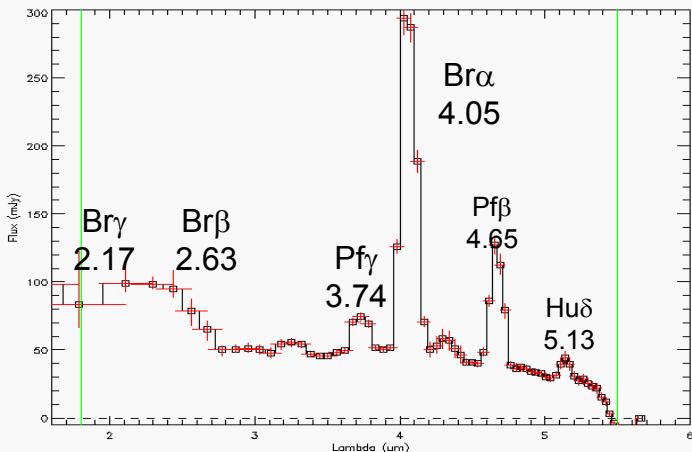
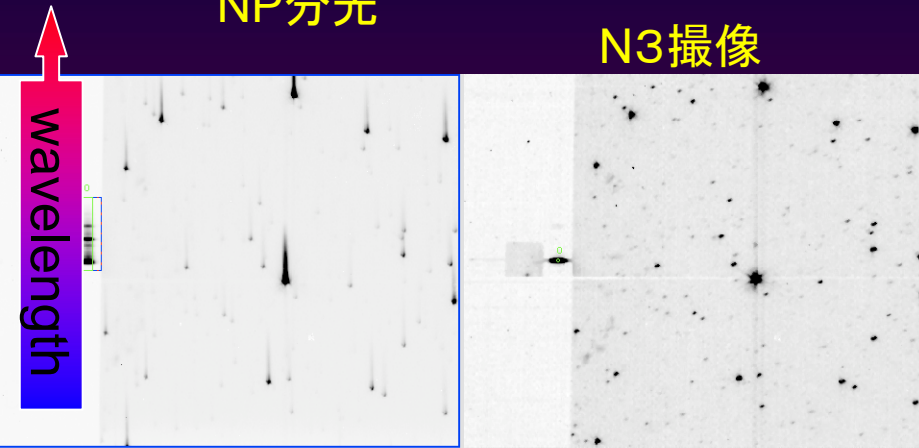


Ohyama et al. in prep.

<p><u>NP@NIR</u> prism for 1.7–5.5μm</p>	<p><u>NG@NIR</u> grism for 2.5–5.0μm</p>	<p><u>SG1@MIR-S</u> grism for 5.5–8.3μm</p>	<p><u>SG2@MIR-S</u> grism for 7.4–13.0μm</p>	<p><u>LG2@MIR-L</u> grism for 17.7–25.0μm</p>
---	---	--	---	--

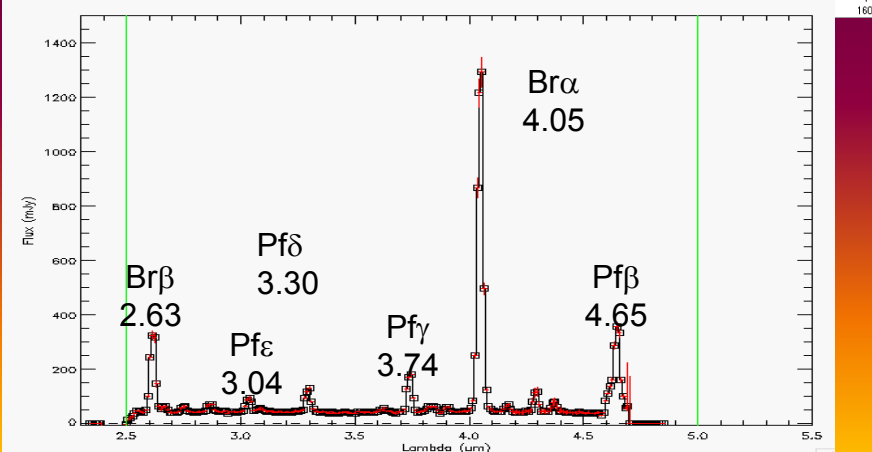
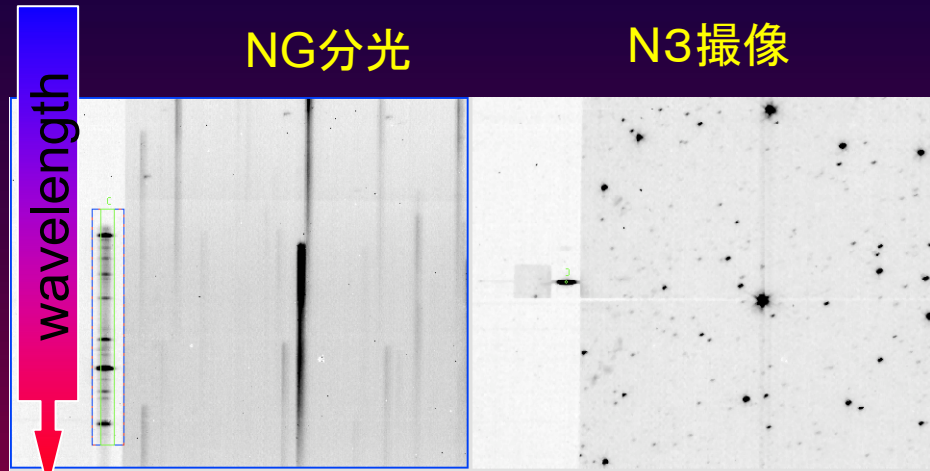
NP分光

N3撮像

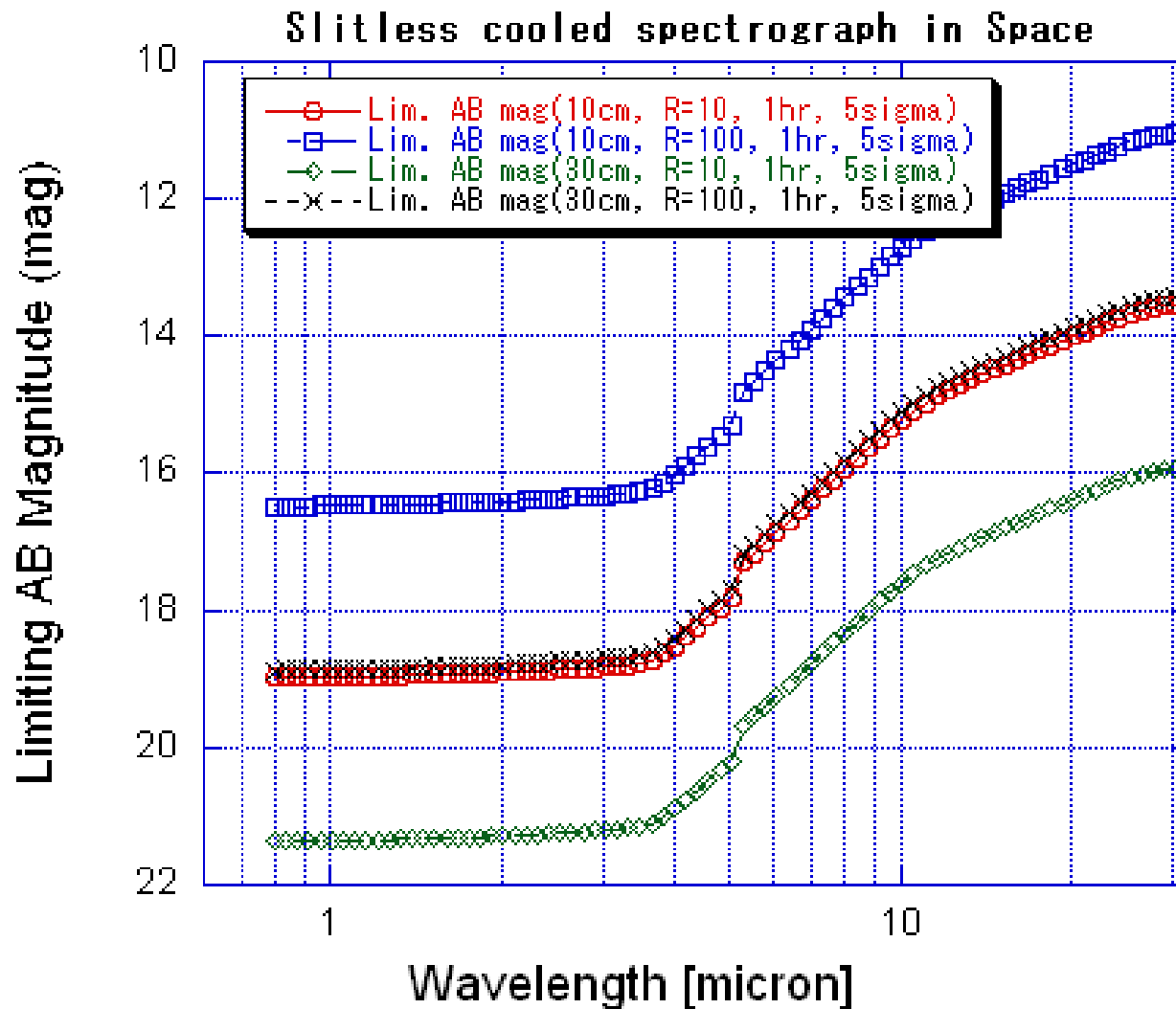


NG分光

N3撮像



スペース スリットレス分光 (30cm望遠鏡)



さて、これをどうするか？

- 口径70cmといえども素晴らしいサイエンスができる(一点豪華主義だが)
- ただ、やはり、SPICAと並行してすすめることは難しいのでは？
 - ささえる体制がSPICAをささえる体制と別に用意できなければ
 - 一方、SPICAは実に色々なKey Scienceにアプローチできる: やはりSPICAをやるべきでは？
 - HOPやSNAPに携わった人々をコアに、JASMINE計画とマージしてすすめられないか？