

SUBARUPRIMEFOCUS SPECTROGRAPH

PFS プロジェクト進捗状況報告



Prime
Focus
Spectrograph

- 装置・プロジェクト概要
- 装置開発最近の進捗
- スケジュール
- サーベイ計画立案
- PFS 関連会議のお知らせ

COVID-19の影響

Prime Focus
Spectrograph

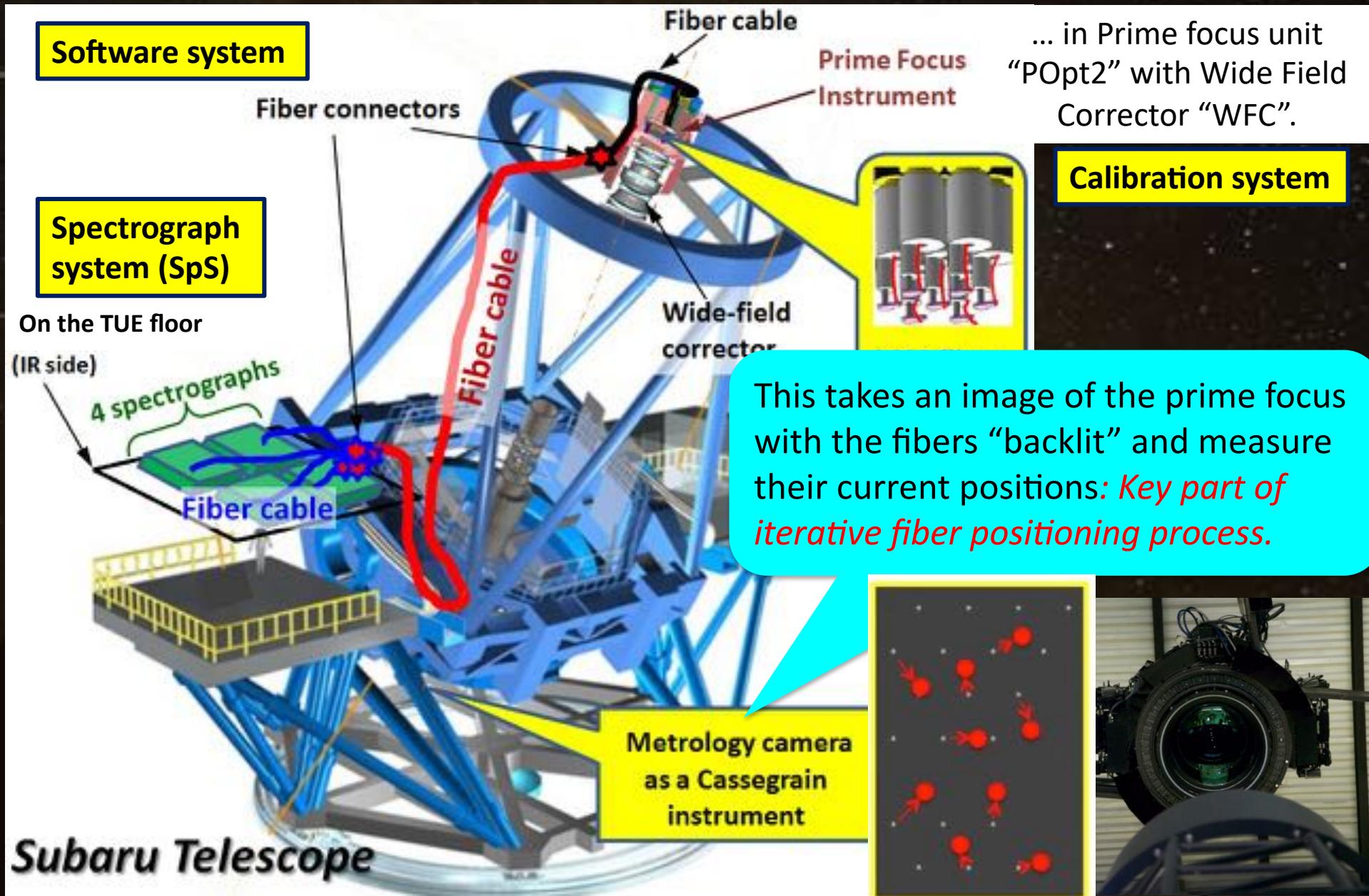
田村 直之 (東京大学 Kavli IPMU)

For PFS Project Office & PFS collaboration

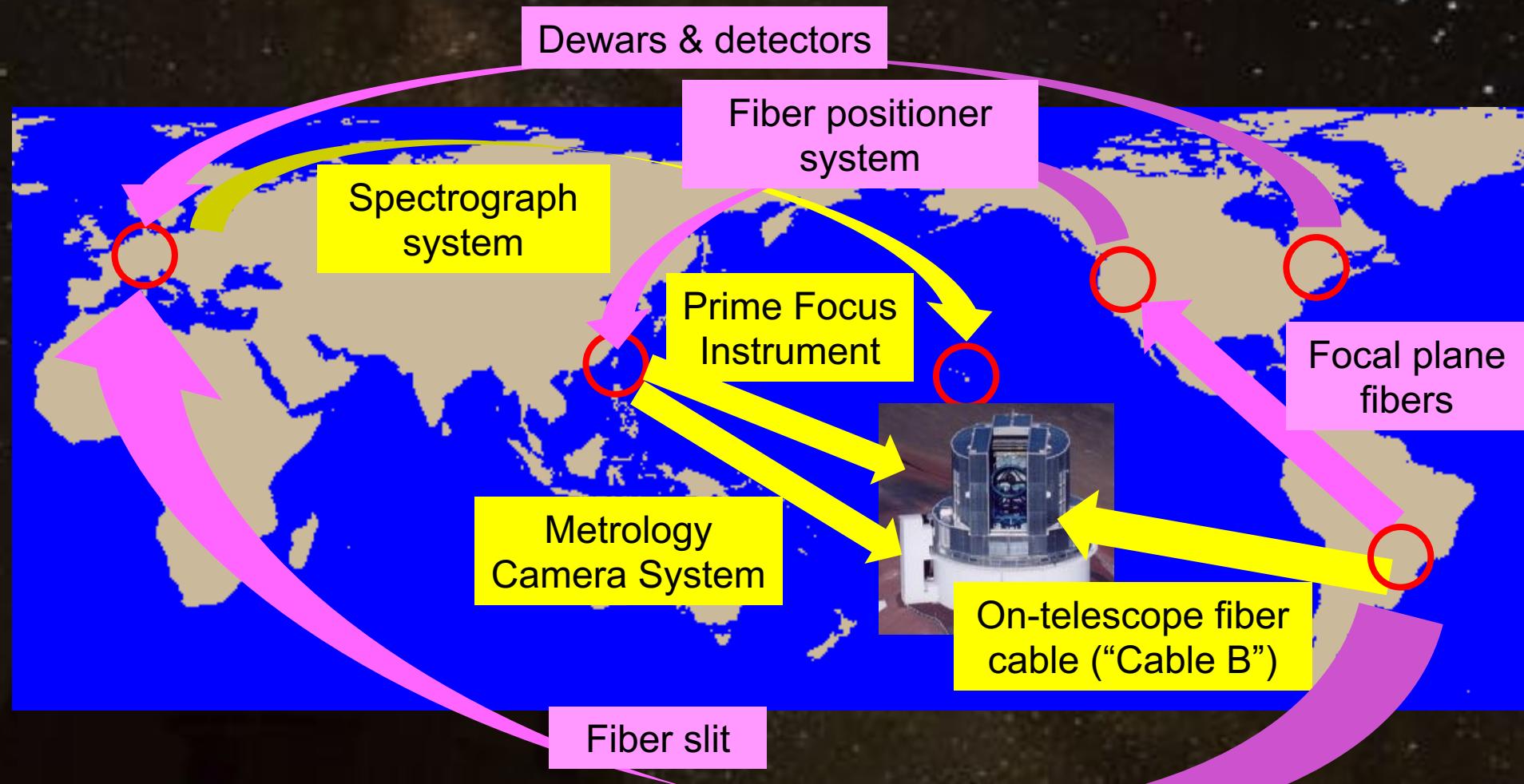


光赤天連シンポジウム、2020年9月16日

PFS subsystems distribution



Logistics for PFS system integration



- Systems engineering is clearly the key.
- Parts/components/subsystem will be validated at each site before their delivery to other places for higher-level integration & finally to Subaru.

2020年春までの経緯

- メトロロジカメラシステム (MCS)

- ✓ 2018年4月にASIAA(台湾)から輸送、山頂へ搬入。
- ✓ 2018年10月、2019年8月の作業並びに夜間試験観測を通じてハード、ソフトの最適化、性能確認を完了。この機会にシステムレベルの制御ソフト開発も大きく進んだ。
 - IPMU, すばる、ASIAAがプレスリリースで連携。

- 分光器

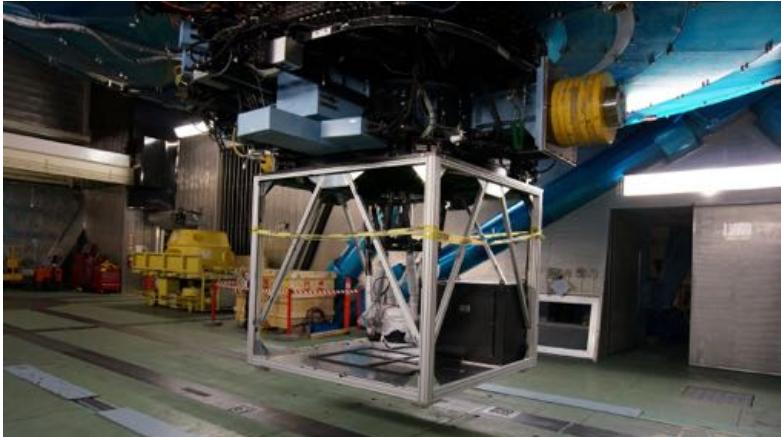
- ✓ 2019年11月に1台目のモジュール(可視力メラのみ搭載)をLAM(フランス)からすばる山頂に輸送し、12月に再組み上げ完了。

- 組上作業タイムラプス

<https://youtu.be/S4NzpPkjJ-k>

- ✓ 2020年春に性能評価試験完了。

- ✓ その後も継続してデータ取得を行い、装置・データの特性・安定性調査やパイプライン開発を行っている。



MCS at Subaru Cs focus



*SM1 B+R at Subaru
(ドーム赤外側4階の
専用クリーンルーム内) ⁴*

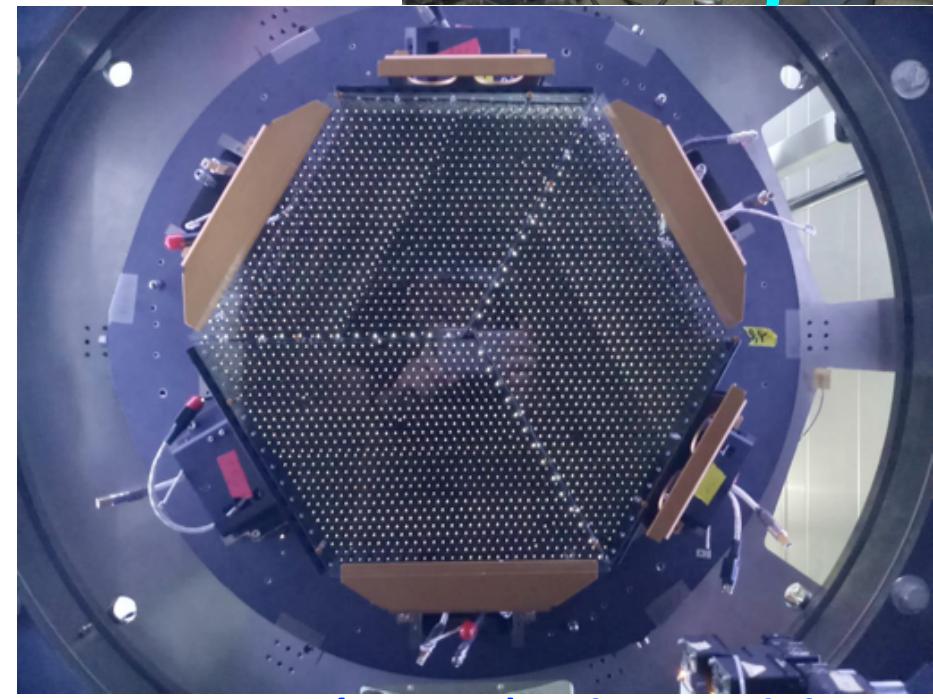
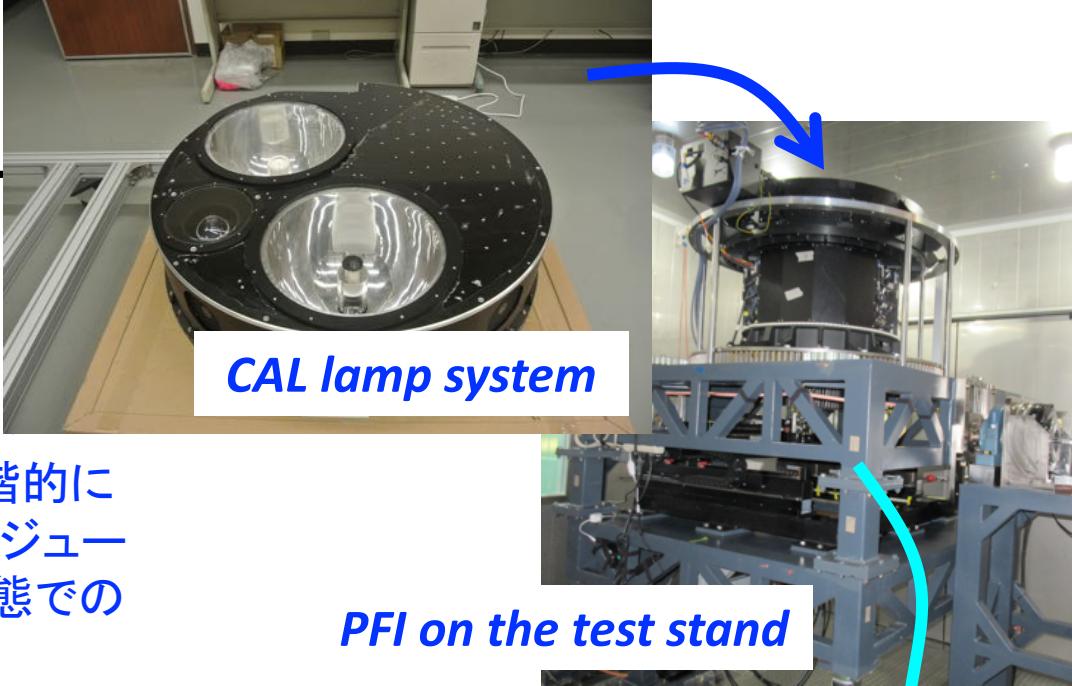
COVID-19 の影響

- 各国(台湾を除く)の機関で、3月以降しばらくの間在宅勤務が続いた。
 - ハードウェア関連の作業がストップ。
 - LAM (フランス: 分光器)
 - JHU (米国: クライオstatt・カメラ)
 - LNA (ブラジル: ファイバーケーブル)
 - 少人数が他機関を訪問しての集中議論や作業も中止。
 - 輸送の遅延。
 - ソフトウェア開発や、リモートでできる試験は継続。
- 5月中旬から徐々に在宅が解除され、作業時間・人数等制限を受けつつも鋭意作業を再開している。
 - 輸送、人の行き来にはまだ難しいところが多い。
- 今後、すばる山頂で大がかりな作業が必要な際、十分な人数がかけられないと遅れにつながる。

最近の進捗(1)

- 主焦点装置(PFI)

- ✓ 2020年4月に最後のコブラモジュールテクからASIAAへの輸送が完了
- ✓ PFIへのモジュール搭載と試験を段階的に進めてきたが、9/2に42個全てのモジュールがPFIに搭載された。現在その状態での試験が進んでいる。
 - “コブラ”ファイバーポジショナの性能試験は、PFIの傾き(60度まで)や室温(マイナス5度から+20度:湿度は~5-20%程度)を変えながら行っている。
 - ポジショナを構成する2つの回転モーターを独立に収束試験を行い、~5-6回のイテレーションで9.7%以上の成功率を得ている。今後100%を目指す。
 - 2つのモーターを並行して動かしての収束試験も本格化させアルゴリズムを最適化していく。
- ✓ PFI上部に搭載する較正光源システムもプリンストンから到着、組上試験完了。
- ✓ 10月上旬からファイバーケーブルの最終組上作業開始を予定。



(i.e. ALL) Cobra modules

最近の進捗(2)

- ファイバーケーブル

- ✓ 2019年6月に組上試験第1段階を完了したケーブルをLNA(ブラジル)に輸送。
 - 7月に輸送後試験完了。
 - 2回の工程レビューを経て年末から組上作業第2段階開始。
- ✓ すばるへ敷設する4本のケーブルのうち1本について、今夏に全ての組み上げとコネクタ接続試験、および最終光学試験が完了、良好な結果を得た。
- ✓ この1本目についての輸送前レビューをハワイ観測所と合同で10月始めに開催予定。その後できるだけ早くすばる山頂に搬入したいと考えている。
 - 現在レビューに向けて文書、プレゼン資料等の作成を進めている。

View of the cable from Tower connector side (i.e. PFI side)



Gang connectors (i.e. SpS side)



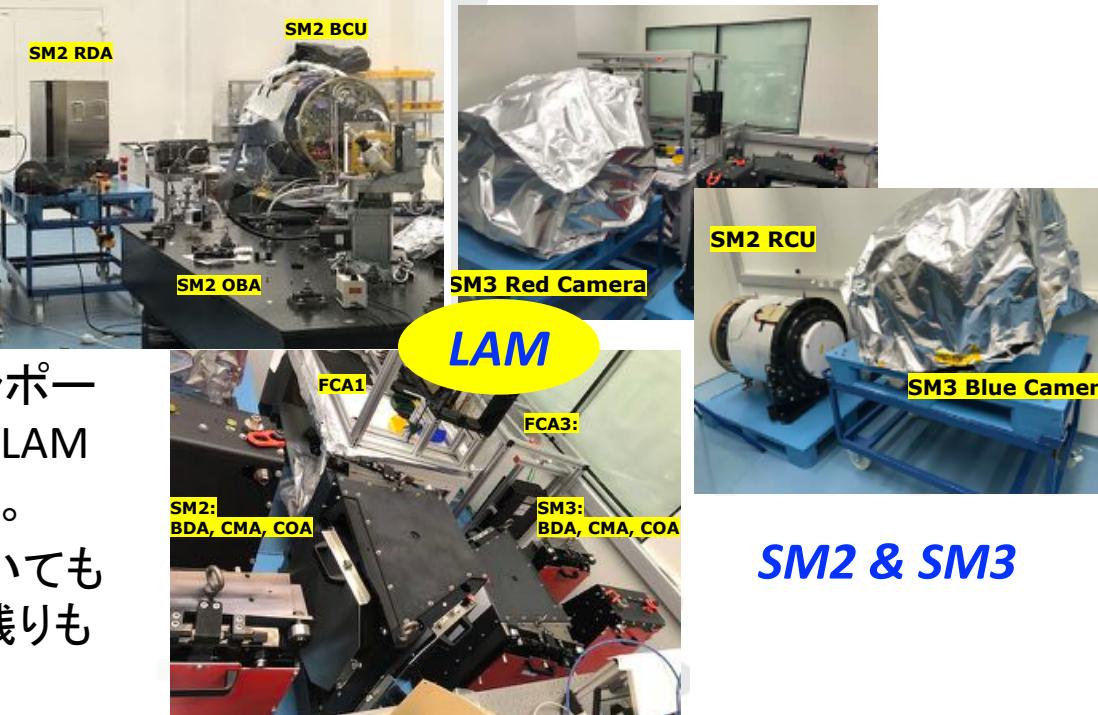
最近の進捗(3)

- 分光器

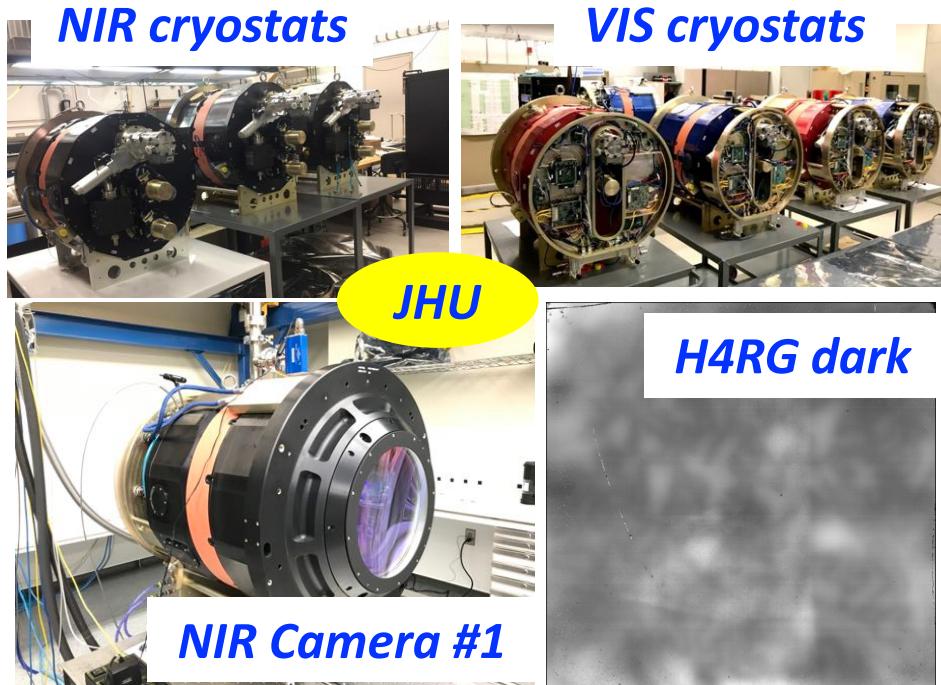
- ✓ 2台目の組み上げに必要なコンポーネント(近赤外カメラ除く)が全て LAM に到着、作業が本格化している。
- ✓ 3台目用のコンポーネントについても一部はすでに LAM に到着し、残りも輸送準備が進んでいる。

- ✓ 近赤外カメラ

- 1台目は来年はじめに JHU から LAM へ輸送され SM3 に搭載・試験、その後すばるへ搬入される予定。
- 1台目のカメラは JHU にて、science grade H4RG を用いプレリミナリな光学調整・像質特性調査を完了。現在検出器の特性調査、熱輻射カットコーティング調達が進行中。完了したら、カメラの最終組み上げに入る。
- 2台目以降の mechanics, cryogenics, electronics の組み上げも進行中。



SM2 & SM3



H4RG dark

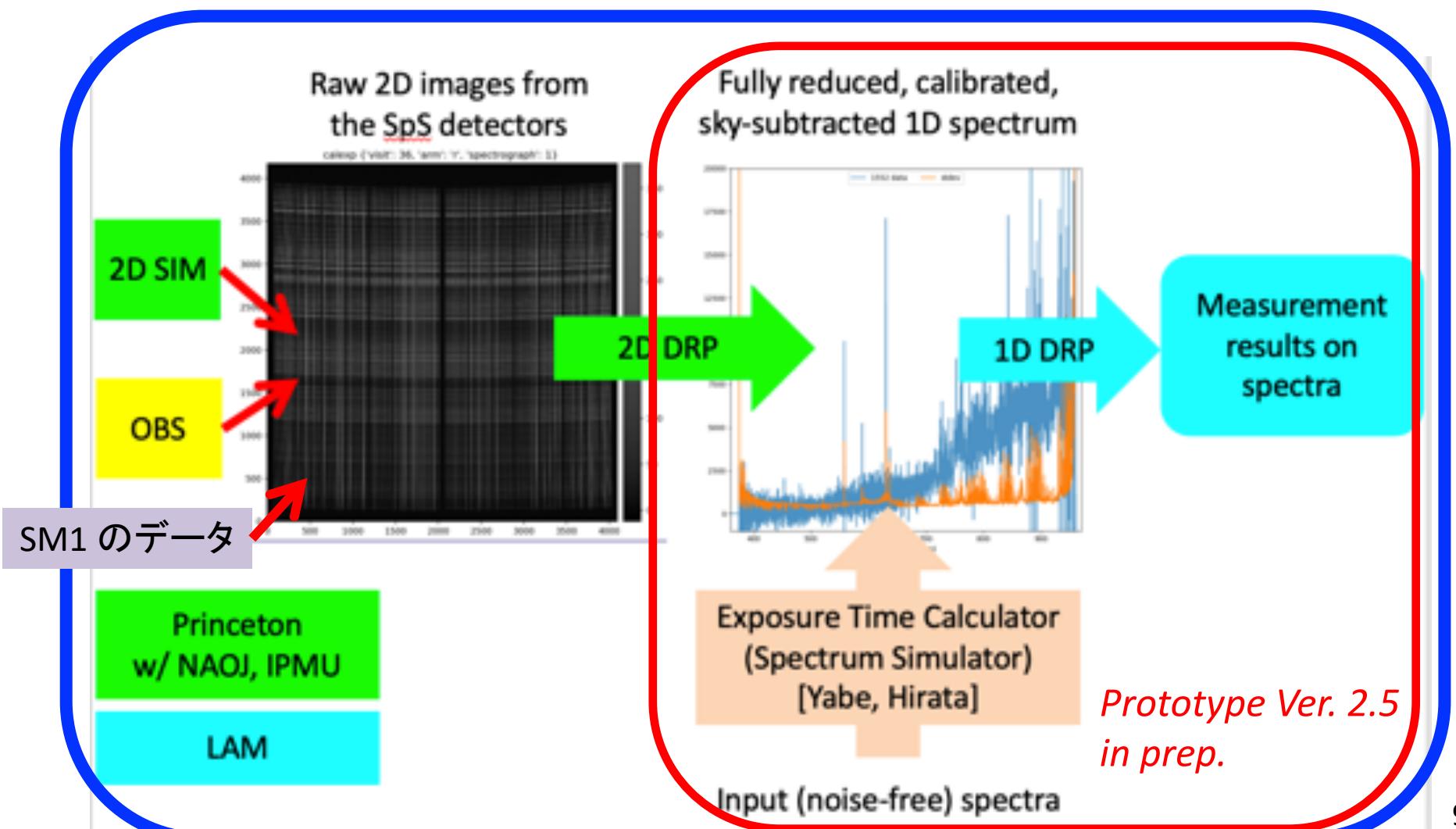
NIR Camera #1

最近の進捗(4): データ解析関連ソフトウェア開発

各部分の開発に加え、それらをつなげていく作業も進んでいる。

Science DataBase (SciDB)

NAOJ &
JHU database team



進捗状況まとめ

- うまくいった作業を繰り返す部分はリスクが小さい。
 - 全コブラモジュール製作、試験、PFIへの搭載完了。
 - SM1 B+R 完成。SM2, 3 組み上げ中。各コンポーネントは SM4 分まで製作試験進行中。
 - ファイバーケーブル1本目完成。試験結果良好。2-4 本目もケーブル本体は出来ている。
- 繰り返しに入れてない・入れないところは残存リスク。
 - 近赤外カメラはまだ **1台目** の組み上げ試験中。
 - 検出器特性調査。熱輻射カットコーティング調達。
 - PFI を **1つのシステム** として機能させる。
 - 山頂でのサブシステム試験や、全体の試験観測。**COVID-19 の影響**。
 - ファイバーケーブル1本目を望遠鏡に敷設できたら即装置に空からの光を取りめるよう、超ミニチュア望遠鏡(?)の搭載について、観測所と相談しつつ設計製造を進めている。
→ PFI がなくても(数か月前倒しで)「観測データ」を SM1 で取得できる。
→ パイプラインの開発(特にスカイ引き)、夜光スペクトルの空間・時間変動も含めた特性調査に役立てる。

PFS 開発スケジュール

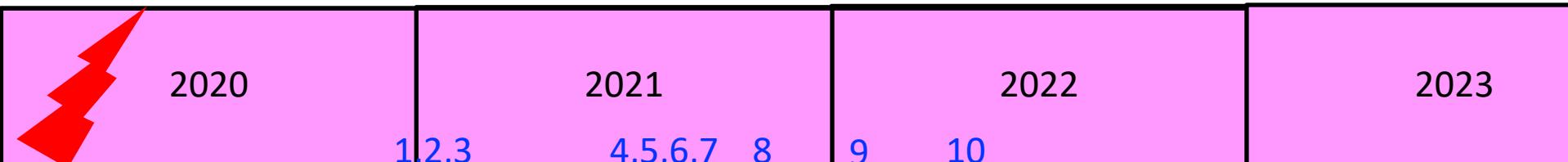
これまでの主なマイルストーン:

- 2012年3月 概念設計レビュー会議
- 2013年2月 基本設計レビュー会議
- 2014年3月 分光器システム詳細設計レビュー会議
- 2015年3月 主焦点装置部分詳細設計レビュー会議
- 2018年2月 メトロロジカメラ輸送前レビュー通過、同年4月すばる到着、2019年8月試験完了
- 2019年9月 分光器1台目輸送前レビュー通過、同年11月すばる到着、同年12月組み上げ完了、2020年春試験完了。

今後の主なマイルストーン:

1. ファイバーケーブル1本目すばる到着
2. 分光器2台目すばる到着
3. 主焦点装置部分(PFI)すばる到着
4. 試験観測開始
5. ファイバーケーブル 2-4 本目到着
6. 分光器3台目(近赤外カメラ搭載)到着
7. 近赤外カメラ2台目(→ SM1)
8. 分光器4台目到着
9. 近赤外カメラ3台目(→ SM2)
10. 近赤外カメラ4台目(→ SM4)

COVID-19



サブシステム製作、組み上げ、試験@各機関

全体組み上げ、試験@すばる

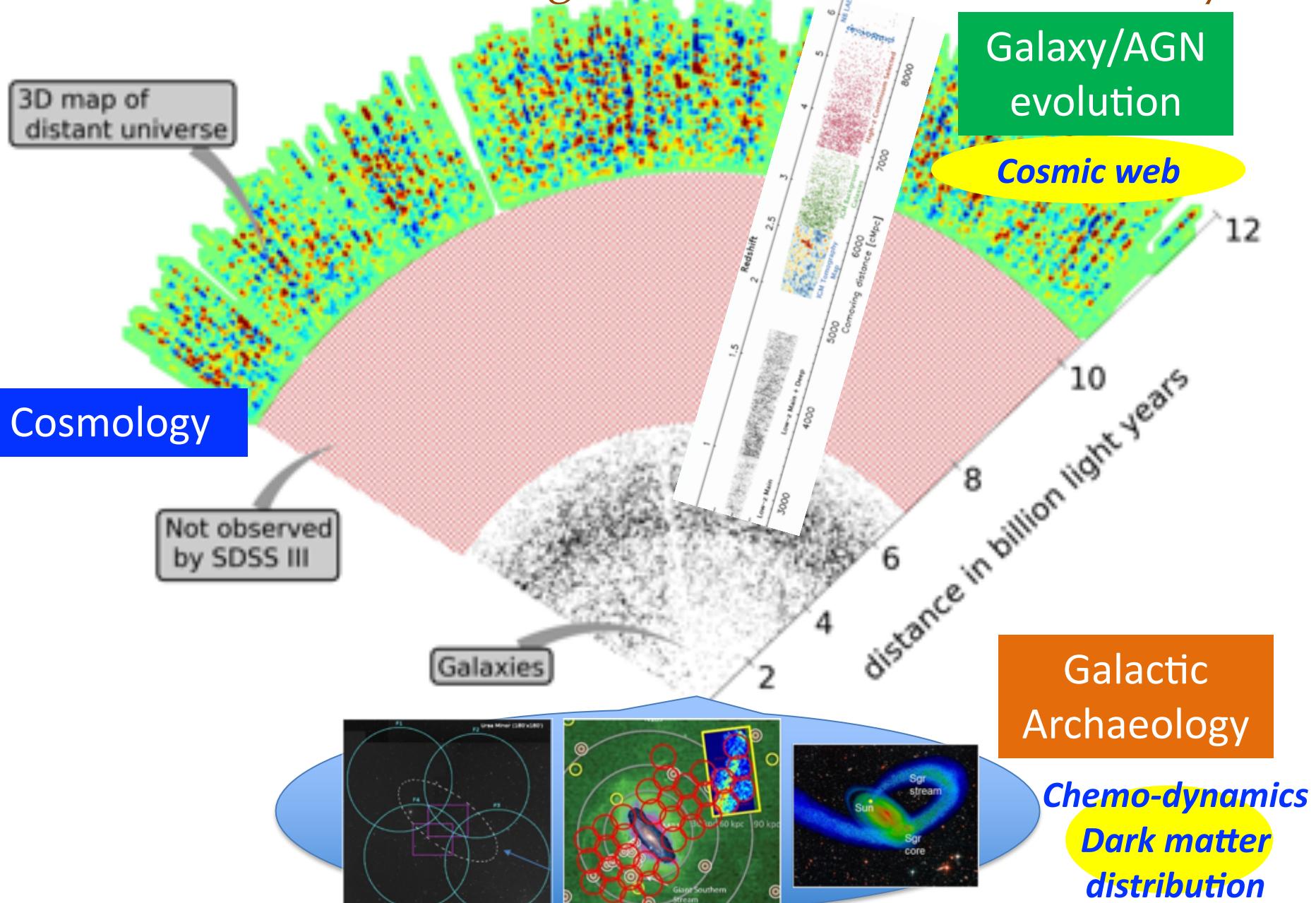
科学運用
(S23A--)

試験観測@すばる

コミッショニングから科学運用へ

- コミッショニング
 - SM1(+SM2) B+R でスタート。SM3 がラインナップに加わると同時に近赤外スペクトルの取得を開始する(→ スカイ引き)。
 - 短期的想定性能および、最適化戦略も含めた中期的想定性能を、コミッショニングで取得したデータをもとに算出し、初期共同利用公募や、PFS すばる戦略枠(SSP)サーベイ提案検討に供する。
- 科学運用
 - NAOJ三鷹、ハワイ観測所が中心となり共同利用観測を進めるメカニズムを構築中。PFS チームからも IPMU, プリン斯顿を中心に参画。
 - PFS 戦略枠(SSP)サーベイ
 - 性格の全く異なる 3 つのコンポーネントからなるサーベイを遂行することで、現代宇宙論・天文学の難問に対し包括的・俯瞰的にアプローチ。
 - 計画立案、プロポーザル執筆を遂行中。
 - SJ: すばる+PFS(+HSC)の優位性と学術情勢を鑑み最適化。
 - TJ: 想定性能の他宇宙論の前倒し等も考慮し運用プラン作成へ。
 - 情報共有・参画にご関心のある方はぜひ登録を！
(https://pfs.ipmu.jp/research/regist_collab.html)

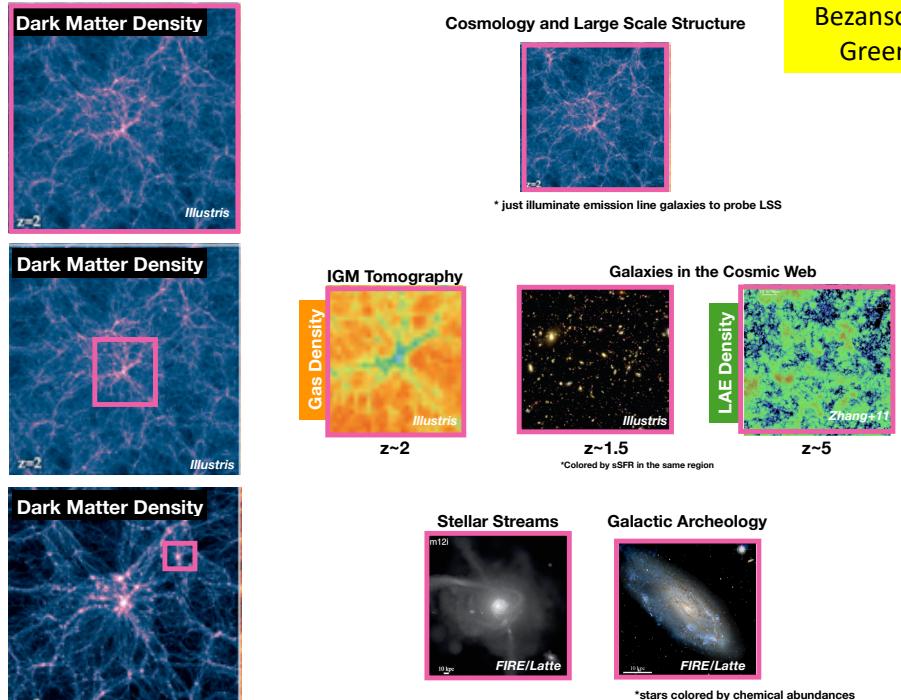
How does “wedding cake” look in PFS survey?



The three-pillar survey components



***Comprehensive challenges
to major questions of modern
astronomy & cosmology***



	Testing Λ CDM	Assembly history of galaxies	Importance of IGM
CO	<ul style="list-style-type: none"> Nature & role of neutrinos Expansion rate via BAO up to $z=2.4$ PFS+HSC tests of GR Curvature of space: Ω_K Primordial power spectrum 	<ul style="list-style-type: none"> PFS+HSC galaxy association Absorption probes with PFS/SDSS QSOs around PFS/HSC host galaxies Stellar kinematics and chemical abundances – MW & M31 assembly history Halo-galaxy connection: M_*/M_{halo} Outflows & inflows of gas Environment-dependent evolution 	<ul style="list-style-type: none"> Search for emission from stacked spectra dSph as relic probe of reionization feedback Past massive star IMF from element abundances Physics of cosmic reionization via LAEs & 21cm studies Tomography of gas & DM
GA	<ul style="list-style-type: none"> Nature of DM (dSphs) Search of MW dark halo Small-scale tests of structure growth 		
GE			

PFS 関連会議のお知らせ

- オンラインミニコラボレーション会議
 - 日程
 - 9/16-17 (9/18 optional, TBC)
 - 各日 22:00 (日本時間)から2時間ほど。
 - 主な議題
 - 装置開発・スケジュール現状
 - SSP プロポーザル検討現状と今後の戦略
 - 参加をお考えの方は tennet:18905 のアナウンスをご参照の上登録手手続きをお願いします。
- サイエンス会議
 - オンライン、10月中？
- コラボレーション会議
 - 12月か、来年2月開催。未定(装置開発進捗等を注視し決定する)。
 - 当初 IPMU での開催を予定していたが、12月開催であればオンライン(2月についてはまだ現地開催の可能性を残している)。

本日と明日、
夜10時より。

PFS has started coming!

- メトロロジカメラと1台目の分光器はすでに立ち上げを完了。
- 1本目のファイバーケーブルを今年中に搬入したい。2台目の分光器、主焦点装置の搬入時期は来年はじめの見込み。
- データ解析関連ソフトウェアの開発並びに統合試験が進んでいる。
- 来年中頃の試験観測開始、S23Aからの科学運用開始を目指す。
- PFS SSP 計画立案、プロポーザル執筆が進行中。
- オンラインミニコラボ会議を本日と明日開催(tennet:18905)。



- ✓ ホームページ(<https://pfs.ipmu.jp/>)
- ✓ プロジェクト参加登録 (https://pfs.ipmu.jp/research/regist_collab.html)
- ✓ ブログ (<https://pfs.ipmu.jp/blog/>)
- ✓ インスタグラム (https://www.instagram.com/pfs_collaboration/)